

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**PROGRAMA DE CURSO**

**1. Identificación de la Actividad Curricular**

Nombre del curso	AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
Código	2777
Pre-Requisitos	617, 2310: Hidrología, interpretación de análisis instrumental ambiental
Semestre y Sección	SEXTO SEMESTRE; Sección "A"
Ciclo (año)	2024
Horas de Docencia Directa /Indirecta	16 semanas (16 horas de teoría, 32 horas de práctica)
Horario del curso:	Martes: 3:30 a 5.00 horas Miércoles: 3:30 a 5.00 horas
Créditos académicos (USAC)	4

**2. Datos del profesor**

<b>Nombre</b>	Dagoberto Alfredo Bautista Juárez
<b>Licenciatura</b>	Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.
<b>Maestría</b>	Master en Geología Master en Ingeniería Sanitaria con especialización de aguas residuales. Master en Ingeniería Sanitaria con especialización en Desechos Solidos Master en Ingeniería Sanitaria con especialización en Agua Potable Maestría en ciencia y tecnología en recursos hídricos Maestría en Gestión de Recursos Hidrogeológicos Especialidad en Hidrogeología
<b>Doctorado</b>	Doctor PhD en Ingeniería Geotécnica Doctor PhD en Geofísica Doctor en ciencia en Ingeniería Civil

**Correo electrónico**

[dagobertobautista@cunoc.edu.gt](mailto:dagobertobautista@cunoc.edu.gt)

### 3. Descripción de la Actividad Curricular.

En la actualidad, el déficit de agua potable para el abastecimiento de las ciudades es creciente. El aumento de la población, el descenso del nivel de la capa freática o nivel de agua de los pozos de agua, así como el aumento de la contaminación de fuentes de agua dulce como ríos y lagos, hacen que se realicen estudios de todas las fuentes de agua potable que se puedan utilizar. Una parte de la precipitación caída (en forma de lluvia, nieve o granizo) discurre por la superficie terrestre formando arroyos y ríos, lo que constituye la escorrentía superficial. Otra parte se infiltra en el terreno, rellenando poros y fisuras; cuando éstos se saturan, el agua fluye por gravedad hacia los manantiales, ríos o mares, dando lugar a la escorrentía subterránea.

Las aguas superficiales y las aguas subterráneas están muy relacionadas, pues es muy frecuente que el agua subterránea aflore en fuentes y manantiales para seguir un recorrido superficial, mientras que en otros casos el agua superficial se infiltra, pasando a formar parte del agua subterránea. En muchas ocasiones, los ríos superficiales sirven de desagüe natural a las corrientes subterráneas, por cuya causa aquéllos siguen llevando agua, aunque transcurran largos períodos de tiempo sin llover. La relación entre las aguas superficiales y subterráneas resulta muy patente en el curso de muchos ríos. Cuando el agua circula por el álveo de un cauce asentado sobre un terreno permeable no consolidado, una parte del caudal rellena los poros de ese terreno, formando un manto de aguas subálveas que discurre a la par del río superficial, Por tanto, en torno al río superficial fluye otro río subterráneo que discurre a mucha menos velocidad que el anterior. Cuando el nivel del agua se sitúa por debajo de la superficie del cauce, la totalidad del agua es subterránea. Desde el punto de vista de su explotación hay que tener en cuenta una serie de características diferenciales entre las aguas superficiales y subterráneas:

Es así que con el presente curso pretendemos integrar fuertemente los conocimientos científico-tecnológicos, de una manera ágil y didáctica, procurando que el estudiante se sumerja en el interesante mundo de la Hidrología-Hidrogeología y que conozca de primera opción, los mecanismos y técnicas que se utilizan hoy en día para su estudio.

Además, se espera que el estudiante tome conciencia de la importancia del recurso agua, para lo cual se pretende además que se pueda proyectar a la sociedad.

## 4. Competencias

### 4.1. Competencias Genéricas y Niveles de Dominio:

COMPETENCIAS. El estudiante al finalizar el curso AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS, estará en capacidad de:

El analizar las aguas superficiales que permite conocer sus puntos de recarga hídrica, calculando el agua de escorrentía y su comportamiento a la largo de una cuenca, y poder caracterizar el tipo del suelo, flora y pendiente para poder conocer, administrar y preservar el recurso hídrico.

Analizar por medio de métodos geofísicos las estructuras geológicas y las profundidades posibles de encontrar las aguas subterráneas sus almacenamientos que deben de ser estudiados para cuidar preservar y no sobreexplotar según su fuente de recarga hídrica es estudio de los acuíferos nos permite determinar el tipo de explotación de agua que podemos realizar para poder proyectar sus alcances.

## 4.2. Competencias Específicas y Niveles de Dominio:

Identificar las condiciones físicas del agua superficial y subterránea.

Ayudar en la vigilancia de los abastecimientos de agua para asegurarse que alcancen ciertos niveles de calidad. Cuando se descubre contaminación, los ingenieros ambientales trabajan con los hidrólogos-hidrogeólogos para establecer el necesario programa de muestreo.

Estimar el volumen de agua almacenada subterráneamente a través de mediciones de los niveles de agua en los pozos locales y estudiando la geología local. De esta manera, determinan la extensión, profundidad y espesor de los sedimentos y rocas con agua.

Aplicar el conocimiento técnico del conocimiento de agua para condiciones específicas de desastre, contaminación

## 5.0 Resultados de Aprendizaje

- Cálculo de Transmisividad
- Cálculo de Permeabilidad o conductividad hidráulica
- Cálculo del balance hídrico
- Determinación de aforos
- Cálculos de LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL
- Cálculos de estudios hidrológicos y hidrogeológicos
- Cálculo de Modelos de simulación

## 6.0 Contenidos

### MÓDULO 1

#### 1. INTRODUCCION Introducción a la hidrología superficial

- 1.1. Definición de Hidrología
- 1.2. Conceptos básicos
- 1.3. Cuencas de drenaje
- 1.4. Hidrometría: aforos en cursos fluviales
  - 1.4.1. Aforos
  - 1.4.2. Métodos de aforo
  - 1.4.3. Estaciones de aforo
  - 1.4.4. Curvas de gastos

#### 2. DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

#### 3. EL CICLO HIDROLÓGICO

- 3.1. Generalidades
- 3.2. Elementos que condicionan el ciclo hidrológico
- 3.3. Relaciones aguas superficiales – aguas subterráneas

#### 4. EL BALANCE HÍDRICO

- 4.1. Características generales
- 4.2. Elementos del balance hídrico
- 4.3. Establecimiento del balance hídrico

#### 5. ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS

- 5.1. Componentes del hidrograma
- 5.2. Objetivos del análisis de hidrogramas

#### 6. DEMANDA Y USOS DEL AGUA

#### 7. FÍSICA DE FLUIDOS

- 7.1. Propiedades físicas de los fluidos
- 7.2. Estática de fluidos
- 7.3. Cinemática de fluidos
- 7.4. Dinámica de fluidos
- 7.5. Energía

## MÓDULO 2

### 1. EL AGUA y EL SUELO

- 1.1. Generalidades
- 1.2. Distribución vertical del agua en el terreno
- 1.3. Tipos de agua
- 1.4. Parámetros de la humedad del suelo
- 1.5. Calidad de las aguas superficiales.
- 1.6. Criterios y normas de calidad del agua para distintos usos

### 2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

- 2.1. Textura
- 2.2. Estructura
- 2.3. Permeabilidad
- 2.4. Densidad aparente
- 2.5. Color
- 2.6. Calor

## MÓDULO 3

### 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Hidrogeología
- 1.2. Las aguas subterráneas

### 1.3. EXISTENCIA Y ORIGEN DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

### 2. LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS

- 2.1. La Geología
- 2.2. Tipos de rocas
- 2.3. Procesos que afectan a las rocas
- 2.4. Los suelos
- 2.5. La tectónica
- 2.6. Los mapas geológicos

### 3. PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS FUNDAMENTALES

- 3.1. Porosidad
- 3.2. Permeabilidad o conductividad hidráulica
- 3.3. Transmisividad
- 3.4. Coeficiente de almacenamiento

### 4. FORMACIONES GEOLÓGICAS COMO ACUÍFEROS

- 4.1. Clasificación de las formaciones geológicas
- 4.2. Tipos de acuíferos

### 5. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU FLUJO

- 5.1. Potencial hidráulico
- 5.2. Movimiento del agua en el terreno

### 6. ECUACIÓN GENERAL DEL FLUJO

- 6.1. Ley de Darcy
- 6.2. Ecuación de continuidad

### 7. SISTEMAS Y REDES DE FLUJO

- 7.1. Líneas de corriente
- 7.2. Trayectorias
- 7.3. Superficies equipotenciales

### 8. SUPERFICIES PIEZOMÉTRICAS

### 9. RELACIONES AGUAS SUBTERRÁNEAS-AGUAS SUPERFICIALES

### 10. MEDIDA DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO

- 10.1. Oscilaciones de los niveles piezométricos

#### MÓDULO 4

- 1.LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL
- 2.PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA

#### MÓDULO 5

##### Parte 1 - MODELOS DE SIMULACIÓN

- 1.- Modelos de simulación
- 2.- Posibilidades y limitaciones de los modelos de simulación
- 3.- Fundamentos matemáticos de los modelos de simulación
- 4.- Metodología de desarrollo de los modelos de simulación

### 7.0 Medios y Evaluación del Aprendizaje

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	ESTRATEGIAS EVALUATIVAS	PONDERACIÓN
RA1. Identifica y caracteriza los componentes de las aguas superficiales y aguas subterráneas del área objeto de análisis..	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clases prácticas y teóricas.</li><li>• Lectura y análisis de documentos.</li><li>• Investigaciones y exposiciones.</li><li>• Trabajos grupales de campo utilizando equipo Geofísico para el diagnóstico de la estructura geológica y hidrogeológicas(aguas subterráneas) dentro otros</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pruebas objetivas</li><li>• Tareas individuales y colectivas.</li><li>• Estudios Geofísicos(aguas subterráneas) y superficiales</li><li>• Hojas de trabajo/laboratorios.</li><li>• Examen Final</li></ul>	30% 15% 15% 10% 30%
RA2. Diagnostica y utiliza los diferentes equipos y herramientas de medición Geofísica para aguas subterráneas. Especialmente para los estudios hidrogeológicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabajos grupales de campo utilizando equipo Geofísico para el diagnóstico de la estructura geológica y hidrogeológicas(aguas subterráneas) dentro otros</li><li>• Trabajos grupales de campo utilizando equipo un Molinete Hidrométrico, El molinete hidrométrico es uno de los métodos más tradicionales y precisos para medir el caudal en ríos</li></ul>		
RA3. Identifica las características de las aguas superficiales y medición de caudales y aforos para estudios hidrológicos.			

## 8.0 Requisito de asistencia para exámenes finales y de recuperación.

Artículo 20. Normativo de Evaluación y Promoción de los estudiantes del Centro Universitario de Occidente. “Los requisitos para someterse a exámenes finales o de recuperación son: estar legalmente inscrito, tener asignado el curso, haber llenado el mínimo de puntos de zona que establece este Normativo, presentar su carné de estudiante, u otro medio de identificación a criterio del examinador, su recibo de haber pagado los derechos de exámenes y haber cumplido con el 80% de asistencia”. El estudiante debe obtener una zona mínima de 31 puntos, para someterse al examen final o recuperación. Página 6 de 7 Transc. D.A. 0260-2023 oct., 4 de 2023. El curso se aprueba con 61 puntos, siempre que en el examen final se obtenga 5 puntos mínimo del valor total del examen; Art. 27 Cap. IV, Normativo de Evaluación y Promoción de los estudiantes del CUNOC.

## 9.0 Recursos para el Aprendizaje

### 9.1 Tecnológicos:

Computadora	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisis del área de influencias del agua superficiales y subterráneas</li><li>• Por métodos geofísicos determinar la estructura geologica y de los mantos hidrogeológicos de la profundidad de los mismos</li></ul>
Equipos Geofísicos y equipos hidrológicos	

### 9.2 Bibliográficos:

- Arocha R (1980) Abastecimiento de agua (Teoría y Diseño). Editorial Vegas. Caracas,Venezuela. 284 pp.
- Arreola Muñoz, A. (s/f) El Manejo integral de cuencas: limitaciones de una política sectorial para la gestión territorial del agua. Instituto para el Desarrollo
- Sustentable en Mesoamérica, A.C. (IDESMAC).
- Bellino, Norberto O. Aguas subterráneas. Conocimiento y explotación. Instituto de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Bruijnzeel, L.A. (1990) Hydrology of moist tropical Forests and effects of conversion: a state of knowledge review. UNESCO, IAHS, Free University
- Amsterdam, 224pp.

Bruijnzeel, L.A. (1991) Hydrological impacts of tropical forest conversion. *Nature & Resources* 27 (2):36-45. Acaso, E., Martín-Loeches, M., Moya, M<sup>a</sup>. E., Ruíz, B., Calonge, A. (2006). Geología y geomorfología del Campus Externo de la Universidad de Alcalá. Cuadernos del Campus. Naturaleza y Medio Ambiente, N<sup>o</sup> 4. Vicerrectorado de Campus y Calidad Ambiental. UAH. Bartolomé, C. y Díaz-Santiago, G. (2005). Flora y vegetación espontánea del Campus Externo de la Universidad de Alcalá. Cuadernos del Campus. Naturaleza y Medio Ambiente, N<sup>o</sup> 1. Vicerrectorado de Campus y Calidad Ambiental. UAH. Fernández, M.J., Baz, A. (2005). Mariposas del Campus Externo de la Universidad de Alcalá. Cuadernos del Campus. Naturaleza y Medio Ambiente, N<sup>o</sup> 3. Vicerrectorado de Campus y Calidad Ambiental. UAH. López Camacho y Camacho, B (2001) Galerías de captación de agua en la Europa mediterránea. *Revista de obras públicas* , n 3414. Martín-Loeches, M., Sastre, A., Pastor, C. y Garcés, F. (1990) Diseño y puesta en marcha de una red de seguimiento de la calidad química y bacteriana del agua de los acuíferos aluviales de Alcalá de Henares y su alfoz. *Geolis*, Vol. IV, Fasc. 1 e 2. Lisboa. Rebollo, S. y Díaz-Aranda, L.M. (2005). Avifauna de la Universidad de Alcalá. Cuadernos del Campus. Naturaleza y Medio Ambiente, N<sup>o</sup> 2. Vicerrectorado de Campus y Calidad Ambiental. UAH. SGOP (1980). Informe sobre los recursos hídricos del subsuelo de Alcalá de Henares. SGOP, Inf. 07/80. MOPU. TRAGSA (1992). Estudio sobre la autosuficiencia del recurso hídrico para el mantenimiento del Real Jardín Botánico “Juan Carlos I”. Informe Interno. Villarroya, F. (1977). Hidrogeología regional del Neógeno detrítico y Cuaternario de la cuencadel río Henares. Tesis Doctoral. Editorial Universidad Complutense de Madrid, 1983.

**10.0 Cronograma.  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

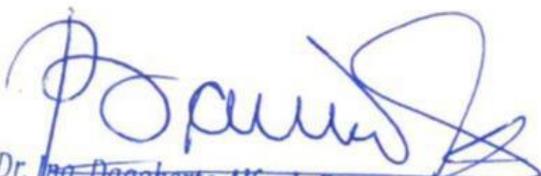
Semana	Actividades de Enseñanza-Aprendizaje y/o Actividades de Evaluación	P	M
1 (15 al 19 de julio)	<p><b>P:</b> Presentación, discusión, retroalimentación y calendarización de actividades según programa del curso. <b>RA1.</b></p> <p><b>P:</b> INTRODUCCION Introducción a la hidrología superficial <b>RA1.</b></p> <p><b>P:</b> Definición de Hidrología . 2. Conceptos básicos . <b>RA1.</b></p>	1  2	2
2 (22 al 26 de julio)	<p><b>P:</b> Cuencas de drenaje. <b>RA1.</b></p> <p><b>P:</b> Hidrometría: aforos en cursos fluviales <b>RA1</b></p> <p><b>P:</b> Aforos . Estaciones de aforo <b>RA1.</b></p>	2  2 2	
3 (29 de julio al 2 de agosto)	<p><b>P:</b> DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS <b>RA1.</b></p> <p><b>M:</b> Práctica de campo <b>RA2.</b></p>	2	2
4 (5 de agosto al 9 de agosto)	<p><b>P:</b> EL CICLO HIDROLÓGICO <b>RA2.</b></p> <p><b>M:</b> Relaciones aguas superficiales – aguas subterráneas <b>RA3.</b></p>	2	2
(12 de agosto al 16 de agosto)	<p><b>P:</b> EL BALANCE HÍDRICO <b>RA2 Y RA3</b></p> <p><b>M:</b> Práctica de campo <b>RA2.</b></p>	2	2
6 (19 de agosto al 23 de agosto)	<p><b>P:</b> ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS. <b>RA2.</b></p> <p><b>M:</b> Componentes del hidrograma. <b>RA2 Y RA3.</b></p>	2	2
7	<b>P:</b> DEMANDA Y USOS DEL AGUA <b>RA2.</b>	2	2

(26 de agosto al 30 de agosto)			
8 (2 de septiembre al 6 de septiembre)	<p><b>M:</b> Prácticas de campo USO DEL MOLINETE 1. <b>RA2.</b></p> <p><b>M:</b> Prácticas de campo para la medición DE RESISTIVIDAD APARENTE USANDO EQUIPO GEOFISICO METODO 2. <b>RA2.</b></p> <p><b>P:</b> Procesos fluviales de incisión, transporte y sedimentación. <b>RA2 Y RA3.</b></p> <p><b>P:</b> Concepto y modelos interpretativos. RA2 Y RA3.</p>	2 2 2	2
9 (9 de septiembre al 13 de septiembre)	<p><b>P:</b> EL AGUA y EL SUELO .<b>RA2.</b></p> <p><b>P:</b> PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO. <b>RA2</b></p>	2 2	
10 (16 de septiembre al 20 de septiembre)	<p><b>P:</b> . Hidrogeología. . <b>Las aguas subterráneas RA2.</b></p> <p><b>M:</b> EXISTENCIA Y ORIGEN DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS . <b>RA2</b></p>	2 2	2 2
11 (23 de septiembre al 27 de septiembre)	<p><b>P:</b> LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS. <b>RA2 y RA3.</b></p> <p><b>M:</b> PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS FUNDAMENTALES . <b>RA2 y RA3.</b></p>	2 2	2
12 (30 de septiembre al 4 de octubre)	<p><b>P:</b> Coeficiente de almacenamiento, FORMACIONES GEOLÓGICAS COMO ACUÍFEROS. <b>RA2 y RA3.</b></p> <p><b>M:</b> Contaminación de acuíferos. <b>RA2 Y RA3</b></p>	2 2	2
13 (7 de octubre al 11 de octubre)	<p><b>M:</b> Clasificación de las formaciones geológicas. <b>RA2 Y RA3</b></p> <p><b>M:</b> Contaminación y salinización de suelos. RA2 Y RA3</p>	2 2	2
14 (14 de octubre al 18 de octubre)	<p><b>P:</b> LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU FLUJO. RA3.</p> <p><b>M:</b> Movimiento del agua en el terreno. <b>RA2 Y RA3.</b></p>	2 2	2
15 (21 de octubre al 25 de octubre)	<p><b>P:</b> RELACIONES AGUAS SUBTERRÁNEAS-AGUAS SUPERFICIALES. <b>RA3.</b></p> <p><b>M:</b> MEDIDA DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO. <b>RA2 Y RA3.</b></p>	2 2	2

16 (28 de octubre al 1 de noviembre)	<b>P:</b> LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL, PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA. <b>RA3.</b> <b>M:</b> MODELOS DE SIMULACIÓN. <b>RA3.</b>	2 2	2
17 (4 al 8 de noviembre)	<b>M:</b> (evaluación final).		
18 (4 al 8 de noviembre)	<b>P:</b> Ingreso de actas finales		
(11 al 15 de noviembre)	<b>P:</b> Primera recuperación		
	<b>P:</b> Ingreso de notas de recuperación.		

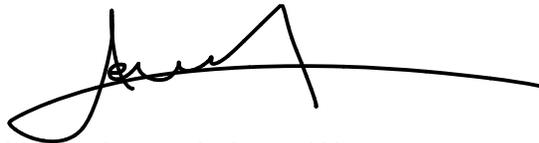
P: Actividad presencial.

M: Actividad Mixta



Dr. Ing. Dagoberto Alfredo Bautista  
COLEGIADO 1,386  
ESPECIALIDAD HIDROLOGIA,  
HIDROGEOLOGO, GEOTECNIA  
Y GEOFISICA

Dagoberto Alfredo Bautista Juárez.  
Docente del Curso AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS  
División de Ciencia y Tecnología  
CUNOC-USAC.



Vo.Bo. Jesús de León Wannam  
Coordinador de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
División de Ciencia y Tecnología  
CUNOC-USAC.

