



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

## **Programa de Taller de Técnicas de Medición en Hidrología e Hidráulica**

### **1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Taller de Técnicas de Medición en Hidrología e Hidráulica

### **2. CRÉDITOS**

Seis (6) créditos. No acumula con la UC Hidrometría.

### **3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

El principal objetivo es proveer al estudiante con experiencia en el uso y manejo de técnicas modernas de medición en campo en Hidrología e Hidráulica. Los estudiantes estarán involucrados en aspectos relacionados a la planificación e implementación de salidas de campo, así como al control de calidad, procesamiento y análisis de datos colectados.

### **4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

La Unidad Curricular (UC) consiste en la realización de 36 horas de talleres teórico-prácticos donde se expondrán los principales aspectos relacionados a las técnicas de medición, así como de los principios de funcionamiento del instrumental involucrado.

A lo largo de la UC se realizarán hasta tres salidas a campo relacionadas con los módulos dictados durante el semestre, donde se implementarán algunas de las técnicas de medición vistas en los talleres. Al finalizar cada salida, el estudiante elaborará un trabajo donde se efectuará el procesamiento de las mediciones y el análisis de los resultados. Finalmente, se realizará una instancia oral individual de defensa del trabajo y evaluación de los conceptos manejados en clase.

## 5. TEMARIO

A continuación, se presenta un punteo tentativo a desarrollar en torno a cinco grandes ejes: Agua en la atmósfera y en el suelo; Agua subterránea; Flujo de agua superficial; Hidráulica de ambientes costeros; y Agua en sistemas de saneamiento y drenaje, de los cuales en cada edición de la Unidad Curricular se podrán desarrollar tres. Cada eje se desarrollará en un formato de Módulos con una duración de cinco semanas cada uno.

1. Módulo 1: Agua en la atmósfera y en el suelo
  - 1.1. *Sistemas de medición de precipitación.*
  - 1.2. *Medición y estimación de evapotranspiración.*
  - 1.3. *Técnicas e instrumental de medición directa e indirecta de contenido de agua en el suelo.*
2. Módulo 2: Agua subterránea.
  - 2.1. *Monitoreo de niveles piezométricos. Monitoreo puntual y continuo.*
  - 2.2. *Velocidad de Flujo subterráneo.*
  - 2.3. *Ensayos de Trazadores para estimación de flujo subterráneo.*
  - 2.4. *Aforo de perforaciones.*
3. Módulo 3: Flujo de agua superficial.
  - 3.1. *Estructuras de aforo, Vertederos, canaleta Parshall y alcantarillas.*
  - 3.2. *Técnicas de medición mediante la utilización de trazadores.*
  - 3.3. *Técnicas de medición con instrumental hidroacústico.*
4. Módulo 4: Hidráulica de ambientes costeros.
  - 4.1. *Técnicas de medición con instrumental hidroacústico.*
  - 4.2. *Técnicas de medición mediante la utilización de boyas GPS.*
  - 4.3. *Velocidad de corriente litoral.*
5. Módulo 5: Sistemas de saneamiento y drenaje:
  - 5.1. *Consideraciones particulares para medición de flujo a superficie libre en drenaje urbano.*
  - 5.2. *Estructuras e instrumentos para medición de nivel y caudal en sistemas de saneamiento.*
  - 5.3. *Redes de monitoreo y sistemas de alerta temprana para saneamiento y drenaje urbano.*

Se entiende que pueden surgir otras áreas de interés a ser abordadas y que la modalidad de taller de la UC permitirá incluir. Por otro lado, el temario también puede sufrir cambios en la medida que surjan nuevas técnicas de medición que justifiquen revisiones, como por ejemplo a partir de sensores remotos desde plataformas diversas o la medición de la calidad en cuerpos de agua.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1.1. Sistemas de medición de precipitación.	6,8,9	
1.2. Medición y estimación de evapotranspiración.	6,8,9	
1.3. Técnicas e instrumental de medición directa e indirecta de contenido de agua en el suelo.	8,9	

2.1. Monitoreo de niveles piezométricos. Monitoreo puntual y continuo.	6,8	
2.2. Velocidad de Flujo subterráneo.	5,8	
2.3. Ensayos de Trazadores para estimación de flujo subterráneo.	11	
2.4. Aforo de perforaciones.	11	
3.1. Estructuras de aforo, Vertederos, canaleta Parshall y alcantarillas.	2,4	
3.2. Técnicas de medición mediante la utilización de trazadores.	10	
3.3. Técnicas de medición con instrumental hidroacústico en Flujos de superficiales.	5,7	
4.1. Técnicas de medición con instrumental hidroacústico en Ambientes costeros.	1,7	
4.2. Técnicas de medición mediante la utilización de boyas GPS.	1,3,5,12	
4.3. Velocidad de corriente litoral.	5,7	
5.1. Consideraciones particulares para medición de flujo a superficie libre en drenaje urbano.	10	
5.2. Estructuras e instrumentos para medición de nivel y caudal en sistemas de saneamiento.	4,5	
5.3. Redes de monitoreo y sistemas de alerta temprana para saneamiento y drenaje urbano.	5	

### 6.1 Básica

1. Arduin F. (2016). Ocean waves in geosciences. doi:10.13140/RG.2.2.16019.78888/2
2. Bos, M.G. (1989). Discharge measurement structures. Holanda. ILRI.
3. Datawell BV (2016). Datawell Waverider. Holanda. DBV Oceanographic Instruments.
4. French, Richard (1988). Hidráulicas de canales abiertos. Singapur. McGraw-Hill.
5. Guaraglia, D.O. (2014). Introduction to Modern Instrumentation for Hydraulics and Environmental Sciences. Berlín. De Gruyter Open Ltd.
6. Hillel, Daniel (1998). Environmental soil physics. Estados Unidos. Academic Press.
7. Muste, Marian (2017). Experimental Hydraulics: Methods, Instrumentation, Data Processing and Management. Volume 1 y Volume 2. Inglaterra. Taylor & Francis Group.
8. Organización Meteorológica Mundial (2011). Guía de prácticas hidrológicas – N° 168. Suiza. OMM.
9. Organización Meteorológica Mundial (2014). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos – N° 8. Suiza. OMM.



10. Patalano, A. (2017). Desarrollo e implementación en gran escala de técnicas de velocimetría por imágenes para caracterizar flujos de agua con superficie libre. Argentina. Universidad Nacional de Córdoba.
11. Weight. W.D. (2001). Manual of applied field hydrogeology. Estados Unidos. McGraw-Hill Education.
12. Weil, R.R. (2016). The nature and properties of soils. Malasia. Pearson Education Limited.

## 6.2 Complementaria

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

### 7.1 Conocimientos Previos Exigidos:

Conocimientos básicos de hidrología e hidráulica.

### 7.2 Conocimientos Previos Recomendados:

No se especifican.

**ANEXO A**

**Para todas las Carreras**

**A1) INSTITUTO**

Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA)

**A2) CRONOGRAMA TENTATIVO**

Este cronograma se desarrolla en función del punteo presentado. Se propone la realización de tres módulos (Agua en el Suelo y la Atmósfera, Agua Subterránea y Flujos en cursos de agua) de un total de 5 semanas cada uno. En las primeras dos semanas de cada módulo habrá dos clases de dos horas. La tercera semana se realizará la planificación y salida a campo. Durante la cuarta semana se presentarán aspectos generales de procesamiento y análisis de los datos colectados, así como del cálculo de las variables de interés. En la quinta semana se realizará la entrega del trabajo de ese módulo y su correspondiente defensa.

Semana 1	Módulo 1: Agua en el Suelo y la Atmósfera	Sistemas de medición de precipitación y de evapotranspiración. (4 hs de clase)
Semana 2		Técnicas e instrumental de medición directa e indirecta de contenido de agua en el suelo. (4 hs de clase)
Semana 3		Planificación y realización de salida de campo. (6 hs de salida de campo)
Semana 4		Procesamiento de datos de salida de campo y análisis de resultados. (4 hs de clase)
Semana 5		Entrega del trabajo y defensa.
Semana 6	Módulo 2: Agua Subterránea	Monitoreo de niveles piezométricos. Monitoreo puntual y continuo. Velocidad de Flujo subterráneo. (4 hs de clase)
Semana 7		Técnica de Trazadores para estimación de flujo subterráneo. Aforo de perforaciones. (4 hs de clase)
Semana 8		Planificación y realización de salida de campo. (6 hs de salida de campo)
Semana 9		Procesamiento de datos de salida de campo y análisis de resultados. (4 hs de clase)
Semana 10		Entrega de trabajo y defensa.
Semana 11	Módulo 3: Flujos en cursos de agua	Estructuras de aforo. Medición utilizando trazadores. (4 hs de clase)
Semana 12		Funcionamiento de instrumentos hidroacústicos. Técnicas de aforo. (4 hs de clase)
Semana 13		Planificación y realización de salida a campo. (6 hs de salida de campo)
Semana 14		Análisis de datos y elaboración del informe. (4 hs de clase)
Semana 15		Entrega del trabajo y defensa.

Alguno de los módulos propuestos en el cronograma tentativo podría ser intercambiado por los Módulos 4 y/o 5 resultando en el siguiente desarrollo para cada caso.

Módulo 4: Hidráulica de ambientes costeros.

1er semana	Técnicas de medición con instrumental hidroacústico. (4 hs de clase)
2da semana	Técnicas de medición mediante la utilización de boyas GPS. Velocidad de corriente litoral. (4 hs de clase)
3er semana	Planificación y realización de salida de campo. (6 hs de salida de campo)
4ta semana	Procesamiento de datos de salida de campo y análisis de resultados. (4 hs de clase)
5ta semana	Entrega de trabajo y defensa.

Módulo 5: Sistemas de saneamiento y drenaje.

1er semana	Consideraciones particulares para medición de flujo a superficie libre en drenaje urbano. (4 hs de clase)
2da semana	Estructuras e instrumentos para medición de nivel y caudal en sistemas de saneamiento. Redes de monitoreo y sistemas de alerta temprana para saneamiento y drenaje urbano. (4 hs de clase)
3er semana	Planificación y realización de salida a campo. (6 hs de salida de campo)
4ta semana	Análisis de datos y elaboración del informe. (4 hs de clase)
5ta semana	Entrega del trabajo y defensa.

**A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

La aprobación del curso requerirá la entrega y aprobación de cada uno de los trabajos propuestos, así como de la instancia oral.

**A4) CALIDAD DE LIBRE**

No se podrá acceder a la Calidad de Libre.

**A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Cupos mínimos: Tres estudiantes.

Cupos máximos: Sin cupos.

Nota: La naturaleza del Unidad Curricular, en modalidad taller, con módulos temáticos que convergen en una salida a campo con trabajo e informe de carácter grupal (aunque en las defensas puedan ser individuales) requiere de un número mínimo de estudiantes para viabilizar y aprovechar los aprendizajes que se definió como al menos un grupo de 3 estudiantes. Siendo que la Unidad Curricular no es obligatoria para el normal desarrollo del perfil, la eventual no realización en un año dado no implica un obstáculo para el avance de los estudiantes.

## ANEXO B para la Carrera de Ingeniería Civil

### B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Mecánica de los Fluidos e Hidrología

### B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

Examen de Hidrología e Hidráulica Aplicadas

Curso de Hidráulica Fluvial y Marítima

Curso de Diseño Hidrológico o Hidrología Avanzada 1

Examen:

Curso aprobado de Taller de Técnicas de Medición en Hidrología e Hidráulica

Examen de Hidráulica Fluvial y Marítima

Examen de Diseño Hidrológico o Hidrología Avanzada 1

APROB RES CONSEJO DE FAC. ING.  
Fecha: 10/8/2021 Exp. 060100-500278-21