

## ANEXO

### Tipo de actividad

Curso de Posgrado.

### Denominación

Hidroclimatología: Análisis de incertidumbres en escenarios de cambio.

### Cátedra

Climatología e Hidrología General.

### Docentes

Docente responsable: Dr. Pablo Fernando Dornes, FCEyN-UNLPam.

Docente colaboradora: Mg. Rocío Noelia Comas, FCEyN-UNLPam.

### Fundamentos

El ciclo hidrológico es uno de los componentes estructurales del sistema climático. En este contexto, para un adecuado estudio del mismo los efectos atribuibles al cambio del cambio climático y aquellos resultantes de cambios en el uso de suelo, deben ser explícita o implícitamente considerados. Sin embargo, la naturaleza caótica y no lineal del sistema climático y su vinculación con el ciclo hidrológico, plantea desafíos a los métodos tradicionalmente aplicados para describir procesos de manera representativa y para la gestión hídrica.

Este curso busca así analizar las principales incertidumbres y brindar estrategias de evaluación de los principales forzantes del sistema climático y la expresión del ciclo hidrológico. La propuesta académica busca aportar fundamentos para una conceptualización de los procesos y componentes del ciclo hidrológico que permita describir su rol, dado por su almacenamiento y dinámica, en distintos ambientes. En este contexto, se contemplarán aspectos que permitan la descripción de procesos y expresiones hidrológicas superficiales y subterráneas en distintas condiciones, principalmente en aquellas con limitada información y bajo condiciones variables debido a diferentes escenarios de cambio climático.

Consecuentemente, la significación de este curso no se restringe al ámbito estricto de los recursos hídricos, sino que resulta de interés para otros profesionales que, por ejercer actividades vinculadas al campo de los recursos hídricos, requieran de un acrecentamiento o una actualización de sus conocimientos previos.

### Objetivos

Como objetivo principal se plantea la vinculación entre forzantes climáticos y la expresión de los procesos hidrológicos superficiales y su interacción con el agua subterránea. Incluye análisis de incertidumbres vinculadas a datos y observaciones, conceptualización, y representación de la heterogeneidad espacial en distintos ambientes como en áreas de llanura y de mayor relieve. En particular se busca:

- Explorar cómo la variabilidad climática y el cambio climático afectan al ciclo hidrológico.
- Identificar la dominancia de forzantes climáticos y procesos hidrológicos en diferentes ambientes y condiciones.
- Adquirir herramientas conceptuales para analizar e interpretar la expresión hidrológica en distintos ambientes. Explorar cómo la expresión hidrológica superficial se relaciona con la variabilidad climática, con el cambio de uso de suelo, y con el agua subterránea.
- Desarrollar actitudes de indagación reflexiva y crítica respecto de las limitaciones y ventajas de las distintas definiciones y aproximaciones a la descripción de los procesos.

### **Modalidad de dictado**

Presencial.

### **Destinatarios/as**

Graduados y graduadas de carreras vinculadas con Ciencias de la Tierra y el Ambiente, de ingeniería agronómica, y de ingenierías relacionadas a los recursos hídricos.

### **Contenidos Mínimos**

Sistema Climático-Ciclo hidrológico. Variabilidad y cambio climático. Agua atmosférica, Agua superficial, agua subsuperficial. Interacciones agua superficial y subterránea.

### **Programa Analítico**

**Módulo 1:** Conceptos y componentes del sistema climático y del ciclo hidrológico. Almacenamiento de agua en la hidrósfera. Procesos y escalas. Tiempo de residencia y tasa de renovación. Forzantes. Variabilidad climática y cambio climático. Calentamiento global. Anomalías. Procesos en cadena y de retroalimentación. Principio de conservación de masa y ecuación de continuidad. Concepto de cuenca. El balance hídrico: cuencas, cuerpo o curso de agua, en diferentes ambientes e intervalos de tiempo.

**Módulo 2:** Componente atmosférica del ciclo hidrológico. Balance de radiación y energía. Análisis de forzantes climáticos y variables meteorológicas (radiación solar y terrestre, temperatura, presión, humedad, viento): concepto, manifestación y marchas, unidades, instrumentos y sensores de medida. Procesamiento de datos y estadística de valores medios y extremos. Precipitación: concepto. Tipos y mecanismos generadores. Medición. Lluvia diaria, mensual y anual. Intensidad, duración y frecuencia. Tiempo de retorno. Regímenes de precipitación. Sequías. Distribución espacial de la precipitación. Evaporación, transpiración y evapotranspiración: concepto, unidades y métodos de estimación.

**Módulo 3:** El agua en el suelo y en la zona no saturada. Zonas de humedad. Tipos de agua. Fuerzas no capilares, capilares y agua no retenida por el suelo. Parámetros característicos del contenido de humedad: grado de humedad, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, agua utilizable por las plantas, grado de saturación y capacidad de retención específica. Potencial hídrico. Potencial gravitacional, mátrico, osmótico y de presión. Infiltración, percolación y recarga: concepto, unidades y formas de estimación. Ecuaciones de movimiento del agua en medio no saturado.

**Módulo 4:** Elementos de hidrología superficial. Intercepción y detención superficial. Tipos y ciclo del escurrimiento. Mecanismos generadores de esorrentía. Limnímetros, limnigrafos. Métodos de Aforos. Curva de gastos. Estadística de caudales y anuarios hidrológicos. Hidrogramas: componentes, características y separación de flujos. Curva de duración y periodo de retorno. Relaciones entre precipitación y esorrentía: Abstracciones y Precipitación neta. Tiempo de concentración. Hidrogramas de proyecto. Métodos. Esorrentía directa. Déficit y coeficiente de escurrimiento. Movimiento del agua en cauces y reservorios. Interacción agua superficial y subterránea. Análisis de incertidumbres en la conceptualización hidrológica de áreas de llanura y de mayor relieve.

### **Cronograma**

Las clases serán teóricas y prácticas, presenciales y distribuidas en una semana como se indica a continuación:

Lunes: Módulo 1 (8 horas).

Martes: Módulos 1 y 2 (8 horas).

Miércoles: Módulos 2 y 3 (8 horas).

Jueves: Módulos 3 y 4 (8 horas).

Viernes: Módulo 4 (8 horas).

### **Metodología de abordaje académico**

Las clases presenciales incluirán los contenidos organizados en cuatro módulos que siguen una secuencia lógica que se corresponde con la expresión de los procesos en el sistema climático y el ciclo hidrológico.

Cada tema será explicado, contextualizado y descripto utilizando diversos recursos específicos. Desde presentaciones, recursos multimedia (videos, programas de modelación, programas de estaciones de registro, sistemas de información geográfica). Se suministrará bibliografía básica y reciente en formato digital.

Las actividades prácticas incluyen la resolución de ejercicios vinculados a los temas de cada módulo mediante el uso de planillas de cálculo y la visita a una estación de registro de variables hidro-meteorológicas. Esta actividad pretende que las y los participantes conozcan instrumental específico, valoricen el proceso de generación de datos y puedan vincular la expresión de dichas variables con un sistema hídrico local. Estas actividades prácticas, más la realización de un trabajo final, representan un total de 20 horas.

### **Carga horaria total**

60 horas.

### **Bibliografía**

Aparicio Mijares, F.J. 1994. Fundamentos de hidrología de superficie. Ed. Limusa. México. 303 p.

Ahrens, C. D. and Henson, R. 2021 Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate and the Environment 13ra Edition. Ed. Cengage Learning. 736 p.

Ayllón, T. 2009. Elementos de Climatología y Meteorología. 2a Edición. Ed. Trillas. México. 213 p.

Barros, V. y Camiloni, I. 2020. La Argentina y el Cambio Climático: De la física a la política. E-Book. Ed. Eudeba. Buenos Aires. 293 p.

Barry, G. B. and Chorley, R. 1999. Atmósfera, tiempo y clima. 7ª Edición. Ed. Omega. Barcelona. 441 p

Bedient, P. Huber, W., and Vieux, B. 2008. Hydrology and Floodplain Analysis. 4th Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River. 795 p.

Blöschl, G., Sivapalan, M., Wagener, T., Viglione, A., and Savenije, H. (Eds.). 2013. Runoff Prediction in Ungauged Basins Synthesis across Processes, Places and Scales. Cambridge. Cambridge University Press. 584 p.

Hingray, B., Picouet, C. and Musy, A. 2015. Hydrology. A Science for Engineers. CRC Press. Taylor & Francis Group Boca Raton, FL. 563 p.

Chow, V. T., Maidment, D. y Mays, L. 1994. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill Interamericana. Bogotá. 584 p.

Chow, V. T. 1994. Hidráulica de canales abiertos. McGraw-Hill Interamericana. Bogotá. 667 p.

Custodio, E. y Llamas, M. 1983. Hidrología Subterránea. Tomos I y II. Ed. Omega, Barcelona, España.

Dingman, S. L. 2014. Physical Hydrology. 3rd. Ed. Waveland Press INC. Long Grove, IL. 644 p

Escuder, R., Fraile, L., Jordana, S., Ribera, F., Sánchez-Vila, X. y Vázquez-Suñé, E. 2009. Hidrogeología: Conceptos básicos de hidrología subterránea. FCIHS. Barcelona. 768 p.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). 2023. Sexto Informe de Evaluación (AR6). Informe de Síntesis y Reportes. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

Krauss, L. M. 2021. The Physics of Climate Change. Post Hill Press. New York. 208 p

Linsley, R. K., Kohler, M. A. y Paulhus, J. L. H. 1986. Hidrología: para ingenieros. 2da. Ed. McGraw-Hill. México-Buenos Aires. 556 p.

Murphy, R. y Hurtado, H. 2011. Agrometeorología. 1a.ed. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Bs.As. 424 p.

Orsolini, H., Zimmermann, E. D. y Basile, P. 2009. Hidrología: Procesos y Métodos. 3ra. Ed. UNR Editora. Rosario. 248 p.

Rodda, J. C. and Robinson, R. (Eds). 2015. Progress in modern hydrology: past, present and future. Wiley Blackwell. 430 p.

Shelton, M. L. 2009. Hydroclimatology. Cambridge University Press. New York. 421p.

Todd, D. K. and Mays, L. W. 2005. Groundwater Hydrology. 3ed. Ed. Wiley. 636 p

### **Cupo**

20 personas.

### **Arancel**

A determinar mediante Resolución de Decanato de la FCEyN.

### **Requerimiento de espacios físicos**

Aula para la capacidad indicada, acceso a internet, utilización de la plataforma *Moodle* de la Facultad y transporte al CUSR (Centro Universitario de Santa Rosa de la UNLPam).

### **Lugar de realización**

De lunes a jueves, en la sede de la FCEyN, Avda. Uruguay N.º 151. El día viernes en un aula y en la estación climatológica del CUSR.

### **Formas de financiamiento**

El curso se financiará con el estipendio de las personas inscriptas.

### **Inscripción**

A cargo de la Secretaría de Investigación, Posgrado y Extensión, mediante formulario correspondiente en la página web de la Facultad.

**Fecha de inicio y finalización del curso**

Del 10 al 14 de marzo de 2025, pudiendo modificarse por cuestiones de urgencia.

**Sistema de evaluación, con aclaración de nota numérica y condiciones mínimas de aprobación en caso de corresponder**

La aprobación del curso incluye la resolución de los ejercicios de cada módulo y la elaboración de un trabajo final a fecha a convenir. El mismo incluirá una conceptualización general de un sistema hídrico seleccionado, la identificación de procesos, el tratamiento de datos hidrológicos y conclusiones. La nota de aprobación mínima es 7/10.

**Certificado: de asistencia o aprobación según corresponda**

Para obtener un certificado de asistencia cada participante deberá haber asistido al 80% de los encuentros, siendo requisito excluyente haber desarrollado los Trabajos Prácticos. Para obtener el certificado de aprobación, además del requerimiento mencionado anteriormente, cada participante deberá aprobar el trabajo final mencionado.