

IB-0013. HIDROLOGÍA APLICADA

Carta al estudiante (I ciclo 2023)

1. Información general

Ciclo en programa de estudios: Cuarto año, décimo ciclo

Número de créditos: 3 créditos

Requisitos: IB-008 Edafología y Mecánica de suelos, IB-0045 Hidráulica, IB-0049 Estadística y Diseño Experimental

Correquisitos: No tiene

Tiempo de dedicación semanal: 9 horas

Horario de clase: K 16:00 a 18:50 (0112 IN) J 13:00 a 14:50 (0112 IN)

Horas en clase teoría_3_h práctica_2_h

Horas fuera de clase teoría_1_h práctica_3_h

Tiempo de dedicación __9__ h

Modalidad: Presencial y se hará uso de la plataforma de Mediación Virtual

Profesor:

Alejandra Rojas González, alejandra.rojasonzalez@ucr.ac.cr, Tel. 2511-5395, Ofic. 603,
Horario de atención a estudiantes: K 13:00-14:30 y J 15:00 -16:00

Atributos de egreso evaluados en el curso

Atributo	Indicador	Nivel	Código
Medio Ambiente y Sostenibilidad (MS)	1	Desarrollo	MS01D
Análisis de problemas	1	Desarrollo	AP01D
Utilización de herramientas modernas de ingeniería	2	Avanzado	UH02A

Unidades de acreditación del curso

Rubro	UA declaradas
Ciencias de la Ingeniería	X
Diseño en Ingeniería	X

ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030)

ODS-6: Agua limpia y Saneamiento

ODS-13: Acción por el Clima

Fecha de última revisión: 8 de marzo 2023.

2. Justificación del curso

El agua es un importante recurso para la vida, el desarrollo de los sistemas productivos y la sostenibilidad de los ecosistemas. Sin embargo, la distribución es heterogénea espacial y temporalmente, existe un mal uso del recurso y una sobreexplotación de los sistemas que ponen en riesgo su sostenibilidad en el tiempo con las cantidades y calidades requeridas para cada uno de los usuarios del agua. La comprensión del ciclo hidrológico y sus procesos es la base del diseño ingenieril y del manejo adecuado del recurso en el área de aguas y suelos de la carrera de Ingeniería de Biosistemas.

Este curso se encuentra a nivel de cuarto año donde se pretende potenciar los conocimientos adquiridos en mecánica de fluidos, hidráulica general, estadística y sistemas de información geográfica para ser aplicados en la dinámica del agua dentro del sistema hidrológico tanto superficial como subterráneo. Se desarrollarán principios fundamentales del balance hídrico, manipular y analizar información hidrometeorológica y su aplicación en problemas de ingeniería. Temas como el ciclo hidrológico y sus principales procesos incluyendo: precipitación, evaporación, transpiración, aguas subterráneas, movimiento del agua a través del medio poroso y superficial, escorrentía, probabilidad de eventos, tránsito de crecientes y diseño hidrológico serán ampliamente desarrollados en clase. Además, se tratarán temas actuales relevantes al sistema hidrológico, su interacción con la sociedad, la legislación nacional, así como su modelaje punto base para los diseños hidrológicos.

Este curso tiene un enfoque en el entendimiento y aplicación de los procesos físicos del ciclo hidrológico a escala de cuenca, así como su interrelación con la gestión de cuenca y de riesgos climáticos. Se trabajará por medio de clases presenciales y clases prácticas donde se desarrolla la teoría combinada con la realización de ejercicios prácticos y de diseño para la gestión, uso y conservación de los recursos hídricos a través del modelaje de cuencas usando softwares como ArcGIS, HEC-HMS y complementarios.

Así mismo se estará utilizando la plataforma de Mediación Virtual para los materiales del curso, presentar tareas, visualizar contenidos multimedia, mantener la comunicación con los estudiantes mediante un foro de consultas y desarrollar temas de interés nacional en el ámbito del recurso hídrico y la hidrología.

3. Objetivos

Objetivo general: *Profundizar en los conocimientos relativos a los procesos hidrológicos para realizar estimaciones cuantitativas de la respuesta de una cuenca hidrográfica a*

eventos de precipitación donde se pueda entender y abstraer la realidad del entorno, llevarla a cuantificaciones hídricas y generar soluciones prácticas de mitigación de la mano con los principios de la gestión hídrica y de riesgos climáticos.

Objetivos específicos: al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

1. Conocer los elementos fundamentales de la gestión del recurso hídrico y de riesgos climáticos para disminuir pérdidas y daños por el cambio climático.
2. Desarrollar los métodos avanzados de adquisición, tratamiento e interpretación de datos de los componentes del ciclo hidrológico.
3. Describir y caracterizar una cuenca en base a sus variables fisiográficas y climáticas.
4. Aplicar los conceptos del análisis estadístico y probabilístico de datos en el diseño de sistemas hidrológicos.
5. Desarrollar los conceptos y metodologías propias de los procesos hidrológicos.
6. Aplicar modelos de precipitación-escorrentía y flujo base para estimar hidrogramas de salida de una cuenca para el diseño hidrológico y evaluación de cuencas.
7. Solucionar problemas relacionados al ciclo hidrológico y sus componentes.
8. Evaluar un sistema hidrológico, generar soluciones y/o medidas de mitigación.

4. Contenido del curso y cronograma:

El contenido descrito está distribuido según los temas. Distribución de los temas es tentativa y sujeta a modificaciones. Dada la diversidad de temas, será necesario estudiar en varios libros que se recomendarán al estudiante y que se hallen disponibles en la biblioteca o con el profesor.

Lecciones

Semana (fecha)	Tema	Actividades
1.(13-19 marzo)	TEMA 1. CICLO HIDROLÓGICO Y SU GESTION ANTE EL CAMBIO CLIMATICO 1.1 Principios y ciclo hidrológico 1.2 Gestión integrada del recurso hídrico	<i>Lectura del Programa, Asignación de lecturas de investigación. Temas 1.1-1.2 Taller caso de estudio GIRH.</i>
2.(20-26 marzo)	1.3 Gestión Integrada de riesgos climáticos para reducción de pérdidas y daños por Cambio Climático	<i>Temas 1.3 Asignación de Ejercicios Taller Gestión Integrada de riesgos climáticos.</i>
3. (27marzo- 2 abril)	TEMA 2. CUENCA 2.1 La cuenca como unidad de estudio y su determinación. 2.2 Factores morfológicos de una cuenca 2.3 Principios para la modelación hidrológica	<i>Tema 2.1-2.3 Ejercicios SIG con ArcGISPro. Tarea de Cuenca</i>

4. (3-9 abril)	SEMANA SANTA	
5.(10- 16 abril)	TEMA 3. MEDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS 3.1 Medición de datos hidrológicos. 3.2 Tipos y formas de precipitación 3.3 Precipitación puntual	<i>Clases magistrales, asignación Lecturas y video de Tema 3. Ejercicios de tema 3. Presentación 1 de Tópico de Hidrología por estudiantes. Quiz Tema 2</i>
6.(17-23 abril)	3.4 Precipitación media sobre un área. 3.5 Monitoreo de caudales 3.6 Métodos para verificar consistencia de información: 3.6.1 Análisis de doble masa y correlación 3.6.2 Técnicas para completar datos faltantes	<i>Clases magistrales, lecturas y video de Tema 3. Ejercicios de tema 3 Presentación de Tópico de Hidrología por estudiantes Tarea Tema 3</i>
7.(24-30 abril)	TEMA 4. MÉTODOS DE CÁLCULO DE EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN 4.1 Proceso y métodos de evaporación 4.2 Transpiración (procesos y factores que afectan)	<i>Ejercicios de tema 4 Presentación 2 de Tópico de Hidrología por estudiantes Quiz tema 3</i>
8.(1-7 mayo)	Examen 1 (2 de Mayo) Temas: 1-3 4.3 Métodos de cálculo de Evapotranspiración potencial: FAO Penman-Monteith Hargreaves Samani 4.4 Evapotranspiración real de los cultivos	<i>Martes Examen 1 Presentación y Ejercicios Tema 4. Presentación 3 de Tópico de Hidrología por estudiantes</i>
9.(8–14 mayo))	TEMA 5. ABSTRACCIONES 5.1 Propiedades del suelo y del agua en el suelo 5.2 Hidrología de la zona saturada y no saturada 5.2. Almacenamiento en depresiones y en cobertura.	<i>Charlas Magistrales Ejercicios Tema 5 Presentación 4 de Tópico de Hidrología por estudiantes</i>
10.(15 -21 mayo)	5.5. Cálculo de Infiltración: ecuación de Horton, Green-Ampt, Philip, etc. 5.6. Método NRCS para abstracciones 5.7. Distribución temporal de las abstracciones	<i>Martes Clase Asincrónica: Ejercicios Tema 5</i>
11.(22–28 mayo)	TEMA 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DE PROBABILIDAD 6.1 Parámetros estadísticos 6.2 Funciones y distribuciones de probabilidad 6.3 Ajuste de una distribución de Probabilidad 6.4 Análisis de frecuencia y gráficas de probabilidad	<i>Martes Asincrónica: Actividades de Tema 5 Ejercicios Tema 5 Presentación 5 de Tópico de Hidrología por estudiantes</i>
12.(29 mayo- 4 junio)	6.5 Bondad de ajuste y confiabilidad y Prueba de datos dudosos	<i>Martes: Clase Asincrónica: Actividades de Tema 6</i>

	6.6 Curvas Intensidad Duración Frecuencia Examen 2 (1 Junio) Tema 4-5	Ejercicios Tema 6
13.(5–11junio)	TEMA 7. HIDROGRAMAS 7.1 Componentes de un Hidrograma 7.2 Flujo base y métodos de separación 7.3. Relaciones de tiempo del Hidrograma (tiempo de concentración y retardo) 7.4. Hidrogramas Unitarios	Clase Tema 7 Ejercicios Tema 7 Tarea Tema 6
14.(12-18 junio)	TEMA 8. MODELOS DE SIMULACIÓN HIDROLÓGICA 8.1. Introducción a los modelos hidrológicos 8.2. Introducción a HEC-HMS 8.3. Configuración de un modelo hidrológico	Clase magistral Clase demostrativa Tema 8. Tarea Tema 7 Taller de modelo hidrológico
15 (19-25 junio)	8.4. Análisis de eventos extremos y continuos	Taller de modelo hidrológico
16 (26 junio -2 julio)	8.4. HEC-HMS Casos de estudio	Taller de casos de modelación
17 (3 julio – 9 julio)	Presentación del Trabajo Final (4 de julio)	Presentación MODELO
18 (10- 16 julio)	3 Examen Parcial: martes 11 julio: Temas 6-8	Examen 3: martes 11 julio
	Examen de Ampliación 20 julio	

5. Metodología del curso.

Se utilizará la plataforma institucional Mediación Virtual para colocar los documentos y vídeos del curso. Además, se usará para realizar tareas, exámenes y talleres. Las clases se desarrollarán bajo la modalidad presencial como se indica en la sección de contenido de curso y cronograma. Se cuenta además con un fuerte componente práctico, que consiste en ejercicios, en los que los estudiantes pondrán en práctica lo aprendido en la teoría y se familiarizarán con la resolución de los problemas y herramientas computacionales como ArcGIS Pro, GoogleEngine y HEC-HMS, entre otros.

Las sesiones de trabajo serán semanales de forma presencial en el horario establecido y serán destinadas a la realización de ejemplos prácticos y explicación de contenidos, además el estudiante deberá de destinar tiempo para realizar trabajos, tareas, lecturas y horas de estudio de forma asincrónica. Se asignarán prácticas extra-clase a lo largo del semestre (Tareas), las cuales el estudiante deberá desarrollar y presentar al profesor en la fecha estipulada en el

entorno de Mediación Virtual.

Este curso se desarrollará de forma presencial, en donde se tendrá una participación de 100 % en los horarios establecidos y se designará trabajo asincrónico para ir desarrollando los contenidos del curso. Además, se llevarán a cabo tres exámenes parciales, los cuales evaluarán los temas correspondientes a cada una de las tres etapas que conforman el curso, los cuales se realizarán y presentarán en la plataforma de Mediación Virtual.

El curso incluye también el desarrollo de talleres donde se discutirá un caso de estudio y/o leyes relacionadas al Recurso Hídrico, éste se deberá desarrollar en las fechas establecidas de forma presencial y en trabajo en grupos, los cuales serán entregados en el entorno de Mediación Virtual.

Se realizará una investigación científica sobre temas concernientes a la hidrología donde el estudiante deberá leer al menos tres artículos científicos relacionados al tema para conformar su investigación a nivel internacional y un caso de aplicación a nivel nacional, esto se presentará en clase mediante una presentación sincrónica en los horarios establecidos de clase y en el entorno de Mediación Virtual, con el cual se busca que el alumnado conozca temas de relevancia en torno al recurso hídrico.

Al finalizar el semestre el estudiante estará capacitado de desarrollar una problemática de cuenca y poder abstraerla y representarla en un modelo hidrológico donde desarrollará y podrá visualizar el comportamiento de esta ante diferentes escenarios o medidas de mitigación, esto con la ayuda de técnicas computacionales como sistemas de información geográfica, modelos hidrológicos, análisis estadísticos y probabilísticos.

6. Evaluación

En todos los criterios de evaluación, los temas vistos en los cursos anteriores (cursos requisitos) relacionados con la estructura y presentación de datos y trabajos, así como la ortografía y orden, formará también parte del porcentaje del final de la nota obtenida en la cada una de las siguientes evaluaciones. Todas las evaluaciones y entrega de trabajos se realizarán en la Plataforma de Mediación Virtual, favor realizar las entregas con tiempo previendo posibles problemas de conexión de internet.

Detalle	%
1. Tareas (Un mínimo de 3 tareas)	10
2. Exámenes Parciales (3 Parciales)	42
3. Talleres GIRH y GRC	5
4. Investigación sobre tópicos de Hidrología	4

5. Quices	9
6. Trabajo Final:	
i. Avances 2 (10 %)	
ii. Trabajo escrito final (18 %)	30
iii. Presentación final (2 %)	
TOTAL	100

El estudiante que obtenga una calificación final de 6,0 ó 6,5, tiene derecho a realizar una prueba de ampliación (examen). El estudiante que obtenga en la prueba de ampliación una nota de 7,0 o superior, tendrá una nota final de 7,0. En caso contrario, mantendrá el 6,0 ó 6,5, según corresponda.

6.1 Tareas

Cada una de las tareas consistirá en ejercicios prácticos y de diseño extra-clase, contará con un enunciado que el profesor entregará a los estudiantes según el cronograma del curso. Éste incluirá las instrucciones de la práctica, requisitos del informe, la fecha de entrega y los rubros a evaluar. No se aceptarán entregas tardías de los documentos solicitados, en ninguna circunstancia. Todas las tareas deben ser escritas en una forma profesional con gramática, ortografía y puntuación correctas.

Todas las tareas deben ser subidas al Entorno de Mediación Virtual del curso en el rubro destinado al particular para la fecha que se indique. Todas las tareas deben de ser presentadas como en un documento con formato Word.doc o Adobe Acrobat.pdf donde claramente responda a cada pregunta y muestre el trabajo realizado para llegar hasta la respuesta. Cualquier gráfico relevante, tablas y ecuaciones que validen su respuesta deben de ser incluidas en el documento y deben de ser numeradas, mencionadas y tituladas adecuadamente. Si usted no explica suficientemente su trabajo, solo conseguirá notas parciales y ningún punto por respuestas incorrectas. Usted puede y probablemente deba añadir material adicional al reporte (ej. Hojas de cálculo bien organizadas y tituladas y otros cálculos) para justificar su respuesta. Todas las tareas deben ser en formato que se pueda imprimir en hojas estándar de 8.5" por 11".

Solo en casos justificados (que tenga problemas con la computadora o el internet) se recibirán tareas realizadas a mano, en este caso debe ser con letra legible y clasificadas adecuadamente, preferiblemente en un documento de Word.

6.2 Exámenes parciales

Se realizarán de forma presencial, en horas clase, según lo establecido en el cronograma y serán de carácter individual. Las reposiciones se realizarán en una fecha a convenir con el profesor y se realizarán en horas extra-clase. El material necesario para la ejecución de cada prueba, así como otros aspectos de interés se indicará con al menos cinco días hábiles previo

a realización de éstas. Las pruebas podrán constar de más de una parte y ser ejecutadas en sesiones diferentes.

Se recuerda a los estudiantes que los exámenes y las tareas son individuales y que si por algún motivo se evidencia plagio o archivos de hojas de cálculo iguales se notificará a la Dirección de la Escuela para su respectivo proceso y perderá por completo la calificación en el documento que así lo evidencie (REGLAMENTO DE ORDEN Y DISCIPLINA DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, Capítulo 2, Artículo 5)

6.3 Talleres

Se realizarán dos talleres donde se discutirán políticas o Leyes referentes al agua, casos de estudio relacionados al agua y cambio climático. Estos talleres se desarrollarán de forma presencial en clase y trabajados en tiempo extra-clase por los grupos. El resultado debe ser entregado en el entorno de Mediación Virtual y presentado en clase. Adicional la participación en los talleres de validación será tomada en consideración para la nota, con los aportes correspondientes. No se aceptarán entregas fuera de las fechas establecidas.

6.4 Investigación en tópicos de hidrología

Cada estudiante leerá al menos tres artículos científicos o lecturas importantes en las fechas establecidas por el profesor, relacionadas a la Ingeniería de manejo de aguas y/o Hidrología. Se solicitará realizar un resumen de su investigación con: Introducción, Metodología, Resultados, Conclusiones y plasmar su opinión explicando ¿cómo esos se relacionan con el tópico, con el curso y/o con su profesión o con el entorno costarricense/latinoamericano. Además, deberá realizar una breve presentación a la clase de la investigación realizada en el horario de clases y subir el material solicitado por el profesor al entorno de Mediación Virtual de tal forma que esté disponible antes de la hora de la clase de presentarse problemas con el internet.

La calificación obtenida dependerá de la calidad del abordaje, gramática, ortografía, exposición y dominio del tema. Los artículos, el resumen y su opinión serán subidos a la plataforma Mediación Virtual del curso en forma de Glosario. Al terminar el curso se tendrá un Glosario con temas diversos en áreas de interés. No se aceptarán entregas luego de las fechas establecidas.

Temas posibles

1. Restauración y Conservación de suelos
2. Riego
3. Inundaciones
4. Aguas Subterráneas
5. Balance hídrico

6. Cambio Climático
7. Movilización de Contaminantes
8. Caudal ecológico
9. Modelaje de cuencas y su calibración
10. Drenaje
11. Sistemas de alerta temprana
12. Precipitaciones (densidad, distribución, modelado de lluvia etc)

6.5 Quices

Se realizarán quices de la materia cubierta en sesiones previas, las cuales serán notificadas por el profesor la clase anterior. Estos quices se realizarán para verificar la comprensión de la materia y el desarrollo adecuado de los contenidos.

6.6 Trabajo Final

El trabajo final consiste en la evaluación de una cuenca que presenta algún problema y necesita ser modelada para generar escenarios de mitigación ante fenómenos extremos. Este análisis requiere el uso de herramientas computacionales vistas durante la carrera como lo son los sistemas de información geográfica y otras que serán cubiertas en las clases. Este trabajo deberá ser escrito lo más apegado a la realidad laboral en este tipo de informes. Además, el estudiante deberá desarrollar un modelo geográfico y un modelo hidrológico donde realizará los cálculos correspondientes. El estudiante deberá de buscar en las primeras semanas una cuenca a trabajar durante el transcurso del curso e informarle al profesor su selección. Se recomienda ir trabajando en la misma conforme se van cubriendo los temas del curso. Las correspondientes entregas serán realizadas en la Plataforma de Mediación Virtual en las fechas establecidas.

7. Bibliografía

7.1 Obligatoria

Chow, V., Maidment, D. & Mays, L. (1994). Hidrología Aplicada. McGraw Hill Interamericana, S.A. (551.48 Ch552h).

7.2 Recomendada

Jain, Sharad, K., Singh, V. P. (2019). Engineering Hydrology: An Introduction to Processes, Analysis, and Modeling. New York, N.Y: McGraw-Hill Education. Web Sibdi.

Subramanya, K. (2008). Engineering Hydrology, Third Edition. Tata McGraw-Hill. Web.

Lawrence Dingman, S. (2015). Physical Hydrology. Third Edition, Waveland Press, Inc. Web.

- Shaw, E., Beven, K., Chappell, N., & Lamb, R. (2017). Hydrology in Practice, fourth edition. Web SIBDI.
- Fetter, C.W., (2014). Applied Hydrogeology (4 ed.). Pearson Education Limited. (551.49 F421a4 2014).
- Ward, A. & Trimble, S., Burckhard, S.R., Lyon, J.G. (2016). Environmental hydrology (3 ed.). Taylor & Francis Group. (551.48 W256e3)
- Viessman, W., & Lewis, G. L. (2002). Introduction to Hydrology (5 ed.). Prentice Hall. (551.48 I-61-i5).
- Carpena-Muñoz, R. & Ritter, A. (2005). Hidrología Agroforestal. Ediciones Mundi-Prensa. (551.48 M971h).
- Villón Béjar, M. (2004). Hidrología. (1 ed.). San José: Tecnológico de Costa Rica. (551.48 V762h).
- HEC-HMS Technical References.

8. Información adicional:

- a. Recuerde las medidas sanitarias que prevalecen durante la presencialidad debido a la pandemia.
- b. Conforme con el reglamento, el estudiante tendrá derecho a prueba de ampliación si la nota final del curso es mayor o igual a 6.0, sin excepciones.
- c. El plagio es totalmente inadmisibles, y cualquier similitud de forma o fondo del material evaluado anulará la calificación y se considerará como no entregado sin derecho a reposición. Copiar de un compañero o plagiar cualquier trabajo de forma total o parcial implicará la pérdida automática del curso. Además, se aplicarán las sanciones y procedimientos del REGLAMENTO DE ORDEN Y DISCIPLINA DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.
- d. La ausencia a cualquier evaluación ya sea exámenes parciales, finales, o comprobaciones de lectura o pruebas cortas, deberá ser debidamente justificada de acuerdo a lo estipulado en el artículo 24 del REGLAMENTO DE RÉGIMEN ACADÉMICO ESTUDIANTIL. (No es necesario agregar la siguiente descripción)

RÉGIMEN ACADÉMICO ESTUDIANTIL. (No es necesario agregar la siguiente descripción)
“Cuando el estudiante se vea imposibilitado, por razones justificadas, para efectuar una evaluación en la fecha fijada, puede presentar una solicitud de reposición a más tardar en cinco días hábiles a partir del momento en que se reintegre normalmente a sus estudios. Esta solicitud debe presentarla ante el profesor que imparte el curso, adjuntando la documentación y las razones por las cuales no pudo efectuar la prueba, con el fin de que el profesor determine, en los tres días hábiles posteriores a la presentación de la solicitud, si procede una reposición. Si ésta



procede, el profesor deberá fijar la fecha de reposición, la cual no podrá establecerse en un plazo menor de cinco días hábiles contados a partir del momento en que el estudiante se reintegre normalmente a sus estudios. Son justificaciones: la muerte de un pariente hasta de segundo grado, la enfermedad del estudiante u otra situación de fuerza mayor o caso fortuito. En caso de rechazo, esta decisión podrá ser apelada ante la dirección de la unidad académica en los cinco días hábiles posteriores a la notificación del rechazo.

- e. El alumno deberá revisar el sitio del curso en Mediación Virtual-UCR (<http://mediacionvirtual.ucr.ac.cr>), en donde se colocarán avisos importantes y material de interés para el desarrollo del curso. Además, éste será el medio oficial para entrega de tareas, quices, prácticas extra-clase y el proyecto final.
- f. El cronograma es tentativo, por lo que estará sujeto a cambios con previo aviso, los cuales responderán al desarrollo del curso.
- g. El correo electrónico institucional funcionará como medio de comunicación, mediante el cual el profesor podrá dar anuncios a los estudiantes y proporcionar material de interés para el curso.
- h. SI EL PROFESOR LO CONSIDERA NECESARIO, No se permite el uso del teléfono celular en clase ni durante las pruebas cortas, a menos que el o la estudiante lo manifieste antes de iniciar la clase por alguna posible emergencia.