

## ANEXO

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Sistemas de Riego y Drenaje

Carácter de la asignatura: Obligatoria

Cátedras - Departamento: Cátedra de Riego y Drenaje, Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra.

Carrera: Agronomía

Año lectivo: A partir de 2023

-

### 2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

Ubicación de la materia en el plan de estudio: 5° año

Duración: Cuatrimestral

Profesor responsable de la asignatura: Alejandro Pannunzio

Equipo docente: Docentes de la cátedra de Riego y Drenaje

Carga horaria para el estudiante:

1) SESENTA y CUATRO (64) horas – CUATRO (4) créditos.

2) Correlativas requeridas:

Aprobadas

-Producción Vegetal

-Fertilidad de Suelos y Fertilización

Regular para cursar y aprobada para aprobar

-Máquinas Agrícolas regular para cursar aprobada para aprobar

Modalidad de enseñanza: Curso teórico-práctico.

### 3. FUNDAMENTACIÓN

Actualmente se riegan en el mundo 328 millones de ha, que corresponde al 16 % de la tierra cultivada, donde se obtiene más del 50 % de la producción agrícola mundial. Los sistemas de riego son una poderosa herramienta para lograr incrementar la producción de alimentos en el mundo, con el objetivo de satisfacer los requerimientos del creciente aumento de la población mundial, que se aproximará a los diez mil millones de habitantes hacia 2050.

La agricultura utiliza alrededor de 70 % del agua dulce disponible total y lo hace mayoritariamente para satisfacer requerimientos de riego. El método gravitacional es la práctica más difundida de riego en el mundo, abarcando 282 millones de has, 36 millones corresponden a riego por aspersión y 10 millones a riego localizado. Tanto los sistemas de riego gravitacional como los presurizados requieren de infraestructura de riego para desarrollarse.

El área bajo riego en Argentina es de 2.200.000 has de las cuales 400.000 has son por riego por aspersión y 200.000 con riego localizado, el resto con riego gravitacional. Del total irrigado en el país, 584.049 has poseen problemas de salinidad y 554.716 has inconvenientes de drenaje.

El 92 % del área bajo riego en el mundo tiene baja eficiencia de conducción de agua, 90 millones de has que necesitan ser mejoradas en cuanto a su eficiencia de distribución y aplicación del agua de riego, aproximadamente el 85 % del riego mundial utiliza tecnologías muy elementales, obteniéndose en ellos

eficiencias de riego muy bajas, las generan disminución de los niveles freáticos, y/o aumento de la salinización de los suelo y lixiviación de nutrientes que contaminan los acuíferos que a la vez son fuente de bebida para la población. El concepto de agua virtual refiere al volumen total de agua involucrado en la producción de algunos bienes. Es allí donde todas las eficiencias a considerar en los procesos productivos cobran relevancia, dando la pauta de los metros cúbicos de agua empleada para producir cada unidad de materia seca. El análisis del costo de producción referido al uso del agua debe considerar la inversión inicial y el costo por mm aplicado, destacando la importancia de los criterios de diseño de los sistemas que contemplen si son sistemas de riego complementario o de riego integral.

#### **4. OBJETIVOS**

Al finalizar el curso los estudiantes serán capaces de:

##### **a) Área conceptual.**

Comprender los contenidos fundamentales de las disciplinas componentes de los Sistemas de Riego y Drenaje, que son Hidrología superficial y subterránea, Hidráulica, Riego y Drenaje y sus vinculaciones con el ambiente.

Integrar los sistemas agua-suelo-planta-atmósfera, analizar sus interrelaciones y reconocer su importancia en la producción agropecuaria y forestal.

Seleccionar métodos de riego adecuados a las condiciones existentes.

Identificar las causas que originan problemas de excesos hídricos y caracterizar los problemas de drenaje en función de actividades preventivas y correctivas.

Resolver pequeñas investigaciones en las áreas principales de los Sistemas de Riego y Drenaje.

##### **b) Área actitudinal:**

Reconocer la importancia de los Sistemas de Riego y Drenaje en la actualidad.

Valorar los avances de la ingeniería de riego y de drenaje para la optimización de la producción agropecuaria y forestal.

Jerarquizar la problemática del manejo de suelos, aguas y cultivos en un contexto conservacionista de los recursos naturales y proteccionista del ambiente.

Participar en los trabajos de investigación grupal, demostrando aceptación y actitud productiva.

Elegir líneas de investigación grupal, consensuando con los compañeros.

##### **c) Área procedimental**

Aplicar metodologías de análisis, estimación y determinación de variables de manejo del sistema agua-suelo-planta-atmósfera.

Utilizar instrumental y estructuras adecuadas para la medición, operación y control de dichas variables.

Resolver situaciones problemáticas surgidas o representativas del campo real.

Construir gráficas, planos y modelos matemáticos para la caracterización de los fenómenos bajo estudio.

#### **5. CONTENIDOS**

##### **5.1. Contenidos mínimos – Resolución RESCS-2021-430-E-UBA-REC**

Hidrología de interés agronómico. Balance hídrico: precipitación, infiltración, evapotranspiración, escorrentía. Hidráulica aplicada al diseño y operación de estructuras para riego y drenaje (canales y tuberías) Hidrometría y sistemas de bombeo. Sistematización de tierras para riego y drenaje. Relaciones agua suelo-planta-atmósfera. Estimación de láminas e intervalos de riego y drenaje. Oferta y demanda hídricas para riego y drenaje. Riego gravitacional (surcos y melgas), aspersión de movimiento periódico y continuo y localizado (goteo y microaspersión). Drenaje de tierras agrícolas. Pronóstico y diagnóstico de excesos hídricos. Caracterización de la dinámica freática. Drenaje a nivel zonal y parcelario.

## **5.2. Contenidos desarrollados**

### **UNIDAD 1. Introducción a los Sistemas de Riego y Drenaje.**

- 1.1. Sistemas de riego y drenaje: presentación de la asignatura. Ubicación en el currículo de la carrera de ingeniería agronómica. Temáticas principales de las disciplinas Hidrología, Hidráulica, Riego y Drenaje, que integran la asignatura.
- 1.2. Importancia de los Sistemas de Riego y Drenaje en la formación de ingenieros agrónomos y en el desarrollo de las ciencias agrarias.
- 1.3. Desempeño del ingeniero agrónomo en el campo de la agrohidrología y la ingeniería rural o ingeniería agrícola, con énfasis en el manejo de aguas, suelos y cultivos.
- 1.4. Desarrollo nacional e internacional de los sistemas de riego y drenaje y de la irrigación. Principales áreas argentinas bajo riego integral y complementario.
- 1.5. Recursos hídricos superficiales y subterráneos. Estudio, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

### **UNIDAD 2. Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje.**

- 2.1. Ciclo hidrológico y distribución de agua en el Planeta. Balances hídricos: diferencias conceptuales y metodológicas asociadas a propósitos y aplicaciones.
- 2.2. Precipitación total y precipitación efectiva. Métodos de medición y estimación. Análisis de datos. Modelos matemáticos y programas computacionales.
- 2.3. Escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo. Hidrogramas. Relación precipitación - escorrentía. Modelos hidrológicos y programas computacionales.
- 2.4. Evaporación, transpiración y evapotranspiración. Métodos de medición y estimación. Modelos matemáticos y programas computacionales.
- 2.5. Infiltración. Métodos de medición y estimación. Construcción de modelos matemáticos de aplicación en diseño de riego.

### **UNIDAD 3. Hidráulica aplicada a sistemas de riego y drenaje.**

- 3.1. Hidrostática e Hidrodinámica. Presiones hidrostáticas. Corriente líquida: elementos técnicos que la caracterizan. Principios de conservación de la masa y la energía. Aplicaciones.
- 3.2. Circulación de agua en tuberías. Pérdidas de carga: medición y estimación. Aplicaciones.

3.3. Circulación de agua en canales. Aplicaciones para el diseño de acequias y pequeños canales de distribución y drenaje.

3.4. Hidrometría: clasificación, fundamentos y aplicaciones de métodos de aforo en distintos sistemas hídricos. Aforo de cursos libres. Circulación de agua por orificios y vertederos. Medición de caudales mediante estructuras.

3.5. Sistemas de bombeo. Clasificación y descripción de bombas, transmisiones y motores. Determinación de requerimientos de bombeo. Análisis de sistemas de bombeo, selección del equipamiento y cálculo de potencia y costo operativo de sistemas de bombeo

#### **UNIDAD 4. Relaciones agua-suelo-plantat-atmósfera.**

4.1. Relaciones agua-suelo. Contenidos hídricos referenciales. Humedad aprovechable total, consumida y residual. Potencial de agua del suelo: componentes, medición y cálculo. Relaciones entre tensiones y contenidos hídricos en los suelos.

4.2. Relación agua-suelo-plantat. Absorción de agua del suelo por las plantas. Sistemas de raíces: patrón de distribución, profundidad, tasa y modelos de absorción. Umbral de riego: concepto, uso y determinación experimental. Láminas neta y bruta de riego.

4.3. Relaciones agua-suelo-plantat-atmósfera. Flujo de agua en la fitósfera. Relaciones entre transpiración y fotosíntesis. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Respuesta de los cultivos a niveles de humedad aprovechable. Modelos de producción.

4.4 Digitalización como herramienta de monitoreo y control

#### **UNIDAD 5. Riego.**

5.1. Riego en zonas húmedas y zonas áridas. Impacto ambiental y socioeconómico del riego integral y complementario.

5.2. Análisis de la oferta y demanda de agua, para poner bajo riego sistemas de producción vegetal. Evaluación de la disponibilidad de agua. Construcción de curvas de demanda.

5.3. Calidad del agua para riego. Métodos para interpretar la calidad del agua y sus efectos en el sistema productivo. Mejoramiento de la calidad del agua.

5.4 Reuso de agua para riego. Desalinización de agua con fines de riego.

5.5. Clasificación de métodos de aplicación de agua al suelo. Descripción de distintas unidades de riego. Selección de alternativas de sistemas de riego de acuerdo al método de aplicación de agua más adecuado a las condiciones físicas, económicas y humanas disponibles.

5.6. Manejo de aguas y suelos salinos. Tolerancia salina de las plantas cultivadas. Balance salino de la solución del suelo y requerimiento de lixiviación. Métodos de prevención y de control de la salinidad en la fitósfera.

5.7. Distritos de riego y drenaje: infraestructuras de almacenamiento, regulación, derivación, conducción, distribución y avenamiento. Formas de entrega del agua a los usuarios.

5.8. Evaluación de distintas eficiencias en riego: eficiencia de conducción, de aplicación, de distribución y de almacenaje de agua.

5.9. Productividad del agua de riego. Huella hídrica. Evaluación de ciclo de vida.

5.10. Tajamares. Relaciones entre áreas de captación y riego. Relación entre cuenca, escurrimiento, capacidad de almacenamiento. Bases constructivas.

5.11. Legislación sobre uso del agua y riego. Gestión integrada de recursos hídricos.

### **UNIDAD 6. Métodos de riego.**

6.1. Métodos de riego por superficie. Funcionamiento hidráulico. Principales cultivos regados por métodos gravitacionales. Operación y evaluación de surcos y melgas.

6.2. Métodos de riego aéreos. Equipos de riego por aspersión de movimiento periódico (fijos, semifijos y móviles) y de movimiento continuo (enrolladores, pivote central y avance frontal). Funcionamiento hidráulico. Principales cultivos regados por aspersión. Operación y evaluación de sistemas de aspersión.

6.3 Métodos de riego localizado por microaspersión y goteo. Funcionamiento hidráulico. Descripción de distintos tipos de equipamiento, adaptados a cultivos extensivos e intensivos a campo, bajo cubierta y sin suelo. Sistemas de riego para control activo y pasivo de heladas.

### **UNIDAD 7. Drenaje agrícola.**

7.1. Principios de hidrogeología aplicada al riego y drenaje. Agua subterránea. Origen y clasificación. Acuíferos y acuitardos. Propiedades hidrológicas de los sedimentos portadores de agua: porosidad, permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, conductividad hidráulica. Movimiento del agua subterránea. Flujo en medios porosos en régimen permanente: Ley de Darcy y velocidad media del flujo.

7.2. Capa freática. Características hidráulicas. Estudios espaciales y temporales de su dinámica. Participación de la capa freática en el ciclo hidrológico y el balance hídrico a nivel zonal y parcelario. Pozos de observación: ubicación, construcción y mediciones del nivel freático. Manejo de datos freatimétricos: elaboración de gráficos y mapas. Caracterización de redes de flujo y áreas de carga y descarga.

7.3. Drenaje agrícola en zonas húmedas y en zonas áridas. Estudio de las causas que originan excesos de humedad en el suelo: fuentes de alimentación y obstáculos al flujo de agua. Inundaciones, anegamientos y ascensos de niveles freáticos. Formulación de estudios interdisciplinarios para la prevención y el combate de excesos hídricos. Estudios del riesgo hídrico en áreas de llanura.

7.4. Jerarquía de las redes de drenaje: drenaje zonal, drenaje de apoyo y drenaje parcelario. Estimación y medición de dotaciones de drenaje según las causas generadoras del exceso hídrico. Construcción, operación y mantenimiento de obras de drenaje.

## **6. METODOLOGÍA DIDÁCTICA y FORMAS DE INTEGRACIÓN DE LA PRÁCTICA**

Durante la primera parte de cada una de las clases se desarrollan contenidos teóricos, los que luego se aplican a un estudio de caso, integrándolos con el recorrido del curso con el tema previo.

Las prácticas de campo en el predio aledaño a la cátedra y en el laboratorio de hidráulica de la cátedra durante el transcurso del curso son herramientas y ámbitos apropiados para la integración y aplicación de conocimientos y para permitir la aplicación de conocimientos que se van abordando en el curso.

El trabajo de estudiantes en grupos para el desarrollo de casos y para las prácticas a campo y laboratorio son centrales para la integración y desarrollo de conocimientos.

## **7. FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se tomarán dos (2) exámenes parciales a lo largo del curso, cada uno de ellos con nota de 0 a 10 puntos, de carácter individual, debiendo obtener un puntaje de 4 (cuatro) puntos o superior para su aprobación. Para obtener dicha nota es necesario resolver en forma correcta el 60% de los contenidos mínimos de la parte teórica y de la parte práctica del examen.

Sólo se podrá recuperar uno de ellos. La calificación del examen recuperatorio es la definitiva.

Se tomará asistencia al inicio de cada clase, debiendo por lo menos asistir al 75% de ellas.

Los estudiantes que aprueben ambos exámenes parciales y cumplan con el 75% de asistencias, deberán rendir un examen final en condición regular para aprobar el curso.

El alumno que no haya cumplido con el 75% de asistencias a clase quedará en condición de libre.

El examen final para la aprobación de la materia tanto en condición de regular o libre, puede ser en escrito y/u oral e incluye una parte teórica y otra práctica la que se aprobará con 4 puntos para los que habrá que responder correctamente al 60 % de los contenidos mínimos de cada una de ellas.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

### **8.1. Bibliografía obligatoria**

Guías de TP de la cátedra de Riego y Drenaje disponibles en el CED de la FAUBA.

### **8.2. Bibliografía complementaria**

#### **Agronomía del Riego.**

Doorembos, J y Kassam, A. H. (1980). Efectos del Agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO, Roma. 212 pp.

De Santa Olalla Mañ, F. y Juan Valero, J. (1993). Agronomía del Riego. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1993. 732 pp.

#### **Hidráulica.**

Azevedo Neto, J y Acosta Alvarez, G. (1975). Manual de Hidráulica. Ed. Harla. Sao Pablo. 578 pp.

Benami, A. y Ofen, A. (1989). Irrigation Engineering: Sprinkler, Trickle, Surface Irrigation: Principles, Design and Agricultural Practices. Ed. Irrigation Engineering Scientific Publications Haifa, Israel. 257 pp.

Keller, J., Adhikari, D., Petersen, M. and Suryawanshi, D. (2005). Engineering low-cost microirrigation for small plots. Ed. International Development Enterprises, India. 23 pp.

### **Hidrología.**

- Custodio, E. y Llamas M. (1976). Hidrología Subterránea. Tomo I y II. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 1194 pp.
- Linsley, R., Kohler, M. and Joseph, L. (1997). Hidrología para ingenieros. Ed. Mc. Graw-Hill. Bogotá, Colombia. 398 pp.
- Losada, A. (1987). El Riego, Fundamentos Hidráulicos. Ed. Mundiprensa, Madrid, España. 461 pp.
- Luque, J. (1995). Hidrología agrícola aplicada. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 271 pp.

### **Sistemas de Riego.**

- Armoni, S. (1989). Riego por microaspersión. Ed. Prensa XXII, S.A. Barcelona, España. 187 pp.
- Grassi, C. (1998). Fundamentos del riego. Ed. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Gurovich, L. (1985). Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Ed. Tomás Saravi. San José de Costa Rica. 429 pp.
- Holzapfel, E.A.; Pannunzio, A.; Lorite, I.; Silva de Oliveira, A.S.; Farkas, I. (2009). Design and management of irrigation systems. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(1), pp. 17-25.
- Israelsen, O. y Hansen, J. (1989). Principios y aplicaciones del riego. Ed. Reverté. Barcelona. 396 pp.
- Merriam, J. and Keller, J. (1978). Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Ed. Utah St. Univ. Logan, USA. 275 pp.
- Nakayama, F. y Bucks, D. (1986). Trickle irrigation for crop production: design, operation and management. Ed. Elsevier. New York. 383 pp.
- Nakayama, F., and Bucks, D. (1981). Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. *Transactions of the ASAE*, 24(1), pp. 77-80.
- Nakayama, F. and Bucks, D. (1991). Water quality in drip trickle irrigation: A review. *Irrig.Sci.* vol. 12, pp.187-192.
- Pannunzio, A. (2008). Efectos de sustentabilidad de los sistemas de riego por goteo en arándanos, Tesis Ms. Sc., Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires, Argentina, pp. 127.
- Pizarro, F. (1990). Riegos localizados de alta frecuencia. Ed. Mundiprensa, Madrid. 471 pp.
- Tarjuelo, J. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 581 pp.
- Richards. L.(1977). Diagnóstico y rehabilitación de los suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa, México. 170 pp.
- Rodrigo Lopez, J. (2003). Riego localizado, programas informáticos. Ed. Mundiprensa, Madrid. 247 pp.
- Wu, I and Barragan, J. (2000). Design criteria for microirrigation systems. *Transactions of the ASAE*, 43(5), pp. 1143-1154.

### **Sistemas de Drenaje.**

- Luque, J. y Vazquez, R. (1991). Drenaje agrícola y desagüe de áreas inundadas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 215 pp.
- Pizarro, F. (1978). Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola Española, Madrid, España. 520 pp.
- Series que abarcan varios temas:

FAO Irrigation and drainage papers. Numbers 24, 25, 27, 29, 33, 35, 36, 56. Ed.  
FAO, Roma.



**.UBA40**<sup>∞</sup>  
AÑOS DE  
DEMOCRACIA

**Anexo Resolución Consejo Directivo**

**Hoja Adicional de Firmas**

**Número:**

**Referencia:** ANEXO - EX-2023-04881945 - Asignatura obligatoria Sistemas de Riego y Drenaje.

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.