HIDROLOGIA

(2020)

IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

CODIGO	SEM 9º=Otoño 10º=Primavera	HT	HS	HP	HA	CR	REQUISITO	AREA DE FORMACION Y TIPO DE ASIGNATURA	UNIDAD RESPONSABLE
AG054	5	6		2	2	10	Estadística I Recursos Naturales Renovables	Formación Básica Obligatorio de Licenciatura	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y RNR

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA:

Esta asignatura está orientada a contribuir en los conocimientos y habilidades de los estudiantes de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables en el contexto de los recursos hídricos, como también a promover el desarrollo de actitudes socio-profesionales.

Dado que reconocemos que el agua es parte fundamental de la vida, creemos necesaria la comprensión de su comportamiento en la Tierra. Así entonces, en este curso el incremento de los conocimientos esperados es relativo a 1) los componentes del ciclo del agua y el medio físico en donde ésta circula; 2) en métodos para el análisis de las variables que forman parte del sistema hidrológico y 3) en herramientas para la gestión del recurso. Lo anterior bajo una visión en donde el agua es parte de un sistema ambiental complejo.

COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA: (Tipo: B=Básica G=Genérica E=Específica)

Los alumnos al terminar la asignatura, serán capaces de resolver problemas que involucren:

- a) la caracterización hidrológica de un área, (CE)
- b) la estimación de la disponibilidad de agua con una fuente determinada, (CE)
- c) el análisis de eventos hidrológicos extremos, (CE)
- d) el manejo básico de agua subterránea, (CE)
- e) la calidad de agua y (CE)
- f) normativa y modelos de gestión del agua (CG)

Además este curso busca contribuir en el desarrollo de capacidades para:

- a) el trabajo en equipo, (CG)
- b) el autoaprendizaje y (CG)
- c) el desarrollo socio-profesional por medio de discusiones grupales referentes a problemas de actualidad. (CG)

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS:

Este curso se dictará bajo una **modalidad virtual** en donde las alumnas y alumnos deben desarrollar gran parte del aprendizaje a través de auto-instrucción, complementando con sesiones de discusión grupal y exposiciones en el aula virtual. Además, mediante la realización de trabajos grupales prácticos, se busca el desarrollo de habilidades relacionadas con la temática del curso.

RECURSOS DOCENTES:

Guías teóricas para cada clase y de trabajo práctico de apoyo a la actividad docente teórica. Análisis de casos prácticos, presentaciones de contenidos y grabaciones de sesiones virtuales.

CONTENIDOS:

NORMATIVAS Y EXPLICACIÓN METODOLÓGICA DE LA ASIGNATURA

1. Introducción

- 1.1 Definición de hidrología y su importancia
- 1.2 El ciclo hidrológico
- 1.3 Sistemas y balance hidrológico
- 1.4 La visión sistémica - La cuenca

2. Morfometría de una cuenca

- 2.1 Relaciones lineales
- 2.2 Relaciones de áreas
- 2.3 Relaciones de relieve

PRECIPITACIONES

1. Fundamentos meteorológicos y formación de precipitaciones.

- 1.1 Factores meteorológicos
- 1.2 Formación de precipitaciones

2. Análisis de precipitaciones

- 2.1 Tipos de precipitaciones
- 2.2 Caracterización de las Precipitaciones
- 2.3 Análisis de frecuencia (probabilidades): métodos gráficos y analíticos
- 2.4 Período de retorno y riesgo
- 2.5 Ajuste de datos pluviométricos

- 2.6 Intensidad de lluvia
- 2.7 Curva intensidad-duración-frecuencia.

3. Variación de la precipitación en el tiempo

4. Efectos de las Precipitaciones: Sequías e inundaciones.

ESCORRENTÍA

1. Clasificación de la escorrentía

- 1.1 Superficial, subsuperficial y subterránea
- 1.2 Lluvia en exceso y precipitación efectiva y escorrentía
- 1.3 Medida en relación con tiempo y espacio, interpretación de datos

2. Hidrometría

- 2.1 Instrumentación en hidrometría.
- 2.2 Métodos de aforo
- 2.3 Técnicas de procesamiento de datos
- 2.4 Estadísticas de gastos medios y extremos mensuales

3. Métodos de estimación de escorrentía

- 3.1 Relaciones entre precipitación y escorrentía
- 3.2 Métodos basados en estadísticas pluviométricas

4. Estimación de crecidas

- 4.1 Fórmulas empíricas basadas en características geomorfológicas de las cuencas
- 4.2 Fórmulas de estimación en base a datos de precipitación
- 4.3 Métodos basados en estadísticas pluviométricas

5. Hidrograma

- 5.1 Análisis y separación de hidrogramas
- 5.2 Hidrograma unitario

EVAPOTRANSPIRACIÓN

1. Evaporación

1.1 Evaporación de agua desde una superficie libre

1.2 Factores que afectan la evaporación:

Gradiente de presión de vapor

Temperatura del aire

Radiación solar

Vientos

Presión atmosférica

2. Evapotranspiración

2.1 Coeficientes de cultivo

2.2 Variación espacial y temporal.

2.3 Estimación en una cuenca

1. Aguas Subterráneas

1.1 Generalidades

1.2 Origen y existencia de aguas subterráneas

1.3 Movimiento del agua subterránea

1.4 Evaluación y explotación de los recursos de agua subterránea

DIMENSIÓN AMBIENTAL

1. Caudal ecológico y ambiental

1.1. Conceptos

GESTIÓN DEL AGUA

1. Legislación y administración de las aguas en Chile

1.1 El Código de Aguas y su implicancia

1.2 Gestión del recurso, Organizaciones de Usuarios de Aguas.

PROFESORES y PARTICIPANTES (Lista no excluyente)

<i>Profesores</i>	<i>Departamento</i>	<i>Especialidad o área</i>
Rodrigo Fuster Gómez	Ciencias ambientales y RNR	Ciencias Ambientales, recursos hídricos
Juan Manuel Uribe (JU)	Ciencias ambientales y RNR	Clima

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE (Reglamento de evaluación del 25 de enero del 2013)

<i>Instrumentos</i>	<i>Ponderación</i>
Cátedra 1	25%
Cátedra 2	25%
Controles (8)	15%
Trabajos prácticos (2)	35%

- La asignatura deberá ser aprobada **tanto en su parte teórica como práctica por separado.**
- La calificación final corresponderá a la nota de presentación a examen (NPE) que tendrá una ponderación del 75% y el examen tendrá una ponderación del 25%
- **TODA** evaluación es recuperable.

Las justificaciones a inasistencias se rigen, a partir de marzo del 2011, por las normas entregadas por el Consejo Docente, que están disponibles en la pág. web de la Secretaría de Estudios de la Facultad. Sin embargo, en esta versión virtual, se registrará por lo indicado en el PROTOCOLO PARA CONDUCIR CLASES VIRTUALES EN LÍNEA SEMESTRE DE OTOÑO DE 2020.

<http://www.mi.antumapu.cl/images/informaciones/adjuntos/mmorag@uchile.cl/2020-3-27%20PROTOCOLO.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

Aravena, P 2006, 'Análisis Comparativo de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) de 31 estaciones pluviográficas ubicadas en la zona árida y semiárida de Chile', Tesis de grado Ingeniero Forestal, Universidad de Talca.

Biswas, A 2007, *¿A dónde va el mundo del agua?*, Centro del Tercer Mundo para Manejo de Agua AC, visto 27 marzo 2020, < <https://thirdworldcentre.org/es/publication/adonde-va-el-mundo-del-agua/>>

Chow, VT, Maidment, D y Mays, L 1994, *Hidrología Aplicada*, ed. Suárez, M, McGraw-Hill, Colombia.

Dirección General de Aguas (DGA), 2016. *Atlas del Agua*, Serie de Estudios Básicos DGA, S.E.B. Nº6 IISBN 878-7970-30-8, Santiago, Chile.

Espíldora, B, Brown, E, Cabrera, G e Isensee, P 1975, *Elementos de Hidrología*, ed. Centro de Recursos Hidráulicos, Universidad de Chile, Santiago.

Fuenzalida, H 1965, 'Hidrografía', en *Geografía Económica de Chile*, ed. Corporación de Fomento de la Producción, Universitaria, Chile, pp. 153-199.

Llamas, J 1993, *Hidrología General, principios y aplicaciones*, Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, España.

Little, C, Zambrano, M, Benítez, S y Rivera, A 2016, Capítulo 2: 'Aguas Continentales', en Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile . Comparación 1999 - 2015, ed. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, Santiago, pp. 115-166.

Quihao, W 2001, Modeling Urban Growth Effects on Surface Runoff with the Integration of Remote Sensing and GIS, *Environmental Management*, vol. 28, no. 6, pp. 737 – 748.

Ramírez, C 1998, 'Análisis comparativo de modelos para la estimación de precipitaciones areales anuales en períodos extremos', Tesis de grado Ingeniero Forestal, Universidad de Talca

Strahler, A 1994, *Geografía Física*, Ediciones Omega, Barcelona.

Rivano, F 2004, 'Análisis de eventos extremos de precipitación y su efecto en el diseño de drenaje superficial de tierras agrícolas del sur de Chile', Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Austral de Chile.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura) 2015, Hechos y cifras extraídos del informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo '*Agua para un mundo sostenible*', Paris, visto 6 marzo 2018, <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>>.

UNESCO, ROSTLAC. 1982. Guía Metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Alvarez-Garreton, C, Mendoza, PA, Boisier, JP, Addor, N, Galleguillos, M, Zambrano-Bigiarini, M, Lara, A, Puelma, C, Cortes, G, Garreaud, R, McPhee, J and Ayala, A. 2018. The CAMELS-CL dataset: Catchment attributes and meteorology for large sample studies – Chile dataset. *Hydrol Earth Syst Sci Discuss* 1–40. DOI: 10.5194/hess-2018-23

Bauer, C.J. 2015, *Canto de Sirenas. El derecho de aguas chileno como modelo para reformas internacionales*, El Desconcierto, Santiago, 320 p.

Petit, O. and Baron, C. 2009. Integrated Water Resources Management: From general principles to its implementation by the state. The case of Burkina Faso. *Natural Resources Forum* 33: 49-59.

Toledo, A. 2006, *Agua, hombre y paisaje*, Instituto Nacional de Ecología, México.

Schiermeier, Q. 2018, Dam removal restores rivers. *Nature* 557: 290-291.

PROGRAMACIÓN HIDROLOGÍA
Primer Semestre 2020

Clase	Fecha	Objetivos	Contenidos	Métodos	Evaluación
1	30 de marzo	<p>Dar a conocer el método de trabajo de la asignatura, constitución de los equipos de trabajo.</p> <p>Introducir el concepto de Hidrología, aspectos generales y su importancia dentro del estudio de los sistemas ambientales complejos.</p>	<p>Normativas y explicación metodológica de la asignatura Presentación Equipo de Práctico, Método de trabajo</p> <p>1.Introducción 1.1 Definición de hidrología y su importancia 1.2 El ciclo hidrológico 1.3 Sistemas y balance hidrológico 1.4 La visión sistémica - La cuenca</p>	<p>Entrega de programa.</p> <p>1. Clase expositiva Introdutoria</p> <p>2. Discusión final, el/la Recuser@ y la Hidrología</p> <p>3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura</p>	No hay
	02 de abril		Práctico 1	Ejercicio 1. Práctico de errores comunes.	
2	06 de abril	Incorporar al conocimiento de los alumnos y alumnas, los conceptos físicos de una cuenca y lograr el entendimiento de la relación de éstos con las variables hidrológicas dentro de esta unidad espacial	<p>2. Morfometría de una cuenca*</p> <p>2.1 Relaciones lineales 2.2 Relaciones de áreas 2.3 Relaciones de relieve</p>	<p>Auto instrucción</p> <p>Capítulo 1 Capítulo 2</p>	<p>Control 1a (sistema hidrológico)</p> <p>Control 1b Morfometría</p>
	09 de abril		Práctico 1b	Ejercicio 1b. Práctico Morfometría	
3	13 de abril	<p>Que los alumnos comprendan cómo se generan las precipitaciones y cómo influyen los diferentes factores ambientales.</p> <p>Comprender las relaciones entre las diferentes formas y tipos de precipitación con el comportamiento posterior del agua en la superficie terrestre.</p> <p>Conocer cómo se miden y caracterizan las precipitaciones en el tiempo y en el espacio, para comprender los usos de ésta información.</p>	<p>PRECIPITACIONES</p> <p>1. Fundamentos meteorológicos y formación de precipitaciones. 1.1 Factores meteorológicos 1.2 Formación de precipitaciones</p> <p>2. Análisis de precipitaciones 2.1 Tipos de precipitaciones 2.2 Caracterización de las Precipitaciones</p>	<p>1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios</p> <p>2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura</p> <p>3. Discusión grupal</p>	Control 2 precipitaciones [1ra Parte]

		Comprender el uso y tratamiento de la información histórica de precipitaciones para la generación de estimaciones de eventos futuros.	2.3 Análisis de frecuencia (probabilidades): métodos gráficos y analíticos 2.4 Período de retorno y riesgo 2.5 Ajuste de datos pluviométricos		
	16 de abril		Práctico 2	Ejercicio 2 Precipitaciones Tratamiento de datos, análisis de consistencia Entrega Trabajo práctico 1	
4	20 de abril	Comprender las relaciones entre intensidad de precipitación y la generación de caudales extremos y los efectos que puede producir este fenómeno. Conocer las variaciones extremas del ciclo hidrológico y como medir las distintas variables de éstas.	2.6 Intensidad de lluvia 2.7 Curva intensidad-duración-frecuencia. 3. Variación de la precipitación en el tiempo 4. Efectos de las Precipitaciones: Sequías e inundaciones	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura 3. Discusión grupal	Control Breve 2 (Intensidad de precipitaciones y sus efectos [Precipitaciones 2da parte])
	23 de abril		Práctico 3	Ejercicio 3. Precipitaciones, Análisis espacial.	
27 de abril		CLASE DE REFORZAMIENTO-RETROALIMENTACIÓN			
	30 de abril		Práctico 4 Recepción trabajos	Ejercicio 4. Intensidad duración frecuencia. (IDF)	Recepción T1
04 de mayo		PRIMERA EVALUACIÓN TEÓRICA			
	07 de mayo	Continuación Prueba 1			
6	LUNES 01 de junio	Entender el fenómeno de escorrentía en su globalidad, diferenciando claramente sus componentes, los factores que influyen en su formación y sus características espacio-temporales. Conocer los instrumentos de medición de caudales	ESCORRENTÍA 1. Clasificación de la escorrentía 1.1 Superficial, subsuperficial y subterránea 1.2 Precipitación efectiva 1.3 Medida en relación con tiempo y espacio, interpretación de datos	1. Clase expositiva 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	

		<p>Asociar el concepto de escorrentía con la estimación de caudales y las relaciones existentes con otros componentes del ciclo hidrológico.</p> <p>Entender algunos de los métodos de medición y estimación de caudales.</p> <p>Entender los parámetros físicos del cauce que determinan los caudales.</p> <p>Conocer la nomenclatura de datos hidrológicos</p>	<p>2. Hidrometría</p> <p>2.1 Instrumentación en hidrometría.</p> <p>2.2 Métodos de aforo</p> <p>2.3 Técnicas de procesamiento de datos</p> <p>2.4 Estadísticas de gastos medios y extremos mensuales</p> <p>3.3 Curvas de variación estacional</p> <p>3. Métodos de estimación de escorrentía</p> <p>3.1 Relaciones entre precipitación y escorrentía</p> <p>3.2 Métodos basados en estadísticas fluviométricas</p>		
	JUEVES 04 de junio		Práctico		
7	LUNES 08 de junio (VIDEO GRABADO)	<p>Comprender la expresión extrema de los caudales, como estimar su posible ocurrencia y analizar los efectos de este fenómeno en su entorno.</p> <p>Analizar la injerencia de las variables ambientales en la ocurrencia de las crecidas.</p> <p>Conocer y aplicar diferentes métodos para la medición de caudales extremos.</p>	<p>1. Estimación de crecidas</p> <p>1.1 Fórmulas empíricas basadas en características geomorfológicas de las cuencas</p> <p>1.2 Fórmulas de estimación en base a datos de precipitación</p> <p>1.3 Métodos basados en estadísticas fluviométricas</p>	<p>1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios</p> <p>2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura</p> <p>3. Discusión grupal</p>	
	JUEVES 11 de Junio		Práctico 5	Ejercicio 4. Gastos y curva de descarga (MATERIAL SUBIDO)	
8	LUNES 15 de Junio (VIDEO GRABADO)	<p>Conocer y comprender el uso del hidrograma unitario en el cálculo de caudales extremos.</p>	<p>1. Hidrograma</p> <p>1.1 Análisis y separación de hidrogramas</p> <p>1.2 Hidrograma unitario</p>	<p>1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios</p> <p>2. Auto instrucción a través de</p>	

				revisión bibliográfica y lectura 3. Discusión grupal	
	18 de junio		Práctico 6	Ejercicio 5. Escorrentía y estimación de caudales (transposición y correlaciones) + curva de variación estacional (MATERIAL SUBIDO)	
9	LUNES 22 de junio (VIDEO GRABADO)	Entender los fenómenos atmosféricos y físicos que determinan el fenómeno de la evapotranspiración. Entender el comportamiento espacial de la evapotranspiración y su injerencia en el ciclo hidrológico.	EVAPOTRANSPIRACIÓN (profesor JU) 1.Evaporación EV 1.1Evaporación de agua desde una superficie libre 1.2 Factores que afectan la EV. 2.Evapotranspiración ET 2.1 Coeficientes de cultivo 2.2 Variación espacial y temporal. 2.3 Estimación en una cuenca	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Discusión grupal 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	
	JUEVES 25 de junio		Práctico 7	Ejercicio 6. Crecidas (formula racional)+IDF (MATERIAL SUBIDO)	
	LUNES 29 de junio	FERIADO			
	JUEVES 02 de julio		Práctico 8	Ejercicio 4. Gastos y curva de descarga Ejercicio 5. Escorrentía y estimación de caudales (transposición y correlaciones)+curva de variación estacional	
	LUNES 06 de julio	Reforzamiento	Repaso Escorrentía Repaso Estimación de crecidas Repaso Hidrograma Unitario	1. Discusión grupal 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	<u>RECEPCIÓN T1*</u>

	JUEVES 09 de julio		Práctico 9	Dudas Ejercicio 4 y 5. Ejercicio 6. Crecidas (formula racional) + IDF Entrega T2	
10	LUNES 13 de julio 9:00 a 10:30	Comprender la clasificación y el comportamiento de las aguas subterráneas. Evaluar la disponibilidad de agua subterránea en el tiempo para una cuenca. Conocer otras dimensiones ambientales del caudal.	1. Aguas Subterráneas 1.1 Generalidades 1.2 Origen y existencia de aguas subterráneas 1.3 Movimiento del agua subterránea 1.4 Evaluación y explotación de los recursos de agua subterránea 2. Caudal ecológico	1. Clase expositiva 2. Discusión grupal 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	1.- Control Breve 4 (Escorrentía) 2.- Control Breve 5 (Aforos) RECEPCIÓN T1
	LUNES 13 de julio 10:45 a 12:15	Ejercicio 7 Balance Hídrico + ET			
	JUEVES 16 de julio	FERIADO			
	LUNES 20 de Julio	Receso			
	JUEVES 23 de Julio	Receso - <u>Devolución T1*</u>			
11	LUNES 27 de julio	Comprender cómo la legislación regula el uso del agua en Chile y cómo ésta es administrada por las Organizaciones de Usuarios de Aguas. Epílogo. Reflexionar sobre la hidrología en los sistemas ambientales complejos.	2. Legislación y administración de las aguas en Chile 1.1 El Código de Aguas y su implicancia 1.2 Gestión del recurso, OUAs Gestión Integrada de Recursos Hídricos	1. Clase expositiva 2. Discusión grupal 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura Devolución T1	1.- Control Breve 6 (Crecidas) 2.- Control Breve 7 (Evapotranspiración) RECEPCIÓN T2
	JUEVES 30 de julio		Práctico 10. Práctico Dudas		1.- Control breve 8 Aguas Subterráneas

LUNES 3 de Agosto	PRUEBA 2
JUEVES 6 de Agosto	Continuación Prueba 2
LUNES 10 de Agosto	Devolución T2 - Examen 1
JUEVES 13 de Agosto	Examen 2