

## HIDROLOGÍA

ICYA 3401

Programa del Curso

Segundo Semestre de 2021

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

Horario Atención Estudiantes: Lunes 11:00 am a 12:30 pm o Miércoles 10:30 am - 11:30 am o solicitar cita en otro espacio

[la.camacho@uniandes.edu.co](mailto:la.camacho@uniandes.edu.co)

Asistentes graduados: Rafael Bracamonte: [ra.bracamonte@uniandes.edu.co](mailto:ra.bracamonte@uniandes.edu.co)

Humberto Santiago Morrillo: [hs.morrillo@uniandes.edu.co](mailto:hs.morrillo@uniandes.edu.co)

Monitores por asignar

Clase magistral: Lunes 2:00 a 3:15 pm virtual por zoom: <https://zoom.us/j/3104764861> y

Miércoles 2:00 a 3:15 pm SD-801 presencial con transmisión <https://zoom.us/j/3104764861>

Sesiones de Trabajo Asistido virtual por zoom: Sección 1 Lunes 17: 00- 17:45; Sesión 2 Martes 15:30 – 16:15; Miércoles 17:00 – 17:45; Jueves 15:30 – 16:15; Jueves 17:00 – 17:45

### Descripción, objetivos y metas

Los estudiantes del curso se familiarizarán con los aspectos meteorológicos y físicos que intervienen en el cálculo del balance hídrico de las aguas de la Tierra, su ocurrencia, circulación, distribución, sus propiedades químicas y físicas y su interacción con el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos y el ser humano. También se familiarizarán con la toma y análisis de datos hidrológicos y el planteamiento y utilización responsable de modelos y ecuaciones que permiten describir y cuantificar los diferentes flujos de agua y procesos del ciclo hidrológico tales como precipitación, intercepción, evaporación, transpiración, infiltración, y escorrentía. Se estudiarán entre otros temas el balance energético del planeta y la circulación atmosférica; fenómenos macroclimáticos y conceptos e impactos de variabilidad climática como el fenómeno del Niño y la Niña y del Cambio Climático Global; el tránsito de crecientes en embalses, ríos y cuencas; y conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo hidrológico y análisis de frecuencia de eventos hidrológicos extremos utilizados en el diseño hidrológico en ingeniería.

Al final del curso los estudiantes podrán:

- Identificar los diferentes procesos que componen el ciclo hidrológico y los fundamentos físicos que los gobiernan.

- Reconocer la importancia de la hidrología en la Ingeniería Civil y la Ingeniería Ambiental
- Reconocer la necesidad de redes de estaciones hidrometeorológicas y protocolos de medición
- Cuantificar con base en modelación matemática y/o datos los principales procesos hidrológicos
- Cuantificar parámetros o variables hidrológicas para el manejo o aprovechamiento de los recursos hídricos y diseño de obras hidráulicas
- Reconocer el carácter no determinístico presente en la hidrología y aplicar herramientas de probabilidad y estadística
- Reconocer el contexto hidroclimatológico colombiano y la incidencia de fenómenos macroclimáticos en éste

## 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. Las clases pretenden complementar texto y referencias, y no "recitarlo", por esto se recomienda la asistencia a las mismas. El curso tendrá un alto contenido de talleres computacionales llevados a cabo en las sesiones complementarias. Estos son ejercicios guiados que buscarán la familiarización del estudiante con herramientas modernas de análisis de datos hidrológicos y simulación mediante modelos computacionales. Durante el curso se realizarán tareas individuales y dos proyectos grupales, alguno de los cuales involucran datos de cuencas colombianas y herramientas computacionales.

## Referencias

El libro Texto del curso es:

Applied Hydrology, V. T. Chow, D. R. Maidment y L. W. Mays, McGrawHill, 1988.

Las referencias principales, la mayoría disponibles en la Biblioteca incluyen:

Shaw, E. M., (1994). Hydrology in Practice, 3ª Edición, Ed. Chapman & Hall

Beven K., J. (2001). Rainfall – Runoff Modelling The Primer, Ed. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.

Linsley, Kohler y Paulus (1976). Hidrología para Ingenieros, Ed. McGrawHill, Bogotá

Bedient, P. B., Wayne, C. H. (1992). Hydrology and Floodplain Analysis, 2ª edición, Ed. Addison-Wesley

Bras, R. (1990). Hydrology, an Introduction to Hydrologic Sciences, Ed. Addison-Wesley

Wagener T., Wheeler H.S., Gupta H.V. (2004). Rainfall – Runoff Modelling in Gauged and Ungauged Catchments, Ed. Imperial College Press, London

Rientjes, T.H.M., Boekelman, R.H. (2001). Hydrological Models, CThe4431, TUDelft, Delft University of Technology, Delft.

Anderson, M. y Woessner, W. Applied Groundwater Modeling Simulation of Flow and Advective Transport. Academic Press Inc. San Diego, California, USA, 1992.

Mays, L., Tung, Y. (1992) Hydrosystems Engineering and Management, McGraw Hill

- Maidment D. R. (1992). Handbook of Hydrology, Ed. McGrawHill, New York  
Eagleson, P. (1970). Dynamic Hydrology, Ed. McGrawHill, New York  
Serrano, S. (1997). Hydrology for Engineers, Geologists and Environmental Professionals, Ed. Hydrosience  
McCuen, R. (1998). Hydrologic Analysis and Design, Ed. Prentice-Hall

## Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Hydrology, Elsevier; Journals de la ASCE., Journal of Hydroinformatics

## Sistema de Evaluación

3 Exámenes parciales (20% cada uno):	<b>60%</b>
2 Proyectos grupales (10% cada uno)	<b>20%</b>
Tareas y ejercicios en clase	<b>10%</b>
Trabajo asistido	<b>10%</b>

*Exámenes:* Los exámenes contendrán la evaluación de conceptos y contendrán ejercicios de planteamiento y/o implementación de modelos y su solución mediante un modelo en Matlab o Excel o calculadora. Los exámenes se realizarán desde la casa virtualmente en la plataforma Bloque Neón de Brightspace.

*Tareas y ejercicios de clase:* El curso tendrá un componente importante de tareas y ejercicios individuales que se desarrollarán en clase y algunos de los cuales se entregarán a través de Bloque Neón (Brightspace). Después de la fecha acordada se recibirán entregas de tareas y ejercicios de acuerdo a las reglas acordadas previamente con el profesor. Todos los trabajos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc. En las clases virtuales se realizarán preguntas y se registrará la respuesta de los asistentes y se dará retroalimentación. Las respuestas correctas constituirán la nota de una tarea adicional.

*Proyectos:* se desarrollará en grupos dos proyectos de hidrología utilizando datos reales de cuencas colombianas. En cada proyecto el entregable será un informe de ingeniería y una sustentación oral con los profesores y asistentes graduados y la co-evaluación. Después de la fecha acordada se recibirán entregas de proyecto con las reglas acordadas previamente con el profesor. Para la sustentación deberá solicitarse por parte del grupo, después de entregar el informe de ingeniería, una cita por escrito al profesor en las fechas establecidas para la misma. La no asistencia de un integrante a la sustentación se calificará con nota de 0.0 a esta persona (no a todo el grupo). Todos los trabajos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc

*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.

En cada clase se realizará la filmación o grabación la cual estará únicamente disponible para los estudiantes del curso.

*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 secretaría del Departamento (Asistente Eliana Arévalo) y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria del curso será 3.0.

### Metas ABET esperadas como parte del curso

- Habilidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería. (a)
- Habilidad para diseñar y conducir experimentos, y para analizar e interpretar datos. (b)
- Habilidad para identificar, formular y solucionar problemas de ingeniería. (e)
- Habilidad para usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la profesión. (k)

Otra habilidad esperada en el curso es la de programar las soluciones de los problemas utilizando Excel o Matlab.

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

### Ajustes Razonables

En este curso se tendrá en cuenta la política de ajustes razonables y la política de momentos difíciles a las que hace referencia el documento aprobado por el Consejo Académico el 17 de Julio pasado en el cual se definió el sistema de calificación para el semestre 2020-2.

*“Los ajustes razonables tienen el objetivo de eliminar las posibles barreras, visibles o invisibles, que impiden el pleno goce del derecho a la educación. En las circunstancias actuales, el protocolo de*

*ajuste razonable se adapta para considerar las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes, incluyendo barreras de conectividad, de acceso a recursos tecnológicos apropiados, barreras de salud física y mental de los estudiantes o de sus familiares, que se agudizan en el confinamiento.”*

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, dentro de las señaladas anteriormente, y 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](mailto:la.camacho@uniandes.edu.co) ó por favor solicíteme una cita para reunirnos por una plataforma virtual.

**PROGRAMA DETALLADO DEL CURSO**

Sem	Día	Fecha	Sesión	Tema	Ref. texto	Notas	
1	Lunes	9-Aug	1	Introducción. Definición Hidrología. Oferta, demanda y gestión del agua a nivel de cuenca	1.1-1.5; 2.1-2.3		
	Miércoles	11-Aug	2	Ciclo hidrológico. Balance hídrico. Sistemas hidrológicos	2.1-2.3; 2.7-2.8		
2	Lunes	16-Aug	3	Festivo			
	Miércoles	18-Aug	4	La atmósfera y el agua. Radición solar, balance energético y circulación atmosférica	3.1 - 3.2		
3	Lunes	23-Aug	5	El fenómeno de El Niño			
	Miércoles	25-Aug	6	Clima y tiempo. Calentamiento global y cambio climático.			
4	Lunes	30-Aug	7	Humedad atmosférica. Agua precipitable.	3.1 - 3.2		
	Miércoles	1-Sep	8	Expansión y enfriamiento. Tasas adiabáticas. Viento	3.1 - 3.2		
5	Lunes	6-Sep	9	Precipitación: características, tipos. Medición	3.3 - 3.4; 6.1 - 6.2		
	Miércoles	8-Sep	10	Polígonos de Thiessen, isoyetas. Caracterización del régimen de lluvia. Escenarios de cambio climático	3.4		
6	Lunes	13-Sep	11	<b>PARCIAL 1 - Conexión virtual 20% (Sesiones 1 - 10, 9 clases)</b>			
	Miércoles	15-Sep	12	Geomorfología de cuencas y redes de drenaje. Estimación de parámetros geomorfológicos y relaciones de geometría hidráulica	5.7 - 5.8		
7	Lunes	20-Sep	13	Nivel de agua, medición. Aforos. Curvas de calibración	6.3		
	Miércoles	22-Sep	14	Curvas de duración y regionalización	6.3		
8	Lunes	27-Sep	15	Modelación lluvia-escorrentía. Modelo HBV	8.5 y 15.1 - 15.2		
	Miércoles	29-Sep	16	Amenaza y riesgo hidrológicos. Fdps en hidrología. Período de retorno	11.1 - 11.5		
	Lunes	4-Oct	<b>SEMANA DE RECESO</b>				
	Miércoles	6-Oct					
9	Lunes	11-Oct	17	Análisis de frecuencia de eventos hidrológicos máximos y mínimos. Caudal ambiental	12.1-12.4; 12.6		
	Miércoles	13-Oct	18	Análisis regional de frecuencias. Diseño hidrológico con extremos. Inundaciones	13.1 - 13.2, 9.1 - 9.2, 10.1 - 10.4	Oct. 15 : entrega nota 30%	
10	Lunes	18-Oct	19	Festivo			
	Miércoles	20-Oct	20	<b>PARCIAL 2 - Conexión virtual no presencial 20% (Sesiones 12 - 19, 7 clases)</b>			
11	Lunes	25-Oct	21	Hidrogramas e hidrogramas de escorrentía directa	5.1 - 5.6		
	Miércoles	27-Oct	22	Sistemas lineales. Hidrogramas unitarios. Convolución y deconvolución de hidrograma	7.1 - 7.8		
12	Lunes	1-Nov	23	Festivo			
	Miércoles	3-Nov	24	Hidrograma S. Transformación de HU. HU sintéticos	7.1 - 7.8		
13	Lunes	8-Nov	25	Tránsito hidrológico de crecientes en embalses y en tramos de ríos	8.1 - 8.4		
	Miércoles	10-Nov	26	Evaporación potencial. Transpiración. Relaciones agua-suelo-planta	3.5 - 3.6; 6.2		
14	Lunes	15-Nov	27	Festivo			
	Miércoles	17-Nov	28	Evapotranspiración potencial y real. Regionalización de la ETP	3.5 - 3.6; 6.2		
15	Lunes	22-Nov	29	Flujo de agua en el suelo. Ecuación de Richards	4.1 - 4.2		
	Miércoles	24-Nov	30	Infiltración. Balance hídrico del suelo en su zona radicular	4.3 - 4.4		
16	Lunes	29-Nov	31	<b>PARCIAL 3 - Conexión virtual 20% (sesiones 21 - 30, 8 clases)</b>	Bras : pp. 283-300		
	Miércoles	1-Dec	32	Flujo de agua en medios saturados. Aguas subterráneas			
<b>NO HABRÁ EXAMEN FINAL</b>							

**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 Sicua. Igualmente se insta a ver los videos previos a cada clase sugeridos en el programa semanal de actividades que estará disponible en Sicua con anterioridad.