

Hidráulica de ríos

ICYA 4717

Programa del Curso

Primer Semestre de 2023

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero Oficina ML776, Tel: 3394949 Extensión 1731 – celular 3104764861

Horario Atención Estudiantes: Lunes 11:00 am -12:30 pm, Miércoles 10:00 am – 11:30 am.

la.camacho@uniandes.edu.co

Clase magistral: Lunes 5:00 pm a 6:20 pm

Miércoles 5:00 pm a 6:20 pm

Objetivos y metas

Los estudiantes del curso se familiarizarán con conceptos de análisis geomorfológico de sistemas fluviales, procesos hidráulicos y sedimentológicos presentes en cauces naturales y ecuaciones y herramientas para el cálculo del transporte de sedimentos y el diseño de obras fluviales y protección de orillas. Al final del curso los estudiantes serán capaces de:

- Caracterizar aspectos morfológicos, sedimentológicos, hidrológicos e hidráulicos asociados a canales con contornos móviles y sus cuencas tributarias.
- Aplicar conceptos de equilibrio dinámico de cauces y la respuesta de éstos ante acciones externas.
- Cuantificar el transporte de sedimentos de fondo y en suspensión en cauces aluviales y de montaña.
- Diseñar obras fluviales y revestimientos de diferentes tipos para el control de orillas en ríos y canales.

Temas a tratar en el curso

Ecuaciones de fricción en canales abiertos, secciones transversales compuestas, linealidad de la fricción. Características de los cauces aluviales y ríos de montaña. Geomorfología fluvial. Aspectos hidráulicos del flujo en canales con contornos móviles. Características y tipos de sedimentos. Formas de lecho. Transporte de sedimentos en suspensión. Transporte de sedimentos de fondo. Modelación y medición del transporte en cauces aluviales. Hidráulica y transporte de sedimentos en ríos de montaña. Equilibrio dinámico y respuesta de cauces a estructuras hidráulicas. Obras fluviales y revestimientos para el control de orillas.

Metodología

El curso se basará en explicaciones magistrales del material repartido con anterioridad a las clases, lecturas de las referencias y solución de problemas en clase y fuera de ella. El curso tendrá un alto contenido de laboratorios computacionales llevados a cabo en la clase magistral. Estos son ejercicios guiados que buscarán la familiarización del estudiante con los diferentes procedimientos de cálculo hidráulico y de transporte de sedimentos en ríos y herramientas modernas de simulación y modelos. El curso tendrá una salida de campo opcional (no obligatoria) para la toma de datos utilizados en un proyecto del curso el cual se realizará paso a paso durante el semestre.

Referencias principales

- Fryirs K.A. y Brierley G.J (2013) Geomorphic Analysis of River Systems. An Approach to Reading the Landscape, Wiley-Blackwell
- García M.H. (2008) Chapter 2 Sediment Transport and Morphodynamics – Sedimentation Engineering - ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 110
- Ordóñez, J. I., El Régimen del Flujo y la Morfología de los Cauces Aluviales, UNAL, 2010.
- Escarameia M. (1998) River and Channel Revetments. A Design Manual – Thomas Telford Ltda. London

Referencias adicionales

- Aguirre, J. Hidráulica de Sedimentos, Universidad de los Andes, Mérida, 1979.
- Bogardi, J., Sediment Transport in Alluvial Streams, WRP, 1974
- Bureau of Reclamation, Erosion and Sedimentation Manual, US department of the Interior, 2006.
- Bruk, S. y H. Zebidi (eds), Reservoir Sedimentation. International Hydrologic Programme, Unesco 1996.
- Charlton, R., Fundamentals of Fluvial Geomorphology, Routledge, Taylor and Francis Group, 2008.
- Chien, N. C. Wan y J. McNown, Mechanics of Sediment Transport, ASCE, 1998.
- Dingman, S. L., Fluvial Hydraulics, Oxford University Press, 2009.
- García, M. (editor), Sedimentation Engineering, Processes, Measurements, Modeling and Practice, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 110, 2008.
- Garde, R., K. Rahga Raju, Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems, Halsted Pr, 1986.
- Gyr, A. y K. Hoyer, Sediment Transport, A Geophysical Phenomenon, Springer, 2006.
- Graf, W. y M. Altinakar, Fluvial Hydraulics: Flows and Transport Processes in Channel of Simple Geometry, John Wiley and sons, 1998.
- Hadley, R., R. Lal, C. Onstad, D. Walling y A. Yair, Recent Developments in Erosion and Sediment Yield Studies, Technical Document in Hydrology, UNESCO, 1985.
- Hails, J. (editor), Applied Geomorphology, Elsevier Publishing Co., 1977.

- Hey, R., J. Bathurst y C. Thorpe (editors), *Gravel-Bed Rivers, Fluvial Processes, Engineering and Management*, John Wiley & sons, 1982.
- Julien, P. Y., *River Mechanics*, Cambridge University Press, 2002.
- Kondolf, G. M. y H. Piegay (editores), *Tools in Fluvial Geomorphology*, Wiley, 2003.
- Leopold, L., M. Wolman y J. Miller, *Fluvial Processes in Geomorphology*, W. H. Freeman, 1964.
- Linsley, R., J. Franzini, D. Freyberg y G. Tchobanoglous, *Water Resources Engineering*, McGraw-Hill, 1992.
- Maidment, D. (editor), *Handbook of Hydrology*, McGraw-Hill, 1993.
- Martín, J. P., *Ingeniería Fluvial*, Universidad Politécnica de Cataluña, 1997.
- Martín, J. P., *Ingeniería de Ríos*, Ediciones UPC, 2006.
- Martínez, E., *Hidráulica Fluvial*, Biblioteca Técnica Universitaria, 2001.
- Morris, G. Y J. Fan, *Reservoir Sedimentation Handbook*, McGraw-Hill, 1998.
- Ordóñez, J. I., *Hidráulica del Transporte de Sedimentos*, Universidad de los Andes, 1990.
- Ordóñez, J. I., *El Régimen del Flujo y la Morfología de los Cauces Aluviales*, UNAL, 2010.
- Partheniades, E., *Cohesive Sediments in Open Channels, Properties, Transport and Applications*, Butterworth-Heinemann, 2009.
- Petersen, M., *River Engineering*, Prentice-Hall, 1986.
- Pye, K. (editor), *Sediment Transport & Depositional Processes*, 1994.
- Raynor, S., D. Pechinor y Z. Kopaliany, *River Response to Hydraulic Structures, Technical Document in Hydrology*, UNESCO, 1986.
- Rodríguez, H., *Hidráulica Fluvial, Fundamentos y Aplicaciones*. Socavación, Editorial ECI, 2010.
- Shen, H. (editor), *River Mechanics*, Fort Collins, Colorado, 1971.
- Shen, H. (editor), *Sedimentation (Einstein)*, Fort Collins, Colorado, 1972.
- Shen, H. (editor), *Environmental Impacts on Rivers*, Fort Collins, Colorado, 1973.
- Simons, D. y F. Senturk, *Sediment Transport Technology, Water and Sediment Dynamics*, WRP, 1992.
- Van Rijn, L. C., *Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas*, Aqua Publications, 1993.
- U. S. Department of Interior, Bureau of Reclamation, *Erosion and Sedimentation Manual*, 2006.
- Vanoni, V. (editor), *Sedimentation Engineering*, ASCE, 1975.
- Watson, C., D. S. Beidenharn y S. H. Scott, *Channel Rehabilitation: Process, Design, and Implementation*, ERDC Vicksbury, Mississippi, 1999.
- Wohl, E., *Sustaining River Ecosystems and Water Resources*, Springer, 2018.
- Winkley, B., *Obras de Control Fluvial*, Universidad de los Andes, 1987.
- World Meteorological Organization, *Manual on Sediment Management and Measurement*, WMO-No. 948, Operational Hydrology Report No.
- World Meteorological Organization, *Management of Sediment-Related Risks*, 2011.
- Wu, W., *Computational River Dynamics*, Taylor and Francis Group, 2007.
- Yalin, M., *River Mechanics*, Pergamon Press, 1992.
- Yang, C. y C. Yang, *Sediment Transport: Theory and Practice*, McGraw-Hill, 1996.

Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Hydrology; Journals de la ASCE; Journal of Geophysical Research; Journal of Hydraulic Research; International Journal of Sediment Research

Sistema de Evaluación

2 Exámenes parciales (25% cada uno):	50%
Tareas, trabajos, laboratorios computacionales y proyectos	50%

Exámenes (50%): Los exámenes contendrán la evaluación de conceptos y el control de lecturas mediante preguntas de selección múltiple, y contendrán 1 o 2 ejercicios de planteamiento de ecuaciones y/o implementación de modelos y su solución mediante Matlab o Excel. Los exámenes se realizarán presencialmente de acuerdo a las instrucciones del profesor.

Tareas, trabajos, laboratorios computacionales y proyectos (50%): El curso tendrá un componente importante de tareas, trabajos, laboratorios computacionales y proyectos individuales y en grupo que se desarrollarán en clase y algunos de los cuales se finalizarán en casa y todos se entregarán a través de Bloque Neón (Brightspace). Después de la clase donde se desarrollan los laboratorios o ejercicios, o después de la fecha acordada de entrega, éstos se recibirán máximo antes de la siguiente clase en Bloque Neón. Todos los trabajos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc. No se reciben trabajos enviados al correo electrónico.

Material de clases: en Bloque Neón estarán disponibles las presentaciones de clase en formato pdf. Éstas son para uso exclusivo de los estudiantes del curso. En Bloque Neón habrá material de soporte adicional.

Aproximación de notas: la Nota Definitiva será la nota final ponderada según los anteriores porcentajes, expresada con décimas y centésimas (por ejemplo, si la nota final es 3.6783, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.6743, la nota definitiva será 3.67). Excusas: se recibirán excusas de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales si tienen un porcentaje igual o mayor al 10% de la nota total deberán ser entregadas a la secretaria del Departamento (Asistente Eliana Arévalo) y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria del curso será 3.0.

Una habilidad esperada en el curso es la de programar las soluciones de los problemas utilizando Excel o Matlab y utilizar un Software especializado como HEC-RAS y/o WASP.

Protocolo MAAD: El miembro de la comunidad que sea sujeto, presencie o tenga conocimiento de una conducta de maltrato, acoso, amenaza, discriminación, violencia sexual o de género (MAAD) deberá poner el caso en conocimiento de la Universidad. Ello, con el propósito de que se puedan tomar acciones

institucionales para darle manejo al caso, a la luz de lo previsto en el protocolo, velando por el bienestar de las personas afectadas. Para poner en conocimiento el caso y recibir apoyo, usted puede contactar a:

1. **Línea MAAD:** lineamaad@uniandes.edu.co
2. **Ombudsperson:** ombudsperson@uniandes.edu.co
3. **Decanatura de Estudiantes:** Correo: centrodeapoyo@uniandes.edu.co
4. **Red de Estudiantes:**
 - PACA (Pares de Acompañamiento contra el Acoso) paca@uniandes.edu.co -
5. Consejo Estudiantil Uniandino(CEU) comiteacosoceu@uniandes.edu.co

Ajustes Razonables

En este curso se tendrá en cuenta la política de ajustes razonables y la política de momentos difíciles para el semestre 2023 según la cual:

“Tomando en cuenta las circunstancias actuales y el que las actividades académicas serán presenciales, la política de ajustes razonables ya no tendrá en cuenta barreras de conectividad, así como tampoco barreras a causa de dificultades de salud física o mental, personales o familiares relacionadas al Covid-19 o a la situación de confinamiento. Mayor información en este enlace:

<https://decanaturadeestudiantes.uniandes.edu.co/ajustes-razonables-y-politica-momentos-dificiles>

Cada profesor o profesora tendrá autonomía para tener en cuenta en sus cursos la política de momentos difíciles de acuerdo con la situación que presente el/la estudiante y la forma en cómo esta impacte su proyecto académico.” (Vicerrectoría Académica, enero 2022).

Si usted lo considera necesario o importante, siéntase en libertad de informarme a mí como su profesor lo antes posible si existe, o se presenta en el desarrollo del curso, alguna barrera o dificultad, y si requiere de algún tipo de ajuste razonable para estar en igualdad de condiciones con los y las demás estudiantes. En ese caso envíeme un correo a la.camacho@uniandes.edu.co o por favor solicítame una cita para reunirnos por una plataforma virtual o presencialmente en mi oficina (ML776).

HIDRÁULICA DE RÍOS - PROGRAMA DETALLADO CLASES MAGISTRALES						
Sem	Día	Fecha	Sesión	Tema	Observación	
1	Lunes	23-Jan	1	Introducción al curso. Análisis geomórfico de sistemas fluviales. Transporte de sedimentos y morfodinámica. Ingeniería de ríos y acciones de control fluvial.	Lectura	
	Miércoles	25-Jan	2	Análisis geomórfico de sistemas fluviales. Conceptos clave en geomorfología fluvial.	GARS 2	
2	Lunes	30-Jan	3	Controles a escala de cuenca. Morfometría de cuencas hidrográficas. Clasificación geomorfológica de ríos.	GARS 3	
	Miércoles	1-Feb	4	Hidrología de cuencas hidrográficas y su relación con hidráulica fluvial.	GARS 4	
3	Lunes	6-Feb	5	Hidrología de cuencas hidrográficas y su relación con hidráulica fluvial.	GARS 4	
	Miércoles	8-Feb	6	Mecánica de fluidos e hidráulica para el transporte de sedimentos. Distribuciones de velocidad.	GARS 5 y STM 2.2	
4	Lunes	13-Feb	7	Mecánica de fluidos e hidráulica para el transporte de sedimentos. Relaciones de resistencia al flujo.	STM 2.2	
	Miércoles	15-Feb	8	Resistencia al flujo para fondo fijo y fondo móvil. Rugosidad de formas de lecho y vegetación. Balance de fuerzas.	STM 2.2	
5	Lunes	20-Feb	9	El régimen del flujo e hidráulica de ríos de montaña y de flujo torrencial.	RF 2 y 3	
	Miércoles	22-Feb	10	Propiedades de los sedimentos. Velocidad de sedimentación.	GARS 6 y STM 2.3	
6	Lunes	27-Feb	11	Introducción al transporte de sedimentos. Iniciación de movimiento. Diagramas de Shields y otros.	STM 2.4	
	Miércoles	1-Mar	12	Transporte de sedimentos. Modos de transporte.	STM 2.5	
7	Lunes	6-Mar	13	Transporte y carga de lecho.	STM 2.6	
	Miércoles	8-Mar	14	Examen Parcial 1 (25%) Clases 1 – 13		
8	Lunes	13-Mar	15	Formas de lecho.	STM 2.7	
	Miércoles	15-Mar	16	Formas de lecho, resistencia al flujo y transporte de sedimentos.	STM 2.8	
	Lunes	20-Mar	SEMANA DE RECESO			
	Miércoles	22-Mar				
9	Lunes	27-Mar	17	Carga de lavado, carga en suspensión.	STM 2.9	
	Miércoles	29-Mar	18	Ejemplo de cálculos profundidad-caudal y carga de sedimentos.	STM 2.9	
	Lunes	3-Apr	Semana Santa			
	Miércoles	5-Apr				
10	Lunes	10-Apr	19	Ejemplos de estimación de transporte total.	STM 2.10	
	Miércoles	12-Apr	20	Geometría hidráulica. Unidades geomórficas intracorriente.	GARS 7 y 8	
11	Lunes	17-Apr	21	Formas de la planicie de inundación y procesos. Diversidad de ríos.	GARS 9 y 10	
	Miércoles	19-Apr	22	Comportamiento fluvial - Salida de Campo opcional Sábado 22 de Abril	GARS 11	
12	Lunes	24-Apr	23	Evolución fluvial.	GARS 12	
	Miércoles	26-Apr	24	Impactos antropogénicos en sistemas fluviales. Ingeniería de ríos.	GARS 13 y RChR 1	
13	Lunes	1-May	Festivo			
	Miércoles	3-May	25	Estabilidad de bancas y lecho en ríos.	RChR 2	
14	Lunes	8-May	26	Acciones de control fluvial. Procedimiento de diseño de revestimientos y protección de orillas.	RChR 3	
	Miércoles	10-May	27	Tipos de revestimientos y fórmulas de diseño.	RChR 4	
15	Lunes	15-May	28	Uso de filtros granulares y geotextiles.	RChR 5	
	Miércoles	17-May	29	Aspectos constructivos y procedimientos de mantenimiento de revestimientos y protección de orillas.	RChR 6 y 7	
16	Lunes	22-May	Festivo			
	Miércoles	24-May	30	Examen Parcial 2 (25%) Clases 15 – 29		

NOTA: Cada estudiante es responsable de la preparación de la clase correspondiente mediante la lectura del material respectivo del texto, de otros libros pertinentes y de material puesto en Bloque Neón. **GARS**: Geomorphic Analysis of River Systems K. Fryirs y G Brierley; **STM**: Sediment Transport and Morphodynamics - Chapter 2 SH - M. García; **RF** : El régimen de flujo y morfología de los cauces aluviales - JI Ordoñez; **RChR**: River and channel revetments A design manual - M. Escarameia HR Walingford.