

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
CI6101	PROCESOS DE TRANSPORTE EN SISTEMAS ACUÁTICOS			
Nombre en Inglés				
TRANSPORT PROCESSES IN AQUATIC SYSTEMS				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
CI5105, Hidráulica de aguas subterráneas y su aprovechamiento			Obligatorio para estudiantes de Ingeniería Civil, Mención Hidráulica Sanitaria, Ambiental.	
Resultados de Aprendizaje				
Al término del curso, el/la estudiante deberá ser capaz de entender y utilizar las leyes de la física aplicadas al transporte de sustancias en sistemas acuáticos superficiales y subsuperficiales, permitiéndole cuantificar la concentración que adquirirá la misma como resultado del transporte advectivo y difusivo.				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>El curso contempla dos clases de cátedra a la semana y una de docencia auxiliar. Esta última se utilizará para realizar actividades de evaluación (controles) y laboratorios computacionales.</p> <p>El curso se divide en 3 grandes partes: I) Conceptos básicos, II) Sistemas acuáticos subterráneos y III) Sistemas acuáticos superficiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Controles (60%) • Laboratorios computacionales (40%)

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Conceptos generales	5 semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>1.1 Introducción: Motivación y Conceptos básicos de concentración, promedio temporal y espacial, dilución y mezcla.</p> <p>1.2 Difusión: Ley de Fick, random walks, modelo matemático y soluciones analíticas fundamentales.</p> <p>1.3 Advección-difusión: Número de Peclet</p> <p>1.4 Advección/difusión/Reacción: Número de Damkohler.</p> <p>1.5 Distribución en espacio y tiempo: momentos espaciales y temporales concepto de mezcla local.</p>	<p>Al término de la unidad se espera que el estudiante logre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender el rol que tienen los diferentes procesos de transporte en medios acuáticos. • Formular conceptualmente un problema de transportes en sistemas acuáticos. • Entender escalas involucradas en cada uno de los procesos. 	<p>Fischer et al (1979)</p> <p>Govindaraju & Das (2007)</p> <p>Gardiner (2009)</p> <p>Javandell, Doughty & Tsang (1984)</p> <p>Socolofsky y Jirka (2002)</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Sistemas acuáticos subterráneos	5 semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>2.1 Introducción: Fuentes de contaminantes, problema de escala.</p> <p>2.2 Procesos de Transporte de Solutos:</p> <p>a) Advección</p> <p>b) Dispersión mecánica</p> <p>c) Reacciones químicas: clasificación de reacciones químicas, reacciones homogéneas (equilibrio químico, cinética química, ¿Tenads?), procesos de sorción (equilibrium surface reactions, tipos de isotermas, kinetic surface reactions, sorción de compuestos hidrofóbico),</p>	<p>Al término de la unidad se espera que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conozca los procesos de transporte que gobiernan el transporte de masa en medios permeables. • Comprenda los efectos de escala que se aprecian en el transporte de solutos en medios permeables. • Comprenda la interrelación entre los procesos de transporte y los procesos químicos que ocurren en los acuíferos, y su importancia para entender el movimiento de solutos conservativos y no conservativos. • Sea capaz de aplicar modelos matemáticos para analizar el movimiento de solutos en medios 	<p>Domenico & Schwartz (1990)</p> <p>Fetter (2001)</p> <p>Fetter (2008)</p> <p>Freeze & Cherry (1979)</p> <p>Govindaraju & Das (2007)</p> <p>Javandell, Doughty & Tsang (1984)</p>

<p>decaimiento radioactivo, biodegradación.</p> <p>d) Ecuación de transporte de masa en medios permeables, e) pruebas de laboratorio para medir dispersividad</p> <p>2.3 Macrodispersión</p> <p>a) Relación entre dispersión y escala</p> <p>b) Modelo geoestadístico de dispersión</p> <p>c) Pruebas de terreno para determinar dispersividad (Gradiente natural, Single- and Two-well tests, Multiple observation Wells</p> <p>2.4 Casos de estudio (1 clase)</p> <p>a) CFB Borden, Ontario, Canadá</p> <p>b) Cape Cod, Massachusetts, USA</p> <p>c) MADE site, USA</p> <p>2.5 Procesos de transporte en medios fracturados.</p> <p>2.6 Investigación de contaminación.</p> <p>2.7 Remediación.</p>	<p>permeables.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sea capaz de operar modelos numéricos para simular el transporte de solutos en medios permeables y pueda entender y analizar los resultados de las simulaciones. • Conozca las principales técnicas de laboratorio y terreno que se utilizan para determinar los parámetros de transporte de medios permeables. 	
---	---	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Sistemas acuáticos superficiales	5 semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>3.1 Difusión turbulenta. Promedios de Reynolds, modelo longitud de mezcla y ecuaciones k-epsilon.</p> <p>3.2 Tópicos de mezcla en ríos. Ecuación de Saint-Venant para el transporte de masa en ríos, difusión turbulenta vertical en un medio homogéneo no estratificado, difusión turbulenta horizontal, dispersión longitudinal de Taylor.</p> <p>3.3 Tópicos del intercambio de masa en interfaces. Concepto subcapa difusiva, velocidad de transferencia de masa, difusión de compuestos volátiles, no-volátiles y de carácter mixto, difusión de bases en interfaz agua-sedimento (ejemplo, consumo oxígeno en sedimentos)</p> <p>3.4 Tópicos de mezcla en flujos estratificados. Balances entre energía cinética turbulenta disponible y energía potencial requerida. Número de Richardson.</p> <p>3.5 Tópicos de modelación numérica: definición de escalas a modelar, condiciones de borde, difusión numérica.</p>	<p>Al término de la unidad se espera que el estudiante logre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formular conceptualmente y resolver un problema de transportes en sistemas acuáticos superficiales 	<p>Fischer et al 1979</p> <p>Niño, Y. (2004)</p> <p>Rodi (1984)</p> <p>Garratt (1992)</p> <p>Jorgensen and Revsbech (1985)</p> <p>de la Fuente et al (2010)</p> <p>Socolofsky y Jirka (2002)</p>

Bibliografía General

1. BIRD, R., W. STEWART & E. LIGHTFOOT (2001), Transport Phenomena. Wiley. CIVAN, F. Porous Media Transport Phenomena. Wiley; 2011.
2. DE LA FUENTE, A., NIÑO, Y. & TAMBURRINO, A. (2010). Apuntes del Curso Hidráulica CI4101. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
3. DOMENICO, P. & F. SCHWARTZ (1990), Physical and chemical hydrogeology. Wiley New York.
4. FETTER, C. W. (2001), Applied Hydrogeology. Prentice Hall.
5. FETTER, C. W. (2008), Contaminant Hydrogeology. Waveland Pr. Inc.
6. 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.
7. FREEZE, A. & J. CHERRY (1979), Groundwater. Prentice Hall.
8. GOVINDARAJU, R. S. & B. S. DAS (2007), Moment Analysis for Subsurface Hydrologic Applications, Springer.
9. GARDINER, C. (2009), Stochastic Methods: A Handbook for the Natural Sciences, Springer Series in Synergetics.
10. GARRATT, J. R. (1992), The atmospheric boundary layer. Cambridge University Press.
11. JAVANDELL, I., C. DOUGHTY & C.F. TSANG (1984), Groundwater Transport: Handbook of Mathematical Models. Water Resources Monograph.
12. NIÑO, Y (2004) Apuntes del Curso Hidrodinámica Ambiental. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
13. RODI (1984) Turbulence Models and their Application in Hydraulics. IAHR Monograph.
14. JORGENSEN, B.B. Y REVSBECH (1985). Diffusive boundary layers and the oxygen uptake of sediments and detritus. Limnology and Oceanography. 30: 111
15. SOCOLOFSKY, S. & G.H. JIRKA (2002), Environmental Fluid Mechanics Part I: Mass Transfer and Diffusion. Engineering – Lectures. Institut für Hydromechanik. Universität Karlsruhe. (Disponible en: http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/lehre/envflu_i/Downloads/course_script/ed2/script_ed2.pdf)

Vigencia desde:	Primavera 2010
Elaborado por:	Alberto de la Fuente y Paulo Herrera
Revisado por:	