

## **Resolución Consejo Directivo FCEyN N° 542 / 2024**

Santa Rosa, 13 de diciembre de 2024

### **VISTO:**

El Expediente N° 821/24, iniciado por Secretaría Académica, programa de la asignatura "Climatología e Hidrología General", correspondiente a la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente, y

### **CONSIDERANDO:**

Que el docente Dr. Pablo Fernando DORNES, a cargo de la asignatura "Climatología e Hidrología General" que se dicta para la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente (Plan 2015), eleva programa de la citada asignatura para su aprobación a partir del ciclo lectivo 2025.

Que el mismo cuenta con el aval de la Dra. Mónica MAZZOLA y de la Mesa de Carrera de la Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Que en la sesión ordinaria del 12 de diciembre de 2024 el Consejo Directivo aprobó, por unanimidad, el despacho presentado por la Comisión de Enseñanza.

### **POR ELLO:**

## **EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

### **RESUELVE**

**ARTÍCULO 1º:** Aprobar el programa de la asignatura "Climatología e Hidrología General" que se dicta para la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente (Plan 2015), a partir del ciclo lectivo 2025, que como Anexos I, II, III, IV, V, VI y VII forma parte de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 2º:** Regístrese, comuníquese. Pase a conocimiento de Secretaría Académica, Departamento de Asuntos Estudiantiles, Departamento de Recursos

**2024**

50º Aniversario de la creación de las Facultades  
de Cs. Exactas y Naturales y de Cs. Veterinarias  
30º Aniversario de la consagración constitucional  
de la autonomía universitaria

Naturales, del docente Dr. Pablo Fernando DORNES y del CENUP. Cumplido,  
archívese.

## ANEXO I

**DEPARTAMENTO:** Recursos Naturales

**ACTIVIDAD CURRICULAR:** Climatología e Hidrología General

**CARRERA – PLAN/ES:** Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente - Plan 2015

**CURSO:** Tercer año

**RÉGIMEN:** Cuatrimestral (Segundo cuatrimestre)

**CARGA HORARIA SEMANAL:**

- **Total:** 8 horas
- **Teóricos:** 4 horas
- **Prácticos:** 4 horas

**CARGA HORARIA TOTAL:**

- **Total:** 128 horas

**CICLO LECTIVO:** a partir de 2025

**EQUIPO DOCENTE DE LA CÁTEDRA:**

- Dr. Pablo Fernando DORNES, Profesor Adjunto Regular, Dedicación Exclusiva.
- Mg. Rocío Noelia COMAS, Jefa de Trabajos Prácticos Regular, Dedicación Simple.

## **FUNDAMENTACIÓN**

Las disciplinas de Climatología e Hidrología por su carácter transversal son fundamentales en la formación de Ingenieras/os en Recursos Naturales y Medio Ambiente. El conocimiento de conceptos de composición y física de la atmósfera, litósfera, hidrósfera y su relación con los aspectos biológicos constituye un aspecto esencial para el desarrollo de actividades de diagnóstico, planificación, uso, conservación, predicción e investigación de los recursos naturales y el medio ambiente.

Surge además la necesidad de considerar y analizar los efectos del cambio climático en dos aspectos fundamentales: i) sobre la expresión de forzantes climáticos y la manifestación de procesos de retroalimentación y en cadena, y ii) sobre cambios en la manifestación del ciclo hidrológico.

En consecuencia, el propósito de esta asignatura es brindar herramientas que permitan considerar la variabilidad natural, y los efectos debido a cambios del clima y en el uso del suelo, en la expresión hidroclimática en diferentes ambientes.

Desde el punto de vista curricular, y considerando que la asignatura Climatología e Hidrología General dentro de la Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente forma parte del grupo denominado de tecnologías básicas, es prioridad poder nutrir a partir de la descripción de procesos y del análisis de variables hidroclimáticas, a las asignaturas posteriores o de tecnologías aplicadas y contribuir así, a la implementación de estrategias que favorezcan a un manejo integrado de los recursos naturales, es decir al perfil del profesional Ingeniera/o en Recursos Naturales y Medio Ambiente.

## OBJETIVOS Y/O ALCANCES DE LA ASIGNATURA

El objetivo de la asignatura es el estudio del sistema climático y del ciclo hidrológico. El mismo se focaliza en la identificación y descripción de los procesos que intervienen en los flujos de energía y masa entre la atmósfera, hidrósfera, litósfera y biósfera y sus respectivos subsistemas. En particular, la asignatura aborda el análisis de los factores y elementos climatológicos y su influencia en el movimiento, almacenamiento y transferencia de agua en sistemas hídricos terrestres bajo escenarios de cambio.

En consecuencia, se espera que las y los estudiantes puedan:

- Comprender las interacciones entre el sistema climático y el ciclo hidrológico.
- Identificar la existencia de fenómenos y patrones de distintas escalas que determinan a la formación del clima y el efecto debido a variaciones naturales o al cambio climático.
- Desarrollar un análisis crítico de las distintas metodologías usadas para describir y cuantificar los procesos hidroclimáticos en ámbito de los recursos naturales y el medio ambiente.
- Valorar la medición, tratamiento y elaboración de datos hidroclimáticos, y el análisis de su distribución espacial y temporal para el manejo y protección de los recursos naturales.
- Contextualizar la asignatura dentro de la problemática real, como lo es la incertidumbre asociada a escenarios de cambio y a la limitada información u observaciones, y buscar soluciones a los problemas mediante la aplicación de estrategias basadas en los conocimientos adquiridos.
- Valorar el trabajo en equipo como característica relevante para comprender el sistema climático.

## METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Al comienzo de la cursada se dará a conocer el cronograma de actividades, modalidad de exámenes y viajes.

Las clases son teórico-prácticas. Su instrumentación se plantea inicialmente abordando los aspectos teóricos, seguidos por su aplicación práctica. Los temas teóricos se expondrán mediante el uso de herramientas digitales (ej. PowerPoint, videos u otros) y pizarra. Adicionalmente, se utilizarán modelos de visualización de variables meteorológicas e hidroclimáticas a tiempo real y programas de estaciones meteorológicas o sensores de niveles de agua propios para análisis de marchas, patrones y regímenes. Las presentaciones en diapositivas, trabajos científicos y animaciones vinculadas, estarán disponibles en la página web del curso (Moodle FCEyN). Estas presentaciones combinarán el desarrollo teórico del tema basado en la bibliografía básica y de consulta con ejemplos actualizados de publicaciones científicas obtenidas de las bases de datos de Biblioteca Virtual de la UNLPam o revistas científicas con artículos de acceso libre.

Los trabajos prácticos consistirán en:

- a) Actividades analíticas y gráficas de gabinete: Incluyen el procesamiento de información detallada de diferentes variables (ej. series de datos con diferente escala de registro: horaria, diaria, mensual, anual) con el fin de caracterizar patrones, marchas y regímenes de variables hidroclimáticas. El procesamiento mediante el uso de planillas de cálculo y/o programas de procesamiento de datos, busca elaborar estadísticas descriptivas de valores medios, extremos e instantáneos que incluirán además la elaboración de esquemas conceptuales, tablas, gráficos y mapas ilustrativos. Estos trabajos serán acompañados de la lectura de publicaciones científicas actuales que ilustren o contrasten con los resultados obtenidos. Esto permitirá que el estudiantado pueda interpretar datos y resolver diversos problemas asociados por ejemplo a la limitada disponibilidad de los mismos.
- b) Actividades observacionales y experimentales: Incluye tareas de observación y medición de estados del tiempo, temperatura, vientos, presión atmosférica, precipitación, evaporación, humedad de suelo y

nivel freático, en la estación hidroclimática ubicada en el Pabellón Sur del Campo de Enseñanza de la UNLPam. Además, se realizarán ensayos de infiltración.

c) Viajes de aplicación donde se visitará instalaciones de medición y registro de variables meteorológicas, hidrológicas, o aprovechamientos hidrometeorológicos. También se efectuarán salidas a campo para realizar mediciones hidrometeorológicas en diferentes sitios que le permitan al estudiantado familiarizarse con instrumental, sensores y técnicas de medición y registro.

## ANEXO II

**ASIGNATURA:** Climatología e Hidrología General

**CICLO LECTIVO:** a partir de 2025

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### **PARTE I: FUNDAMENTOS DE CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA**

##### **UNIDAD 1: Introducción**

Definición de Climatología, Hidrología. Sistema Climático. Clima y tiempo: definición. Factores y elementos del clima: descripción y unidades. Escalas climáticas.

Ciclo Hidrológico, concepto, elementos y procesos. Tiempo de residencia.

Patrones climáticos. Variación climática y anomalías: forzantes naturales y antropogénico. Escalas de variabilidad. Teleconexiones. Cambio climático y calentamiento global. Procesos en cadena y de retroalimentación.

Estación meteorológica e instrumental. Tipos de observaciones y datos meteorológicos. Sistema convencional o manual y automático o digital. Sensores remotos.

#### **PARTE II: COMPONENTES ASTRONÓMICOS, DE CIRCULACIÓN GENERAL Y GEOGRÁFICOS DEL CLIMA**

##### **UNIDAD 2: Radiación Solar y Terrestre**

Relaciones sol y tierra: características orbitales de la tierra y movimientos de rotación y traslación. Solsticios y equinoccios. La Atmósfera. Composición y estructura: masa y densidad. Radiación solar. Variación de la radiación solar por factores astronómicos e interacción con la atmósfera. Radiación astronómica, global, directa y difusa. Radiación terrestre y atmosférica. Variación diaria y anual de flujos radiativos. Heliofanía. Duración del día y fotoperíodo.

##### **UNIDAD 3: Balance de Energía**

Balance energético global. Distribución de la radiación de onda corta y larga. Radiación neta. Equilibrio energético tierra-atmósfera. Albedo. Balance diurno y nocturno. Efecto invernadero. Mecanismos de transferencia de calor. Calor latente y el calor sensible. Flujo de calor al suelo. Transporte horizontal de energía. Balance energético de diferentes superficies y ambientes. Instrumentos de medición.

##### **UNIDAD 4: Temperatura**

Temperatura del aire: concepto. Factores que controlan la temperatura. Distribución geográfica de la temperatura del aire: isotermas. Variación diaria, estacional y anual. Regímenes térmicos. Intercambio de calor suelo-aire: calentamiento diurno, enfriamiento nocturno. Gradiente térmico vertical e inversión térmica. Heladas.

Temperatura del suelo: importancia. Factores y constantes físicas relacionadas. Régimen térmico. Variación diaria y anual de la temperatura con la profundidad: influencia de la textura del suelo, contenido de agua, cobertura y manejo del suelo. Instrumental de medición. Procesamiento de datos de temperatura del aire y suelo, estadística de valores medios y extremos.

## **UNIDAD 5: Dinámica Atmosférica**

Presión atmosférica: concepto, medición y unidades. Variación diaria y anual. Distribución vertical. Ecuación barométrica. Distribución horizontal: isobaras y gradiente barométrico. Centros de alta y baja presión.

Circulación general de la atmósfera. Anticiclones subtropicales y zona de convergencia intertropical. Zonas frontales. Masas de aire: origen, características y clasificación. Frente frío, cálido, estacionario y ocluido.

Viento: concepto, medición y unidades. Dirección y velocidad del viento. Viento geostrófico, del gradiente y superficial. Vientos planetarios, regionales, locales, estacionales y característicos. Efectos de la superficie sobre el viento. Análisis estadístico de datos barométricos y de viento.

## **PARTE III: COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO - AGUA ATMOSFÉRICA**

### **UNIDAD 6: Humedad atmosférica**

Vapor de agua, importancia. Tensión de vapor actual y de saturación. Contenido de humedad aire: Humedad absoluta, específica, y relativa, proporción de mezcla y déficit de saturación. Variación diaria, anual y zonal de la humedad del aire. Condensación. Movimientos verticales del aire y procesos adiabáticos: Gradiente vertical, adiabático seco y saturado. Estabilidad e inestabilidad atmosférica. Nubes: características y clasificación. Determinación de la nubosidad. Nieblas, causas y tipos. Instrumental de medición de la humedad del aire. Procesamiento de datos de humedad y uso de tablas psicrométricas.

### **UNIDAD 7: Precipitación**

Precipitación: concepto y mecanismos de formación. Teorías de la precipitación. Núcleos de condensación o sublimación. Formas y tipos de precipitación. Distribución geográfica y estacional de la precipitación. Caracterización climática de la precipitación. Lluvia diaria, semanal, mensual y anual. Variabilidad de la precipitación: Intensidad, duración y frecuencia. Regímenes de precipitación. Sequías. Distribución espacial de la precipitación. Estimación de la precipitación media areal: media aritmética, polígonos de Thiessen y curvas isohietas. Instrumental de medición de la precipitación. Estimación de la precipitación a partir de radares y satélites meteorológicos. Análisis estadístico de datos de precipitación.

### **UNIDAD 8: Evaporación y Evapotranspiración**

Evaporación y Evapotranspiración: concepto y unidades. Causas y factores. Evaporación en lámina libre y en el suelo. Estimación por métodos analíticos: transferencia turbulenta, balance de energía, balance de masa. Métodos empíricos, semiempíricos y combinados. Evapotranspiración potencial y real. Evapotranspiración de referencia y de cultivo. Coeficientes de cultivo. Aplicaciones y limitaciones de los diferentes métodos. Instrumental de medición de evaporación y evapotranspiración. Procesamiento estadístico de datos de evaporación y evapotranspiración.

## **PARTE IV: SÍNTESIS DEL CLIMA**

### **UNIDAD 9: Tipos de Climas y Expresiones Fenológicas**

El clima y su distribución en el mundo. Zonas. Tipos. Climas tropicales. Climas de latitudes medias. Climas polares y de montaña. Clasificaciones basadas en la combinación de elementos y factores climáticos. Clasificaciones de Köppen y Thornthwaite. Condiciones climáticas en medio urbano y rural.

Efecto isla de calor. Regiones climáticas en Argentina. Índices climáticos. Climogramas. Regulación biótica del clima. Fenología. Concepto. Fenofases como indicadores del tiempo, clima y cambio climático.

## **PARTE V: COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO-AGUA SUPERFICIAL**

### **UNIDAD 10: Escorrentía Superficial**

Escorrentía superficial: concepto, y unidades. Fuentes de flujo superficial. Factores que afectan a la escorrentía. Mecanismos generadores de escorrentía. Tipos de escorrentía. Cuenca como unidad hidrológica. Cuenca hidrográfica, hidrogeológica, e hidrológica. Delimitación y morfología. Parámetros físicos, de drenaje y relieve. Respuesta Hidrológica en aras de pendiente y llanura. Hidrogramas: componentes, características y separación de flujos. Precipitación Neta. Abstracciones: Intercepción, almacenamiento en superficie e infiltración. Escorrentía directa. Déficit y coeficiente de escurrimiento. Relación entre precipitación y escorrentía: Métodos empíricos, hidrometeorológicos y estadísticos. Método racional. Síntesis de hidrogramas. Hidrograma Unitario. Hidrogramas sintéticos y adimensionales. Tránsito de avenidas agregado y distribuido. Generalidades de la hidrología de llanuras.

### **UNIDAD 11: Hidrometría**

Aforos fundamentación: Métodos directos e indirectos: sección-velocidad, sección-pendiente, sección de control, método hidroacústico. Aforos con molinete, con flotadores, con trazadores. Velocidad de flujo y perfiles de velocidad por sección. Estaciones de aforo: Instrumental y ubicación. Registro de caudales y niveles. Curvas de gasto o calibración. Modificaciones por cambios de régimen, sección y remanso. Altura crítica, energía específica.

Estadística Hidrológica: Análisis de datos de aforos. Caudales instantáneos, medios y extremos. Derrames. Confección de anuarios. Series hidrológicas de duración completa y parcial. Curva de caudales clasificados. Análisis de frecuencias: período de retorno y distribuciones de valores extremos.

## **PARTE VI: COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO - AGUA SUBSUPERFICIAL**

### **UNIDAD 12: Agua en la Zona No Saturada**

Humedad de suelo: definición, medición y unidades. Contenido de agua en el suelo. Zonas de humedad de la zona no saturada. Potencial hídrico. Agua gravitacional, capilar, y de retención. Agua útil, capacidad de campo y punto de marchitez.

Infiltración, definición y factores que la afectan. Ecuación general de infiltración. Métodos de infiltración puntual. Índices de infiltración. Ensayos de infiltración. Percolación y flujo en medio poroso no saturado.

### **UNIDAD 13 Agua en la Zona Saturada**

Agua subterránea: concepto y descripción de zona saturada y niveles freático y piezométrico. Definición de acuíferos. Tipos de acuíferos: libres, semiconfinados y confinados. Porosidad. Permeabilidad y retención específica. Potencial hidráulico: definición y gradiente hidráulico. Ley de Darcy. Conductividad hidráulica. Velocidad de Darcy y velocidad real. Transmisividad. Coeficiente de almacenamiento. Flujo en medio poroso saturado. Obras de captación. Hidráulica de pozos. Ensayos de bombeo: conceptos, objetivos y tipos.

## **PARTE VII: BALANCE HÍDRICO – INTERACCIONES AGUA SUPERFICIAL SUBTERRÁNEA**

### **UNIDAD 14: Interacción agua superficial y subterránea**

Recarga: concepto, tipos y métodos de cálculo. Medición del nivel saturado. Mapas de isopiezas: Superficies y perfiles piezométricos, líneas equipotenciales y de flujo subterráneo. Zonas de recarga,



circulación y descarga. Flujo local y regional. Relación río-acuífero, entre cuerpos de agua superficial y subterránea, y manantiales. Carácter influente y efluente. Interacción en zonas de llanura. Intrusión salina.

#### **UNIDAD 15: Balance Hídrico**

Balance hídrico: concepto y forma general de la ecuación del balance hídrico. Principio de conservación de masa y ecuación de continuidad. Aplicación del balance hídrico de un embalse, lago o superficie de agua libre. Balance hídrico de agua en el suelo. Balance hídrico en cuencas fluviales. Balance hídrico de un acuífero y de la zona no saturada. Concepto de reservas hidráulicas, de recursos hidráulicos y de servicios ecosistémicos de cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

### ANEXO III

**ASIGNATURA:** Climatología e Hidrología General

**CICLO LECTIVO:** a partir de 2025

### BIBLIOGRAFÍA

#### **Bibliografía básica**

- Ahrens, C. D. and Henson, R. 2021 *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate and the Environment* 13<sup>ra</sup> Edition. Ed. Cengage Learning. 736 p.
- Ayllón, T. 2009. *Elementos de Climatología y Meteorología*. 2<sup>a</sup> Edición. Ed. Trillas. México. 213 p.
- Aparicio Mijares, F. J. 1994. *Fundamentos de hidrología de superficie*. México. Limusa. 303 p.
- Barros, V. y Camilloni, 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*. 7<sup>a</sup> Edición. Ed. Omega. Barcelona. 441 p
- Camilloni, I. y Vera, C. 2006. *El aire y el agua en nuestro planeta*. Ed. Eudeba, Buenos Aires. 104 pp.
- Casas Castillo, M. C. y Alarcón Jordán, M. 1999. *Meteorología y Clima*. Ed. UPC. Barcelona.
- Castillo, F. E. y Castellvi-Sentis, F. 2001. *Agrometeorología*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 517 p.
- Chow, V. T, Maidment, D., y Mays, L. 1994. *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill Interamericana. Bogotá. 584 p.
- Custodio, E. y Llamas, M. R. 1983. *Hidrología subterránea*. Segunda Edición. Tomos 1 y 2. Ed. Omega. Barcelona. 2350 p.
- Cuadrat, J. M. y Pita, M. F. 2011. *Climatología*. 6ta. Edición. Cátedra. Madrid. 496 p.
- Dingman, S. L. 2002. *Physical Hydrology*. 2<sup>nd</sup> Edition. Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River. 600 p.
- De Fina, A. y Ravelo, A. 1985 *Climatología y Fenología Agrícolas*. 4<sup>a</sup> Edición. Ed. Eudeba. Buenos Aires. 354 p.
- Escuder, R., Fraile, J., Jordana, S., Ribera, F., Sánchez Vila, X., y Vázquez Suñé, E. 2009. *Hidrogeología. Conceptos básicos de hidrología subterránea*. Ediciones FCIHS. Barcelona. 768 p.
- Fuentes Yague, J. L. 2012. *Iniciación a la Meteorología y Climatología*. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 253 p.
- Gil Olcina, A. y Olcina Cantos, J. 2017. *Tratado de Climatología*. Publicaciones de la Universidad de Alicante. ISBN: 9788497177399, 1028 p.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A., y Paulhus, J. L. H. 1986. *Hidrología: para ingenieros*. 2<sup>a</sup>. Edición. McGraw-Hill. México-Buenos Aires. 386 p
- Murphy, R. y Hurtado, H. 2015. *Agrometereología*. Ed. Facultad de Agronomía. UBA. Buenos Aires. 512 p.

Prohaska, F. 1976. The climate of Argentina, Paraguay and Uruguay. In: Schwerdtfeger, E. (Ed). Climate of Central South America. World Survey of Climatology. Ed. Elsevier. Amsterdam: 57-69.

Strahler, A. N y Strahler, A. H. 1989. Geografía Física. 3ra Ed. Omega. Barcelona. 636 p

### **Bibliografía de consulta**

Ahrens, C. D. and Henson, R. 2017. Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere. 8<sup>th</sup> Edition. Ed. Cengage Learning. 508 p.

Barry, R. G. and Carleton, A. M. 2001. Synoptic and Dynamic Climatology. Ed. Routledge. London. 620 p.

Bedient, P., Huber, W., and Vieux, B. 2019. Hydrology and Floodplain Analysis. 6th Ed. Pearson. New York. ISBN-13: 978-0-13-475197-9. 776 p.

Bunyard, P. 2014. How the Biotic Pump links the hydrological cycle and the rainforest to climate: Is it for real? How can we prove it? Ed. Univ. Sergio Arboleda. Bogotá. 116 p.

Celemín, A. H. 1997. Meteorología Práctica. Ed. de autor. Mar del Plata. 313 p.

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

Davis, S. N. y De Wiest, R. 1971. Hidrogeología. Ed. Ariel. Barcelona. 563 p.

Fitts, C. R. 2002. Groundwater Science. Academic Press. San Diego. London. 467 p.

Frezze, R. A. and Cherry, J. A. 1979. Groundwater. Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey. 604 p.

Giai, S. B. 2008. Introducción a la hidrología. Ed. UNLPam. Santa Rosa, La Pampa. 239 p.

Gil Olcina, A. y Olcina Cantos, J. 1997. Climatología General. Ed. Ariel. Barcelona. 592 p

Gorshkov, V., Gorshkov, V. V., and Makarieva, A. M. 2000. Biotic Regulation of the Environment: Key Issues of Global Change. Ed. Springer Praxis Books. 380 p.

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

Orsolini, H. E., Zimmermann, E. D., y Basile, P. A. 2000. Hidrología. Procesos y Métodos. Ed. UNR. Rosario. 318 p.

Remenieras, G. 1974. Tratado de hidrología aplicada. Ed. Téc. Asociados. Barcelona. 515 p.

Rohli, R. and Vega, A. 2018. Climatology. 4<sup>th</sup>. edition. Ed. Jones & Bartlett, Burlington. 418 p.

Senciales Gonzales, J. M. 1999. Redes Fluviales. Metodología de Análisis. Ed. UMA. 337 p.

Sendiña Nadal, I. y Pérez Muñuzuri, V. 2006. Fundamentos de Meteorología. Manuales Universitarios. Ed. Univ. Santiago de Compostela. 194 p.

Seoáñez Calvo, M. 2002. Tratado de climatología aplicada a la Ingeniería medioambiental. Usos del análisis climático en los estudios medioambientales. Mundi-Prensa. Madrid. 734 p.

Seoáñez Calvo, M. 2002. Tratado de la contaminación atmosférica: problemas, tratamiento y gestión. Mundi-Prensa. Madrid. 1111 p.

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

Taylor, F. W. 2005. Elementary Climate Physics. Oxford University Press. New York. 226 p.

Todd, D. K. and Mays, L. W. 2005. Groundwater hydrology. 3<sup>rd</sup> Edition. Ed. J. Willey & Sons, Inc. 635 p.

**Sitios de Internet sugeridos para consulta de información.**

Administración Atmosférica y Oceánica Nacional EEUU (NOAA). Bases climáticas de datos. Climate Data Online (CDO). <https://www.ncei.noaa.gov/cdo-web/>

Base de datos Hidrológica de La Pampa.

[https://bdh.lapampa.gob.ar/index\\_contenido.php?xgap\\_historial=reset](https://bdh.lapampa.gob.ar/index_contenido.php?xgap_historial=reset)

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/>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2010. Atlas Climático Digital de la República Argentina. <http://inta.gob.ar/documentos/atlas-climatico-digital-de-la-republica-argentina>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). <https://public.wmo.int/es>

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). <https://www.smn.gob.ar/>

Sistema Nacional de Información Hídrica. Sec. Infraestructura y Política Hídrica (SIPH) <https://snih.hidricosargentina.gob.ar/Filtros.aspx#>

## ANEXO IV

**ASIGNATURA:** Climatología e Hidrología General

**CICLO LECTIVO:** a partir de 2025

### PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

**Trabajo Práctico Nº 1: Sistema Climático y Ciclo Hidrológico.** Conceptualización de componentes e interacciones de un sistema climático y del ciclo hidrológico. Planteo de procesos de retroalimentación positiva y negativa. Cálculo de anomalías. Cálculo del tiempo de residencia de distintos compartimentos del ciclo hidrológico y descripción de los procesos involucrados en el mismo. Relacionado a la Unidad 1 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 2: Radiación y Temperatura.** Interpretación e identificación de registros de flujos de radiación y de temperatura del aire y suelo. El análisis incluye el tratamiento de datos de estaciones meteorológicas manuales y automáticas, de satélites, para distintas localidades y bajo condiciones contrastantes que permitan identificar la marcha diaria y anual de la radiación, temperatura y heliofanía en función de diversos factores como latitud, altitud, nubosidad, continentalidad y cobertura. Determinación de valores medios y extremos y confección de anuarios. Análisis de sensores e instrumental de medición. Relacionado a las Unidades 2, 3 y 4 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 3: Humedad Atmosférica, Presión Atmosférica y Viento.** Interpretación y tratamiento de registros de datos manuales y digitales de humedad atmosférica, presión atmosférica y viento. El análisis incluye el tratamiento de datos para distintas localidades y bajo condiciones contrastantes que permitan identificar la marcha diaria y anual de dichas variables en función de diversos factores modificadores. Determinación de valores medios y extremos y confección de anuarios. Análisis de sensores e instrumental de medición. Relacionado a las Unidades 5, 6 y 7 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 4: Precipitación.** Estudio de la distribución espacial y temporal de la precipitación. El análisis incluye el tratamiento de datos pluviométricos y pluviográficos manuales y digitales que permitan la interpretación de hietogramas, curvas de intensidad duración y frecuencia, y la determinación de la precipitación media areal en área o cuenca. Determinación de valores totalizados, medios y extremos. Clasificación de años pluviométricos. Confección de anuarios. Análisis de sensores e instrumental de medición. Relacionado a la Unidad 8 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 5: Evaporación y Evapotranspiración.** Aplicación y análisis de diferentes métodos, de medición directa, de base física y empíricos para la estimación de la evaporación y evapotranspiración. Determinación de valores totalizados, medios y extremos. Confección de anuarios. Análisis de sensores e instrumental de medición. Relacionado a la Unidad 9 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 6: Escurrimiento Superficial - Aforos.** Determinación de parámetros físicos de cuenca y delimitación de cuencas. Planteamiento del balance hídrico de una cuenca. Confección de aforos líquidos, construcción de curva de gastos y estimación de caudales a partir de registros limnigráficos. Determinación de derrame, caudal específico y lámina media. Elaboración de anuarios. Análisis de sensores e instrumental de medición. Relacionado a las Unidades 10 y 11 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 7: Análisis de hidrogramas.** Separación de componentes en flujos de escorrentía directa y subterránea. Aplicación de funciones de transferencia precipitación caudal. Relacionado a las Unidades 10 y 11 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 8: Infiltración.** Análisis y determinación de curvas de infiltración mediante ensayos a campo. Estimación de la infiltración a partir de registros pluviográficos, mediante la aplicación de índices y a partir de la aplicación de balances hídricos. Relacionado a la Unidad 12 del Programa Analítico.

**Trabajo Práctico Nº 9: Agua Subterránea.** Análisis del flujo subterráneo en acuíferos. Aplicación de la ley de Darcy. Determinación del potencial hidráulico. Trazado de mapas de curvas isopiezas y líneas de flujo. Determinación del gradiente hidráulico. Análisis de la interacción agua superficial-subterránea. Ensayos de bombeo. Relacionado a las Unidades 13, 14 y 15 del Programa Analítico.

## ANEXO V

**ASIGNATURA:** Climatología e Hidrología General

**CICLO LECTIVO:** a partir de 2025

### **ACTIVIDADES ESPECIALES QUE SE PREVEN**

Durante el desarrollo del cursado y en función de la disponibilidad de realización y/o a la posibilidad de recepción de las instituciones, operadoras, etc., se prevén viajes de aplicación a:

- Un sistema hídrico superficial y/o subterráneo. Según la manifestación hidrológica el viaje puede ser a los ríos Atuel y Salado-Chadileuvú-Curacó, al río Quinto, al río Colorado, y a los Arroyos Quehué, Corti, o Treucó y eventualmente a algún sistema hídrico fuera del territorio provincial. También, puede incluir reconocimiento de lagunas fluviales, en ambientes medanosos, en valles transversales o en ambientes de meseta estructural. El análisis del agua subterránea incluirá el reconocimiento de acuíferos en áreas medanosas y en llanuras aluviales, y de manantiales o surgentes. El objetivo es realizar observaciones del tiempo, reconocer parámetros de cuenca, realizar prácticas de aforo por vadeo con molinete hidrométrico o flotadores, medición de tirantes de agua, medición de niveles saturados en fretatímetros y pozos de observación, y determinación a campo de parámetros físicos y químicos del agua que contribuyan a comprender la interacción entre el agua superficial y subterránea. Estas actividades están vinculadas a los Trabajos Prácticos 1 al 9 (Unidades 1 a 15 del Programa Analítico).
- Una estación meteorológica y/o radar del Servicio Meteorológico Nacional, del INTA, ente de investigación o gestión, cooperativa, municipio o empresa. El fin es valorar la generación y gestión de la información, observar el funcionamiento y montaje de los sensores de medición puntual y remotos. Esta actividad está vinculada a los Trabajos Prácticos 1, 2, 3, 4 y 5 (Unidades 1 a 8 del Programa Analítico).
- Instalaciones de aprovechamiento de recursos climáticos e hidrológicos. La vista puede incluir generadores de energía: i) solares (parques solares fotovoltaicos), ii) hidráulicos (complejos presa-embalse o saltos hidráulicos), iii) eólicos (parques de aerogeneradores), y iv) sistemas de abastecimiento por bombeo o drenajes de agua subterránea. Esta actividad está vinculada a los Trabajos Prácticos 2, 3, 4, 6, 7 y 9 (Unidades 2, 3, 4, 5, 10, 11 y 13 del Programa Analítico).
- Un laboratorio de simulación digital meteorológica como del SMN u otra institución para la generación de pronósticos meteorológicos y climáticos. Esta actividad está vinculada a los Trabajos Prácticos 2, 3, 4 y 5 (Unidades 1 a 9 del Programa Analítico).
- Un laboratorio de simulación hidráulica de modelos físicos o de simulación hidrológica mediante modelos matemáticos como del Instituto Nacional del Agua (INA) u otros en localizados en diferentes unidades de investigación y universidades. Esta actividad está vinculada a los Trabajos Prácticos 4, 6 y 7 (Unidades 5, 10 a 14 del Programa Analítico).

**2024**

50º Aniversario de la creación de las Facultades de Cs. Exactas y Naturales y de Cs. Veterinarias  
30º Aniversario de la consagración constitucional de la autonomía universitaria

## ANEXO VI

**ASIGNATURA:** Climatología e Hidrología General

**CICLO LECTIVO:** a partir de 2025

### **PROGRAMA DE EXAMEN**

Se corresponde con el programa analítico (Anexo II)



## ANEXO VII

**ASIGNATURA:** Climatología e Hidrología General

**CICLO LECTIVO:** a partir de 2025

### **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

La regularización del cursado de la asignatura se obtendrá en caso que las/los estudiantes cumplan satisfactoriamente con los siguientes requisitos:

1. Aprobar dos exámenes parciales y/o los recuperatorios.
2. En caso de ser necesario, existirá un examen parcial adicional para un único examen parcial desaprobado en las dos instancias anteriores.
3. Aprobar el 100 % de los trabajos prácticos. En el caso de desaprobación de un trabajo práctico, los/las estudiantes deberán presentar nuevamente el respectivo informe corregido para su aprobación. El estudiantado deberá subir los informes de los trabajos prácticos a la plataforma Moodle en tiempo y forma.
4. Aprobar el examen final oral en el cual los/las estudiantes deben integrar todos los conceptos abordados en la cursada.
5. Los/as estudiantes que deseen, podrán rendir el examen final bajo la condición libre. Este examen consistirá en la toma secuencial y eliminatória de los Trabajos Prácticos y un final oral durante un período no mayor de 5 días.

## Hoja de firmas