

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

Fecha de elaboración: Septiembre 1996  
**Fecha de Actualización:** Octubre de 2005  
**Fecha de Actualización:** Febrero de 2017

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

Nombre de la materia	: SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO
Clave	: RYD-453
Tipo de Materia	: CURRICULAR
Departamento que la imparte	: RIEGO Y DRENAJE
Horas teoría/semana	: 3
Hora practica/semana	: 2
Créditos	: 8
Programas a que se imparte	: INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN
Prerrequisitos	: RYD-455 SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN

**II.- OBJETIVO GENERAL.**

El curso se desarrolla en trece temas, en los primeros, se ve la importancia del micro riego, se describen sus componentes y el modo típico de operación para luego en los temas 4,5 y 6, pasar a actores de planeación, selección de emisores y criterios de selección; y en los siguientes temas (7,8 y 9) se presentan estrategias de diseño en donde se incorporan la hidráulica de laterales y maniful para determinar el tamaño de la subunidad de riego, proyectar el arreglo de las tuberías de suministro, encuadrar el sistema de filtración. Mas adelante en los temas 10 y 11 se estudian las guías generales de instalación y los métodos de inyección que se incorporan al sistema de riego para realizar conjuntamente la fertirrigación y el manejo del agua. Por último, en los temas 12 y 13 se enseñan algunos métodos de investigación para conducir pruebas y experimentos con tecnología de riego, y se incluyen la prueba de uniformidad de emisión con la metodología de campo recomendada para tomar datos en los emisores que permitan hacer un diagnóstico de su funcionamiento y valorar la uniformidad.

Debido a que el agua es conducida y entregada casi directamente a cada planta en el riego localizado de bajo volumen o de micro riego, entonces el proceso de diseño se enfoca a obtener mediante un análisis de la relación agua-suelo-planta, la cantidad requerida de agua, la que se debe aplicar a los cultivos a través de los emisores; previendo en la ase hidráulica que hasta los emisores más altos o alejados del huerto funcionen a presiones y gastos dentro de las normas de diseño

para con ellos mantener dentro de la subunidad una alta uniformidad en la distribución.

Se familiariza al alumno con las dimensiones y normas de fabricación para tuberías, válvulas, accesorios, mangueras, goteros, microaspersores, filtros, reguladores, inyectoros, cintas de goteo, mangueras porosas, rociadores, burbujeadores y nebulizadores. En laboratorio se realizan pruebas (Q vs H) para obtener la curva de calibración de los emisores y conocer los coeficientes K, x y y requeridos para precisar la presión de diseño ( $H_d$ ), estimar la caída de carga permisible en la subunidad ( $A_h$ s) y proyectar la dimensión geométrica de las laterales, que son mangueras con los emisores regularmente espaciados, y diseñar el maniful; que es la tubería distribuidora que alimenta las líneas laterales.

En el proceso de diseño se incorporan aprendizajes anteriores y se facilitan otros para desarrollar y orientar la creatividad, el razonamiento mecánico, la habilidad para dibujar y la aptitud matemática de los estudiantes. Una parte importante de la formación profesional es plantear el arreglo de los componentes para un sistema de microirrigación integrando partes y equipos comerciales manufacturados por fábricas de prestigio, determinar la caída de carga permisible y el tamaño óptimo de subunidad, prever el modo de operación, programar el manejo de agua y los turnos de riego en el calendario del cultivo, seleccionar los filtros para remover las partículas críticas y evitar el taponamiento de los emisores, tratar la calidad del agua para acidificar el pH o inyectar cloro para el control de crecimiento biológico dentro del sistema, instalar el sistema de fertirrigación, calcular la mezcla de fertilizantes y preparar una solución nutrimental, dibujar los diagramas de instalación, hacer el listado de piezas y cotizar el proyecto.

En el diseño de la estructura del sistema o componente, el ingeniero selecciona métodos, especifica materiales, y determina estrategias para satisfacer las normas técnicas y para cumplir las especificaciones de funcionamiento. El ingeniero en construcción es responsable para preparar el sitio, determinar los procedimientos de instalación para dirigir la colocación de los materiales en la obra, tomar decisiones de cómo distribuirlos de acuerdo al programa de actividades, y organizar al personal y al equipo.

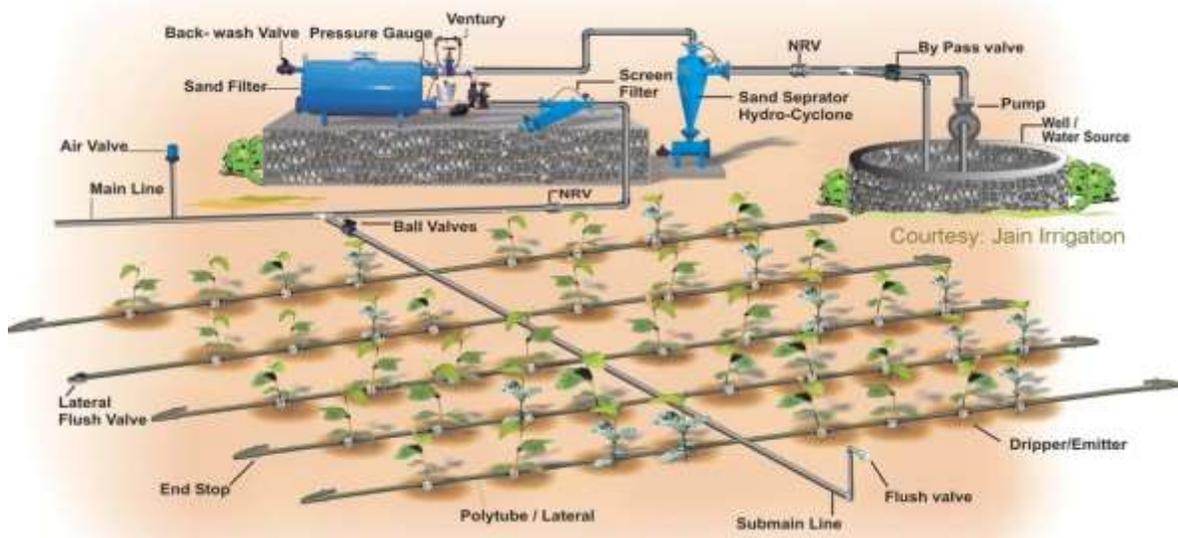
En la operación y mantenimiento, el ingeniero controla las máquinas de riego, los equipos de filtración y de fertirrigación, las estaciones de bombeo y las subestaciones eléctricas, y atiende la infraestructura que proporciona energía, transportación y comunicación. El ingeniero determina los procedimientos de arranque de los sistemas y equipos, supervisa los arreglos y reparaciones, y el manejo del riego realizado por el personal para obtener una operación confiable y económica de los sistemas, y así observar adecuado desempeño de un trabajo práctico.

En investigación tecnológica, el ingeniero busca nuevos principios, procesos y equipos mediante la comparación, adecuación o innovación de la tecnología convencional utilizando el método científico y técnicas experimentales. En desarrollo, el ingeniero aplica los resultados de la investigación a propósitos útiles.

La aplicación ingeniosa y creativa del nuevo conocimiento puede resultar en un modelo de trabajo para mejorar la ingeniería del riego, o para diseñar un nuevo equipo o proceso.

### **III.- METAS EDUCACIONALES U OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Recordar aprendizajes anteriores e integrarlos congruentemente con los nuevos.
2. Familiarizar al estudiante con las dimensiones y normas de fabricación para tuberías y mangueras.
3. Estimar la caída de carga permisible en la subunidad de riego para un coeficiente de uniformidad (85% UE 95%) especificado en el diseño.
4. Determinar la longitud máxima de línea lateral (LI máx) y trazar el arreglo de las laterales sobre las hileras de árboles en la unidad de riego.
5. Diseñar la línea distribuidora (en diámetro simple o telescópica) para alimentar las laterales en la subunidad de riego.
6. Planear el arreglo de los componentes para un sistema de riego localizado, y determinar el modo de operación.
7. Modelar la variación del gradiente hidráulico en mangueras con emisores y a lo largo de las líneas distribuidoras.
8. Estudiar el funcionamiento hidráulico de filtros, inyectoras, bombas para fertirrigación y reguladores de presión.
9. Desarrollar subrutinas jerárquicas, procesar información reconocer un patrón secuencial traducir un código simbólico en una proyección geométrica dimensional.
10. Seleccionar unidades de filtración, métodos de limpieza y decidir sobre los métodos de inyección.
11. Trazar el croquis del arreglo de los componentes de un sistema de microriego y proyectar los diagramas de instalación para conteo de piezas.
12. Evaluar la uniformidad de la distribución del riego en campo para un sistema de microirrigación.
13. Programar las actividades para la instalación del sistema de riego.
14. Formular planes de operación y mantenimiento.
15. Conducir demostraciones de tecnología y capacitar para el desarrollo y experimentos e investigación en los sistemas de riego localizado.



## IV.- TEMARIO

### 1. INTRODUCCION, DEFINICIÓN E HISTORIA

Operación general

Ventajas y desventajas

Tecnología de la microirrigación

Avances industriales que ha promovido la adopción de tecnología

### 2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO

Tipo de emisores, o aplicadores de agua

Clasificación de los sistemas de riego localizado

Arreglo del sistema y red de tuberías

### 3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA

Emisores

Cabezal de control (equipo de bombeo, filtros, equipo de fertirriego y válvulas)

Tuberías y manguera

Líneas laterales

Líneas distribuidoras

Válvulas de control de gasto de flujo

Reguladores de presión y medidores

Modo de operación del sistema (control manual o control automático)

### 4. FACTORES DE PLANEACIÓN

Agua y tierra

Suelo, cultivos y clima

Tipo de emisor y sus características

Diseño preliminar del sistema

Diseño definitivo del sistema

## **5. SELECCIÓN DE LOS EMISORES Y NORMAS DE DISEÑO**

Teoría del flujo de los emisores.

Criterio para seleccionar los emisores.

Coefficientes de gasto y variación de manufactura.

Descarga requerida en el emisor, y carga del diseño.

Uniformidad de emisión.

Variación permisible de carga.

Número de unidades de riego.

Capacidad requerida en el sistema.

## **6. ESTRATEGIA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO**

Determinación de los factores de diseño para un sistema de riego por goteo en una huerta.

Determinación de los factores de diseño en un sistema de riego con cinta de goteo para un cultivo en hileras.

Determinación de los factores de diseño para un sistema de micro aspersion en una plantación de árboles frutales.

## **7. DISEÑO DE LA LINEA LATERAL O PORTA-EMISORES**

Datos para el diseño de las laterales.

Arreglo de las laterales para regar cada hilera de plantas.

Disposición de los emisores a lo largo de las laterales.

Carga de presión en la entrada.

Caída de carga.

Solución hidráulica para laterales de un solo diámetro, y para laterales telescopedas (de dos o más diámetros).

Solución hidráulica para determinar la longitud de las laterales al operar con pendiente topográfica a favor o en contra del flujo.

## **8. DISEÑO DE LA LINEA DISTRIBUIDORA (MANIFUL)**

Características de las líneas distribuidoras

Variación de la carga de presión en el manifold.

Criterios para dimensionar la tubería distribuidora.

Solución hidráulica para manifold de un solo diámetro y para un manifold telescopedado.

Localización del subprincipal para alimentar manifoles aguas arriba y aguas abajo.

Determinación del tamaño óptimo de la subunidad y proyección de la subprincipal y posición de válvulas.

Diseño de la línea principal, la de suministro y la de columna.

Carga dinámica total el sistema.

## **9. UNIDADES Y PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA (REMOCIÓN DE PARTÍCULAS, MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PARA PREVENIR EL TAPONAMIENTO DE LOS EMISORES)**

Tamaño de la partícula crítica

Sedimentación y centrifugado (hidro-ciclón).

Coagulación/floculación química.

Filtración en medio granular.  
Filtros de anillas.  
Cloración e inyección de ácido.

#### **10. INSTALACIÓN DEL SISTEMA.**

Tendido de las mangueras de goteo.  
Tendido de las tuberías principales, subprincipales y conducción.  
Colocación de las válvulas.  
Colocación de goteros.  
Colocación del cabezal de control.  
Limpieza y purgado de la instalación.  
Regulación de presiones.

#### **11. MÉTODOS PARA INYECCIÓN DE QUÍMICOS EN EL AGUA DE RIEGO**

Inyector tipo venturi.  
Bomba reciprocante para la dosificación.  
Bomba de medición.  
Bomba de diafragma de transmisión magnética.  
Mezcla de fertilizantes, volumen del tanque dosificador y concentración diluida del nutrimento en el agua de irrigación.  
Fundamentos de nutrición vegetal y fertilizantes solubles inyectados a través del sistema de irrigación.  
Prueba de compactibilidad o prueba de jarras.  
Calibración del gasto del inyector (prueba de blanqueo).  
Esquemas de instalación y aditamentos para fertirrigación.  
Revisión continua de las descargas en emisores.  
Limpieza interna de los emisores.  
Purgado periódico para limpieza de laterales y manifules.  
Retrolavado de filtros de medio granular, purgado de filtros de malla y mantenimiento de los elementos del sistema.

#### **12. MÉTODOS EXPERIMENTALES PARA INGENIEROS EN IRRIGACIÓN.**

El experimento y la demostración de tecnología.  
Objetivos y metas de la transferencia de tecnología.  
Materiales y métodos de la investigación.  
Análisis de la información (datos "crudos").  
Validación de resultados.  
Redacción de proyectos e informes.

#### **13. EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN EN SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO (DE BAJO VOLUMEN O MICROIRRIGACIÓN)**

Aspectos técnicos de la operación.  
Descripción de los componentes, edad de los equipos, entrevistas del operador y problemas comunes en el funcionamiento.  
Prueba de uniformidad del riego localizado y formatos.  
Equipo requerido para aforar la descarga de los emisores, medir la presión de operación y explorar el suelo humedecido.

Análisis de los datos y diagnóstico basado en los resultados.

Preparación del informe técnico y sugerencias propuestas para mejorar, conservar, modificar o innovar la operación en emisores, filtros, inyector de químicos, medidores, distribución de la humedad dentro del suelo y consideraciones de la respuesta de las plantas fertirrigadas.

#### **V.- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE:**

Los principales factores en el proceso enseñanza-aprendizaje son, por supuesto, los estudiantes de ingeniería quienes son los “consumidores” que buscan una preparación para entrar a la profesión, y en cierto sentido, son los “productos” del sistema educativo.

Las aspiraciones del estudiante impulsadas por el entusiasmo, la curiosidad, la vocación y sus sueños necesitan para que las alcancen de fuertes atributos tales como: habilidades analíticas, creatividad, inteligencia, profesionalismos y liderazgo. La excelencia profesional es “el atributo esencial” del ingeniero, aunque los estudiantes deben también tener habilidades para el trabajo en equipo, comunicación, razonamiento ético, análisis de contexto global y social, así como comprender las estrategias de diseño y operación.

Dentro del programa y el mismo departamento procuran aumentar y mejorar dichas habilidades y estimular la capacidad del estudiante para practicar la ingeniería del riego.

Los estudiantes introducidos al diseño de los sistemas de riego, a la solución de problemas de ingeniería y al concepto de la ingeniería de riego para servicio del sector agrícola fortalecen su educación y les ayuda a entender lo que hacen los ingenieros del riego y el papel que éstos juegan en el desarrollo rural y en su calidad de vida.

Los estudiantes necesitan asumir con responsabilidad su propio proceso formativo y el desarrollo curricular de su carrera, y los profesores esforzarse para ayudarlos a lograrlo orientando con firmeza sus destrezas y habilidades para que ellos puedan trabajar dentro de los sistemas existentes más bien que “fijarlos” en los sistemas, para ello se deben enrolar activamente en la profesión y en las cátedras esforzarse para crear mejor “alineación” académica entre los ejemplos y prácticas escolares con los requisitos anticipados del lugar futuro de trabajo.

Por lo mismo, la meta de los métodos de enseñanza es el aprendizaje de las destrezas básicas requeridas para el ejercicio de la ingeniería y lograr comprender los diferentes estilos de los estudiantes, para que la educación y los materiales de estudio sirvan al desarrollo personal, a la síntesis del conocimiento y al desarrollo de destrezas tales como: colectado de datos e interpretación, diseño y formulación de alternativas, consulta de literatura en biblioteca, búsqueda documental en computadora y el trabajo en equipo. También buscar la forma de cómo ayudarlos a entender, refinar y confirmar las metas de su carrera; y si es el caso, estimular su preparación para cursar niveles de postgrado o ayudarlos a volverse autodidactas responsables de por vida.

Las actividades en el aula se centran en la exposición verbal y escrita del material didáctico, estimulando en la dinámica del grupo la discusión dirigida y la participación del estudiante en la solución de problemas relacionados con la ingeniería de los sistemas de riego. La exposición seriada de los temas trae al recuerdo conocimientos previos y estimula la inteligencia para la percepción y entendimiento de un conocer posterior transmitiendo los contenidos con la ayuda de pizarrón, proyector de transparencias, muestra de piezas, demostraciones matemáticas de ecuaciones hidráulicas aceptadas como verdaderas, proyección de películas y apoyo de la información en el centro de cómputo integrado a la red de la supercarrera cibernética.

Las explicaciones matizadas de conceptos científicos y tecnológicos intentan estimular como ya se dijo, el recuerdo de aprendizajes antiguos, y la discusión dirigida es para despertar el interés, imaginación y creatividad en la proyección del pensamiento productivo. Se persigue orientar el trabajo intelectual del estudiante hacia el diseño de estructuras, proyecciones geométricas detalladas del sistema, simulación de casos, estudios, demostraciones e investigaciones.

Las actividades de laboratorio estimulan y refuerzan el aprendizaje del estudiante a través de una experiencia dirigida, dan la oportunidad al desarrollo de las habilidades de comunicación necesarias para el trabajo en equipo. Los experimentos y pruebas son una continuidad de lo expuesto en aulas, permiten la validación y verificación de la teoría. La reproducción planeada de ensamblajes y sistemas facilitan la comprensión de una guía de instalación y la relación que guardan las variables de funcionamiento con la disposición de los elementos se puede explicar mejor. Estas actividades académicas se apoyan en el uso de pequeños equipos de bombeo, tuberías, mangueras, válvulas, medidores de gasto, manómetros, emisores y reguladores. También se aprovechan las instalaciones hidráulicas del departamento y la infraestructura de riego de la universidad para apoyar la realización de prácticas profesionales.

En las prácticas de campo y en las pruebas de laboratorio los movimientos efectuados al desempeñar las actividades, leer los instrumentos y manejar las herramientas deben reproducir patrones normo-laborales de conducta considerados aceptables. Una práctica de campo propicia el "puenteo" entre la teoría, la observación y el descubrimiento. Las prácticas de campo se desarrollan en los campos experimentales de la UAAAN, en el Jardín Hidráulico del departamento, en parcelas de productores cooperantes y en campos experimentales de instituciones similares dedicadas a la investigación del impacto de la tecnología del riego localizado. Las actividades teórico-prácticas que se desarrollan son para ayudar al estudiante en su preparación para diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de riego localizado.

## VI. FORMA DE EVALUACIÓN:

Forma de evaluar: La administración de la educación superior se ha sofisticado excesivamente, presionada por el éxito de las empresas, el acelerado avance tecnológico y su enfoque en la calidad. La noción de la escuela como el cedazo al que muchos entran y donde los estándares de selección rechazan aquellos que fallan en los exámenes finales semestrales está siendo reemplazada por la idea de una institución educativa como interventora (promotora) que sabe cómo diseñar programas efectivos, promueven el aprendizaje y forma estudiantes competentes. La institución efectiva no debería seguir siendo una que produce egresados de calidad al seleccionar lo mejor de un amplio grupo de matriculados, sino una que ayude a mejorar a todos quienes entran para lograr que su aprendizaje alcance un estándar de rendimiento razonable.

El énfasis es ayudar a los estudiantes a regularizar sus cursos del semestre y al pasar al otro continuar el apoyo a través de diseños preactivos educacionales, no solamente identificar a los “fracasados” (“washouts”). Los estudiantes que fallan representan recursos humanos e institucionales desperdiciados que la sociedad no puede costear por mucho tiempo. Los principios de calidad incorporados en un cuidadoso diseño orientado a resultados y a evitar el fracaso académico proporcionan acercamientos fructíferos a estos puntos de la educación superior.

En los cursos RYD 453 y RYD 454 de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Irrigación se busca aplicar el enfoque antes mencionado tomado del modelo de acreditación diseñado por el Dr. Stephen D. Spanghe (2003) y también se consideran las guías del sistema educativo de la Academia Nacional de Ingeniería (2005).

Repetición y práctica: la repetición facilita aprender una tarea; cada situación de aprendizaje está planeada de tal forma que facilite la repetición de la habilidad. Las repeticiones que se efectúan separadamente al aparecer resultan más efectivas comparadas con las repeticiones que se concentran o realizan sin parar.

Durante la evaluación se revisa que el adiestrado realice la tarea o el trabajo de la forma considerada correcta (conforme a guías generales y normas); se ayuda al adiestrado a buscar mejores soluciones, y se asegura que el mida adecuadamente las variables y analice la información antes de tomar una decisión (o dar respuesta). Durante el periodo de adiestramiento se le reconoce sus esfuerzos y se le informa de la naturaleza de sus errores. Se estimula el avance tendiente al desarrollo de habilidades, destrezas y aptitudes, y se refuerza el sentimiento del deber cumplido.

Diagrama que muestra la fórmula para la velocidad de aprendizaje (GP) y el tiempo dedicado al aprendizaje. La fórmula es:  $GP = \frac{\text{Calificación nivel de aprendizaje (competencia)}}{\text{velocidad de aprendizaje propio del sujeto (b)}}$ . El tiempo dedicado al aprendizaje se define como el tiempo dedicado a objetivos y métodos en el área estudiada. El resultado se suma al nivel inicial de dominio.

$$\text{Calificación nivel de aprendizaje (competencia)} \div \text{velocidad de aprendizaje propio del sujeto (b)} = \text{Tiempo dedicado al aprendizaje de objetivos y métodos en el área estudiada} + \text{el nivel inicial de dominio}$$

En la forma de evaluar se incorpora el diseño de una prueba con reactivos pertinentes para examinar: velocidad de aprendizaje propia de cada alumno, aprendizaje adquirido durante el adiestramiento, nivel inicial de conocimiento (pre-requisitos), aptitudes, habilidades, destrezas y actitudes.

Al evaluar aptitudes se revisa lo que aprendió el individuo durante el tiempo determinado y en una condición concreta de adiestramiento.

En la evaluación de actitudes se observa la conducta manifestada por el sujeto en el área de trabajo, por ejemplo, de grado o desagrado; de acercamiento o rechazo; responsable o irresponsable; disciplinado o indisciplinado.

**El pase de lista es obligatorio y la asistencia es un indicador del tiempo dedicado al aprendizaje, la calificación mínima de pase es siete. Se pierde el derecho a la evaluación final por exceso de faltas injustificadas.**

## **VII.- BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Alabama Cooperative Extension Service 2005. Microirrigation handbook. Alabama irrigation and water resources. College of Agriculture Auburn University.

<http://www.aces.edu/department/irrig/Microirrigation.php>

García C.I. y Briones S.G., 1997. Sistemas de riego por aspersión y goteo. Editorial Trillas S.A. de C.V. 1ª edición Av. Río Churubusco 385, Col. Pedro María Anaya, C.P. 03340, México, D.F.

<http://www.trillas.com>

Grech Pablo 2001. Introducción a la ingeniería. Un enfoque a través del diseño. Prentice Hall; Bogotá, D.C. 44-54 pp.

Keller Jack and Ron D. Bliesner 1990. Sprinkle and trickle irrigation. Part III An AVI Book; Van Nostrand Reinhold. New York, N.Y. 10003, 404-413, 427-602 pp.

<http://www.blackburnpress.com/egbook.html>

Natural Resources Conservation service 2002, Irrigation system, microirrigation. Conservation practice standard. Code 441. NE-TG. Notice 520 Section IV. NRCS-July.

<http://eotg.nrcs.usda.gov>

Van Der Guilk ted, 199. B.C. Manual de riego localizado por goteo y microaspersión. B.C. Ministry of Agriculture and Food. Resource Management Branch. 1776 Angus Campbell. Abbotsford, B.C.

## **VII.- BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Angeles M.V., 2002. Fundamentos de hidráulica para diseño y revisión de riego presurizado. Aspectos teóricos. 1ª edición 1ª reimpresión. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km. 38.5

CENT/T C334/WG9. 2005. Planning reunions 2005. Localised irrigation. Berlin, Germany. Sakia-org. WWW Virtual Library Irrigation y Hydrology. <http://vl-irrigation.org/ems/index.php>

Mc Graw Dean B. 2005. Vineyard establishment and management in Oklahoma. Department of Horticulture and Landscape Architecture. Oklahoma state University. <http://www.okstate.edu/ag/asnr/hortla/ftpens/pd/okgrapemgmt.pdf>

Medina San Juan J. 1997. Riego por goteo. Ediciones Mundi-prensa Libros, S.A. 4ª edición. Castelló 37-28001, Madrid, España.

Mofolke, A.L.E.,J.K. Adewuni, O.J. Mudiare and A.A. Ramalan, 2004. Desing, construction and evaluation o fan affordable continuous-flow drip irrigation system, Journal of applied irrigation science. Vol.39 No.2/2004, 253-269 pp. WWW Virtual Library Irrigation y Hysrolgy-thematic content. <http://www.vl-irrigation.org/cms/index.php>

Moya Talens J.A., 1994. Riego localizado y fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa. Artes Gráficas Cuesta, S.A. Avenida Pedro Diez, 33-28019 Madrid, España.

National academy of Engineering of the National Academies 2005. Educating the engineer of 2020: Adapting engineering education to the new century. The National Academies Press, 500 Fifth St., N.W., Washington, D.C. 20001.

Spangehl Stephen D. 2003. Helping academe focus on quality: aligning quality improvements principles and regional accreditation. ASQ´s 54<sup>th</sup> Annual Quality Congress Proceeding. 567-570 pp.

**IX.- PROGRAMA ELABORADO POR: MC Gregorio Briones Sánchez**  
**X.- PROGRAMA APROBADO POR LA ACADEMIA DE ÁREA O DEPARTAMENTAL.**

El presente documento fue revisado por la Academia de Ingeniería del Riego, e incluye las observaciones y adecuaciones pertinentes en los temas relevantes del riego localizado o microirrigación que son comúnmente enseñados en instituciones de enseñanza y centros de capacitación similares tanto a nivel nacional como internacional, los profesores e Investigadores manifiestan ninguna objeción respecto a su aprobación lo cual justifica su aptitud en el proceso educativo.

Cronograma: Programación y duración de los temas

TEMAS	¿Cuáles semanas?	¿Cuántas horas?
1. Introducción, definición e historia	1 <sup>a</sup> .	3
2. Clasificación de los sistemas de riego	1 <sup>a</sup> .	2
3. Componentes principales del sistema	2 <sup>a</sup> .	5
4. Factores de planeación	3 <sup>a</sup> .	3
5. Selección de los emisores y normas de diseño	3 <sup>a</sup> ., 4 <sup>a</sup> .	7
6. Estrategia de diseño para riego localizado	5 <sup>a</sup> .,6., 7 <sup>a</sup> .	15
7. Diseño de la línea lateral o porta-emisores	8 <sup>a</sup> .,9 <sup>a</sup> .	10
8. Diseño de la línea distribuidora (maniful)	10 <sup>a</sup> .	5
9. Unidades para el tratamiento del agua	11 <sup>a</sup> .	5
10. Instalación del sistema	12 <sup>a</sup> .	5
11. Métodos para inyección de químicos	13 <sup>a</sup> ., 14.	7
12. Métodos experimentales para ingenieros	14 <sup>a</sup> .	3
13. Evaluación de la operación	15 <sup>a</sup> ., 16.	10