



## DRENAJE AGRÍCOLA

### I. DATOS GENERALES

Unidad Académica:	Departamento de Suelos
Programa Educativo:	Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos
Nivel educativo:	Licenciatura
Área de conocimientos:	Manejo y Conservación de Suelos
Asignatura:	<b>Drenaje Agrícola</b>
Clave:	1562
Créditos:	9.5
Carácter:	Obligatorio
Tipo:	Teórico-práctico
Prerrequisitos:	Salinidad de Suelos y Física de Suelos
Profesor:	Ing. Carlos Fernando Ureña Castellano
Ciclo escolar:	2008-2009
Año:	6°
Semestre	Segundo
Horas teoría/semana:	4.5
Horas práctica/semana:	5
Horas tiempo independiente:	4.75
Horas totales/semana:	9.5
Horas totales/semestre:	152

### II. INTRODUCCIÓN

La asignatura de Drenaje Agrícola se ubica, en el plan de estudios, en el segundo semestre de cada ciclo escolar y está dirigido a los alumnos del sexto año de la Especialidad de suelos. Corresponde a una materia básica del plan de estudio s con un carácter teórico - práctico, donde los desarrollos técnicos se basan en conceptos teóricos, que sirven de base para postular y delimitar los criterios que permiten formular alternativas de solución a la problemática generada por la presencia de excesos de humedad en las áreas de cultivo.

Existe una vinculación estrecha con otras asignaturas de plan de estudios; se relaciona de forma vertical con Principios y Técnicas de Riego, Topografía Aplicada y Salinidad de Suelos; de forma horizontal con Cartografía de Suelos y Fertilidad; también de una manera indirecta, pero no menos importante, con Química, Bioquímica y Microbiología de Suelos.

El desarrollo de esta materia de cuatro fases fundamentales: Teoría, la cual se desarrolla en el aula explicando los fundamentos prácticos de la materia, la práctica que comprende la realización de un estudio freaticométrico y la determinación de las



propiedades físicas del suelo; y finalmente la realización de una monografía por parte de los alumnos.

Para poder evaluar y acreditar el curso se aplicarán cuatro exámenes parciales, cuyo promedio representará el 60% de la calificación final, para la parte práctica, se obtendrá el promedio en base a los reportes de las prácticas de campo, este promedio representará el 30% de la calificación final y finalmente para la monografía corresponderá un 10% de la calificación.

### III. PRESENTACIÓN

En la actualidad, el fenómeno de presencia de excesos de humedad que provocan el deterioro de las propiedades óptimas, físicas, químicas y biológicas del recurso del suelo, se han ido incrementando, tanto en los Distritos de Riego como en las zonas temporales. Además, por la presencia de altos freáticos, las áreas con problemas de ensalitramiento de los suelos también se han incrementado. Los métodos actuales de aplicación de láminas de riego no son adecuadas, las altas precipitaciones registradas en los últimos años, el deterioro de los canales de riego, dando lugar a filtraciones, la administración misma de la red de riego, la falta de red de drenaje, etc., han dado lugar a que se haga imprescindible el estudio y la instalación de un sistema de drenaje desde el nivel parcelario hasta el regional.

Se imparte esta materia orientada a que el estudiante identifique las causas que lo provocan y tengan los elementos teóricos - práctico que les permitan establecer alternativas de solución, cada una de ellas con las consideraciones de que sean técnicamente factibles y económicamente viables.

Esta materia contribuye a la formación profesional del educando, pues se le permite desarrollar un espíritu crítico con fundamentos teóricos y metodológicos, además de la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades tendientes a comprender, interpretar, afrontar y resolver problemas de tipo ingenieril.

### IV. OBJETIVO GENERAL

Identificar los conocimientos generales relacionados con la prevención y el combate de los problemas de drenaje agrícola, y fomentar el desarrollo de criterios técnicos para planear el estudio y aplicaciones prácticas que conlleven a determinar alternativas de solución en las diferentes causas que provocan los excesos de agua, tanto en la superficie como en el perfil, en los campos agrícolas.

### V. CONTENIDO

#### Unidad 1. Introducción al Drenaje Agrícola (20 h)

##### Objetivo

Discutir las causas que provoca el problema de drenaje agrícola para establecer su importancia en diferentes ámbitos.



## Contenido

- 1.1. Antecedentes y definición
- 1.2. Causas que provocan el problema de drenaje agrícola
  - 1.2.1. Fuentes de alimentación
  - 1.2.2. Obstáculos que impiden la salida del agua
- 1.3. Beneficios del drenaje agrícola

## Unidad 2. El Estudio Freatimétrico (4 h)

### Objetivo

Señalar la importancia del estudio regional de la posición del nivel freático, así como interpretar la información obtenida, a través de diversos planos, a fin de cuantificar la problemática del drenaje agrícola en una zona con cultivos.

### Contenido

- 2.1. Definición
- 2.2. El estudio especialidad de la superficie freática
  - 2.2.1. Pozos de absorción del nivel freático
  - 2.2.2. Plano de isohipsas
  - 2.2.3. Plano de isobatas
  - 2.2.4. Gráfica AREAS-TIEMPO
  - 2.2.5. Plano de mínimas
  - 2.2.6. Plano de incremento
- 2.3. El estudio espacial de la superficie piezométrica
  - 2.3.1. Pozos piezométricos
  - 2.3.2. Plano de isopiezometría
  - 2.3.3. Estudio del movimiento vertical del agua

## Unidad 3. Hidráulica Elemental de la Zona Saturada (12 h)

### Objetivo

Comprender la estática y dinámica del agua en el suelo, en la zona saturada, para determinar la importancia de las propiedades físicas del suelo inherentes al drenaje agrícola, así como formular los fundamentos de la Ecuación General de la Superficie Freática, que es la base cálculo de separación de drenes.

### Contenido

- 3.1. Agua freática y capa freática
- 3.2. Estratos y acuíferos
- 3.3. Estática del agua en el suelo
- 3.4. Dinámica del agua en el suelo



3.4.1.1 Ecuación de continuidad

3.4.2. Ley de Darcy

3.4.2.1. Conductividad hidráulica

3.4.2.2. Métodos para determinar la conductividad hidráulica

3.4.3. Flujo horizontal y vertical a través de un suelo estatificado

3.4.4. Ecuación de Laplace

3.4.5. Suposiciones de límites

3.4.6. Suposiciones de Dupuit-Forchheimer

3.4.7. Ecuación General de la Superficie Freática

3.4.7.1. Régimen permanente

3.4.7.2. Régimen variable

#### **Unidad 4. El Drenaje Subterráneo en Régimen Permanente (10 h)**

Objetivo

Comprender el criterio permanente, así como identificar las ecuaciones sujetas a este criterio para planear el cálculo de Separación de drenes.

Contenido

4.1. Definición de régimen permanente

4.2. Criterios de drenaje

4.3. Ecuación de Donnan

4.5. Ecuación de Hooghoudt

4.6. Ecuación de Ernst

4.7. Caudal de diseño.

#### **Unidad 5. Filtraciones (6.0 h)**

Objetivo

Identificar las filtraciones provenientes de diversas fuentes, así como también determinar los métodos para cuantificar este problema y sus posibles soluciones.

Contenido

5.1. Definición

5.2. Zona Baja constituye un acuífero libre

5.3. Zona baja constituye un acuífero semiconfinado

5.3.1. Criterio de acuífero infinito

5.3.2. Criterio de acuífero finito

5.4. Filtraciones de canales de riego



## **Unidad 6. El Drenaje Subterráneo en Régimen Variable (16 h)**

### **Objetivo**

Comprender el régimen variable así como identificar las ecuaciones sujetas a este criterio para formular el cálculo de separación de drenajes.

### **Contenido**

- 6.1. Definición de régimen variable
- 6.2. Criterios de drenaje
- 6.3. Porosidad drenable
- 6.4. Ecuación de Glover-Dumm
  - 6.4.1. La fuente es el riego
  - 6.4.2. La fuente es la precipitación
  - 6.4.3. Caudal de diseño
- 6.5. Ecuación de Kraijenhoff Van de Leur-Maassland
  - 6.5.1. Caudal de diámetro de tubería
- 6.6. Drenes lisos
  - 6.6.2. Drenes corrugados
  - 6.6.3. Drenes telescópicos

## **Unidad 7. El Drenaje Vertical (4 h)**

### **Objetivo**

Comprender el uso de equipo de bombeo de agua freática para diseñar el drenaje agrícola.

### **Contenido**

- 7.1. Definición
- 7.2. Ventajas y Desventajas de los pozos de bombeo
- 7.3. Flujo hacia un pozo
- 7.4. Pozos interceptores

## **Unidad 8. El Drenaje Superficial en Zonas Planas (8 h)**

### **Objetivo**

Identificar el problema de excesos de humedad sobre la superficie de terreno agrícola, así como las técnicas y modelos matemáticos para planear su control.

### **Contenido**

- 8.1. Definición
- 8.2. Preparación del terreno
  - 8.2.1. Afinación de terreno
  - 8.2.2. Nivelación de tierras



- 8.3. Sistemas de drenaje superficial
  - 8.3.1. Desagües paralelos
  - 8.3.2. Zanjas paralelas
  - 8.3.3. Sistemas de trazo irregular
- 8.4. Cálculo de descarga de diseño
  - 8.4.1. Modelo de Cypress Creek
  - 8.4.2. Regla 20-40

## **Unidad 9. Diseño y Construcción de la Red de Drenaje (4 h)**

### Objetivo

Integrar los conocimientos adquiridos entorno al Drenaje Agrícola para proponer el diseño de la red, así como planear su construcción y conservación

### Contenido

- 9.1. Elementos de la red de drenaje agrícola
- 9.2. Tipos de drenajes (materias, construcción y conservación)
  - 9.2.1. Drenes zanja
  - 9.2.2. Drenes Topo
    - 9.2.3.1. Chequeo de un sistema entubado

## **Unidad 10. El Proyecto de Drenaje Agrícola (4 h)**

### Objetivo

Comprender los aspectos técnicos - económicos para planear la elaboración del proyecto del drenaje agrícola, integrando conocimientos adquiridos tanto en esta asignatura como en otras de la especialidad.

### Contenido

- 10.1. Estudio a nivel reconocimiento
- 10.2. Estudio semi-detallado
  - 10.2.1. Topográfico
  - 10.2.2. Geológico
  - 10.2.3. Edafológico
  - 10.2.4. Hidrológico
  - 10.2.5. Salinidad
  - 10.2.6. Freatimétrico
  - 10.2.7. Pluviométrico
- 10.3. Estudio definitivo
  - 10.3.1. Elección de la mejor alternativa
  - 10.3.2. Obras complementarias
  - 10.3.3. Relación beneficio - costo
- 10.4. Consideraciones generales



## VI. METODOLOGÍA

El desarrollo de esta materia de cuatro fases fundamentales:

- Teoría: Desarrollo en el aula de los fundamentos teóricos prácticos del curso. (Trabajo Individual)
- Práctica: Desarrollará las técnicas para el estudio freaticométrico y determinación de propiedades físicas inherentes al estudio del drenaje agrícola (trabajo en equipo).
- Monografía: El alumno desarrollará un tema relacionado con el drenaje agrícola asociado a otras asignaturas de la propia Especialidad (trabajo en equipo)

## V. EVALUACIÓN

Se considerarán para la evaluación diferentes aspectos:

### A. TEORIA

Se aplicará cuatro exámenes parciales, cuyo promedio representará el 60% de la calificación final, de acuerdo a:

Examen I.....CAP. I, II, III  
Examen II.....CAP. IV, V  
Examen III.....CAP. VI, VII  
Examen IV.....CAP. VIII, IX, X

### B. PRACTICA

Se obtendrá el promedio en base a los reportes de las prácticas de campo. Este promedio representará el 30% de la calificación final.

### C. MONOGRAFIA

Este trabajo representará el 10% de la calificación final

Así se tiene:	Teoría	60%
	Práctica	30%
	Monografía	10%
	TOTAL	100%

## ACREDITACION DEL CURSO:

Para acreditar el curso, el alumno deberá tener un promedio mínimo de 66. en escala de 0 a 100, siempre y cuando no esté reprobado en cualquiera de los tres conceptos. Si esto ocurriera, el alumno deberá presentara un examen global cuyo resultado se promediará con la calificación reprobatoria; si el promedio es aprobatorio, el alumno acreditará el curso con la calificación de 66.



## VI. BIBLIOGRAFÍA

### TEXTOS BASICOS

1. Berlin J. 2006. Riego y drenaje. Trillas. México.
2. Granados S. D. 2005. La cuenca hidrológica. Unidad ecológica. Esc. Colombiana. Colombia.
3. International Institute for Land Reclamation and Improvement (IILRI), 1977. Principios y aplicaciones de drenaje (Tomos I, II, III, IV). Wageningen, Holanda..
4. Martínez D. S. A. 2005. Tratamiento de aguas residuales con Matlab. Reverte. España.
5. Pizarro F. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Madrid, España.
6. Ureña C. C. F. 1993. Drenaje Agrícola: Apuntes de la Cátedra de Drenaje Agrícola. Departamento de Suelos; UACH; México.

### TEXTOS COMPLEMENTARIOS

7. Hernández A. A, Zapata R.R. Ureña C.C.F. 1992. Diseño, construcción y prueba de un dispositivo para la medición de la conductividad hidráulica, con muestras inalteradas en el laboratorio (Métodos de carga constante y carga variable). Tesis profesional. Departamento de suelos, UACH. México
8. Martínez B. J. 1986. Drenaje agrícola, Volumen I. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación, Madrid. España.
9. Olvera G. R. Ureña C. C. F. 1992. Métodos para la determinación de la conductividad hidráulica en el campo. C.P. Rama de Riego y Drenaje, Núm. 14. Chapingo. México.
10. Smedema L-K- Rycroft D.W. 1983. Land Drainage. Cornell University Press. Ithaca, N.Y. USA.