



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



**PROGRAMA ANALÍTICO**

**Fecha de Elaboración: JULIO DE 1996  
Fecha de Actualización: DICIEMBRE 2003**

**I.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE DE LA MATERIA: SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

**CLAVE: RYD-455**

**TIPO DE MATERIA:**

**DEPARTAMENTO QUE LA IMPARTE: RIEGO Y DRENAJE**

**NÚMERO DE HORAS TEORÍA: 3**

**NÚMERO DE HORAS PRÁCTICA: 2**

**NÚMERO DE CRÉDITOS:**

**CARRERA(S) EN LAS QUE SE IMPARTE: I' AL 7' SEMESTRE DE IRRIGACIÓN**

**PRERREQUISITO: HIDRÁULICA II, DIBUJO DE INGENIERÍA, RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA, TOPOGRAFÍA 1.**

**II.- OBJETIVO GENERAL**

El principal propósito es guiar y promover un esquema global de patrones de pensamiento que concurren en la comprensiva y eficiente selección, diseño, instalación, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego por aspersión para fines agrícolas.

En el curso se ofrecen estrategias de diseño completas y se presentan ejemplos de proyectos para todos los principales tipos de sistemas de aspersión (entre ellos: movimiento manual, cañón estacionario, cañón viajero, pivote central, avance frontal, sistemas fijos).

Los ejercicios de diseño se orientan pedagógicamente para que el alumno vaya descubriendo las técnicas para seleccionar y combinar los componentes individuales que mejor se adapten para lograr el ensamblaje de un sistema de Irrigación adecuado y funcional para un sitio específico.

Las prácticas de campo y experimentos en laboratorio son para reproducir algunas metodologías de observación y/o validar modelos y dan oportunidad a vivir una experiencia dirigida orientada hacia metas educacionales para reforzar el aprendizaje.

En el curso también se revisan brevemente los criterios para la selección de sistemas de riego presurizado, también se trae al recuerdo en un repaso breve lo más relevante de la relación agua-suelo-planta, se da un "vistazo" a la hidráulica de tuberías y se proporciona las normas de diseño así como las especificaciones comerciales para accesorios y tuberías de PVC, fierro y aluminio comúnmente usadas en la instalación de estos sistemas.

Los cálculos se desarrollan secuencialmente mostrando los pasos involucrados en el diseño de los sistemas de riego típicamente usados. Conforme el curso progresa, estos cálculos se vuelven más comprensibles y se van articulando conjuntamente con la creatividad para configurar ideas y dimensionar los componentes (percibir y hacer).

Cuando el alumno incorpora las nociones, principios, teorías, criterios y formulas dentro de su propio espacio cognoscitivo se fortalecen los patrones del pensamiento y si hábilmente los

coordina con su destreza motriz entonces se mejora la capacidad del alumno para desarrollar esquemas, trazos, dibujos, detalles de piezas, modificación es de los sistemas, incorporación de nuevos dispositivos, alcance de las decisiones, comparación de alternativas, que liberan la cosmovisión y amplían las perspectivas de la imagen mental del sistema en proyecto permitiendo al alumno estructurar paquetes de diseño completos para los diferentes sistemas de aspersión .

Para alcanzar el objetivo principal, los temas presentados en la secuencia ejecutada al diseñar los sistemas. El diseño es un proyecto mental o un esquema preconcebido que muestra el arreglo de los elementos y detalles para la construcción de un sistema lo mejor combinados para que la estructura completa funcione congruentemente para lograr un propósito.

El proceso de diseño requiere desplegar una serie de pensamientos y operaciones encausadas hacia un resultado particular. Es un proceso de conocer una cosa a partir de otra e implicar el dimensionar componentes, derivar datos, acomodar piezas, generara ideas partiendo de otra información, de situaciones, partes o ideas conocidas de acuerdo a reglas de decisión, criterios o juicios para discernir, formulas generales, leyes probadas y principios trascendentes (el proceso aproximado evoluciona de imágenes-ideas-instrucciones-trazos-resultados).

El diseño como plan maestro, es la guía que apoya las decisiones sobre la asignación crítica de un presupuesto, contratación prioritaria de personal, adquisición justificable de precios, factibilidad de la obra, comparación y alternativa además de otras aplicaciones e implicaciones que se asocian a un proyecto de irrigación ya sea, durante su inicio, continuación, ampliación, modificación, reparación y operación.

La competencia comercial, la limitación de recursos, la basta disponibilidad de piezas y materiales, el consumismo inducido por la excesiva publicidad y el acelerado avance tecnológico imponen la diseñador retos que exigen un uso juicioso de los medios para alcanzar los fines.

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

1. Presentar un enfoque sistemático para el apropiado diseño manejo y operación de los sistemas de riego por aspersión.
2. Ejemplificar el proceso de diseño completo y aplicar la secuencia usada al diseñar los sistemas siguiendo el programa analítico presentado.
3. Desarrollar una "memoria de trabajo" y practicar el modo de registrar la información (reconocer datos) para luego mediante un proceso de "lectura" darles un significado.
4. Adaptar los resultados obtenidos durante el proceso de diseño a la creación de la estructura de un sistema de riego.
5. Mostrar las guías que incorporan los principios de diseño y simplificación heurística de cálculos en el dimensionamiento de componentes clave.
6. Propiciar el estudio de relación entre datos observados y resultados de una formulación.
7. Seleccionar el sistema y dimensionar la red de tuberías. Calcular la carga dinámica total requerida en el diseño y la potencia para el equipo de bombeo.
8. Trazar el arreglo del sistema sobre un plano a escala y con simbología comprensible. Elaborar el diagrama de instalación mostrando el acoplamiento de las piezas en uniones, interconexiones, y transiciones para mejor apreciación.
9. Hacer el listado de piezas y la cotización del proyecto.

10. Relatar el modo de operación de la tuberías regantes durante el intervalo de riego y control de válvulas.
11. Evaluar la uniformidad y la eficiencia del riego por aspersión en campo en un sistema estacionario para apreciar el patrón de traslape bajo las condiciones de sitio y separación entre aspersores / tuberías.
12. – Evaluar el riego por aspersión en campo en un sistema de movimiento continuo para apreciar la uniformidad de las precipitaciones y comparar las variables de operación de ese sistema con aquellas estimadas analíticamente aplicando los procedimientos del diseño.
13. Vincular los objetivos del aprendizaje con las metas de la vida profesional y mantener “pertinencia” en los temas académicos.
14. Traducir un código numérico y simbólico en proyecciones geométricas dimensionales.

Al tratar de buscar una imagen (la iconografía) del sistema y la solución de Ingeniería una sugerencia para alcanzarla es primero informarse o aprender con los sistemas de irrigación que están operando, y comparar cuidadosamente las diferencias entre sistemas buenos y malos.

Al observar un sistema, la memoria del sujeto retiene las imágenes y relaciona experiencias acumuladas, y no necesita gastar tiempo reinventado lo que ya existe. Una vez gravada la imagen visual en la mente, el sujeto necesita estudiar como trabaja cada sistema y como sus componentes están relacionados y recíprocamente ajustados. La mente debe estar especialmente receptiva para que la facultad del individuo perciba, sienta, piense, desee y especialmente razone.

La intuición es la percepción clara e inmediata de ideas o verdades sin el proceso de del razonamiento y para establecer su certidumbre y aplicabilidad (dependiendo de las circunstancias y el momento) la lógica del pensamiento debe validarlas mediante la retroalimentación iconográficas de los mensajes en los esquemas para separar la mitología (creencia no demostrable), utopía (sueños) y fantasía (ficción) dela tecnología real deseada.

Con todo esto en mente se abre la oportunidad de activar el pensamiento acerca de selección, modificación y modelaje de varios sistemas adaptados a las condiciones del sitio.

La intuición, la fantasía (grado superior de la imaginación), y al imaginación en si son facultades del pensamiento que hacen florecer la inventiva (heurística) capacitando al sujeto mentalmente para el descubrimiento y para trascender (a través del método científico) las fronteras conocidas dela ciencia y la tecnología. El analista en sistemas, el fabricante, el vendedor y el experimentador todos trabajan intelectualmente sin desprenderse del materialismo y de lo racional. En cambio algunos investigadores científicos y filósofos; y la generalidad de teólogos y religiosos se desprende místicamente de las perturbaciones materiales y sus sensaciones para que su pensamiento alcance niveles elevados de conciencia (en comunicación divina) idealizando imágenes de cosas lejanas y anteponiéndose a la dinámica del orden establecido, con tendencia a ver y a aceptar las cosas solo si son como ellas debieran ser (buscar perfección).

#### **IV.- TEMARIO**

**Pregunta que el diseñador debería contestar antes de emitir juicios sobre el aprovechamiento del agua**

##### **\*1. PRESENTACIÓN**

- 1.1. Facultades intelectuales y proceso del pensamiento que capacitan para la creatividad y el diseño (saber pensar).
- 1.2. Actividad y sentimientos que distraen, agobian, desvían, enajenamiento, disturban la conciencia y bloquean el proceso del pensamiento creativo (sentir del pensar).

1.3. Habilidades motrices del cuerpo humano, y equipo que apoyan y facilitan en la labor del diseño, y en las actividades de instalación, operación y mantenimiento (saber hacer).

1.4. Actos de reflexión personal para el debido encausamiento e integración de los conocimientos acumulados en razón a que se van adquiriendo durante el proceso educativo.

## **\*2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN, DESCRIPCIÓN DE SUS COMPONENTES Y PROPÓSITOS UTILITARIOS DE LOS SISTEMAS**

2.1. Tipos de Sistema de Aspersión estacionarios

2.2. Tipo de sistemas de aspersión de movimiento continuo

2.3. Criterio para la selección del sistema

2.4. Características de Fabricación comercial en Tuberías, accesorios, aspersores, válvulas, bombas, motores, inyectores, reguladores, timers.....

## **\*3. INFORMACIÓN PARA DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO Y FACTORES DE PLANEACIÓN**

3.1 Datos requeridos y modo para su recabación (entrevistas, consulta, recopilación, muestreo directo y meditación)

3.2- Topografía del proyecto actual recursos, condiciones, límites, potenciales, y conceptualización de la topografía modificada para mejorar el uso del agua de riego y alcanzar los propósitos fundamentales del productor.

3.3. Características de los aspersores, principio de fundamento, patrones de aspersión, espaciamiento y selección, relaciones gasto y presión, relación diámetro de mojado y presión, descarga en función de los tamaños de boquilla. Como diseñar y construir un aspersor. El aspersor es el único dispositivo (maquina) que puede generar una lluvia artificial.

## **\*4. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASPERSIÓN ESTACIONARIO**

4.1 Componentes, descripción, función y opciones de combinación, incorporación de nuevas tecnologías sobre los resultados positivos potenciales (juicio y criterio para discernir).

4.2 Hidráulica de los componentes (ejercicios y ejemplos de la aplicación de: Teorema de Torricelli para la ecuación continuidad, teorema de energía ecuación de gasto de un espesor, ecuación de Hazen Williams para el cálculo analítico de la caída de presión debido al rozamiento del agua en las paredes del ducto, criterio sobre la velocidad máxima permisible en línea de conducción, balance de flujo en redes de tubería, potencia hidráulica en las bombas, carga dinámica total requerida).

4.3 Arreglo tentativo de los componentes, importancia del ajuste recíproco motor/ bomba y sistema de riego, selección adecuada de las piezas comerciales.

4.4 Intervalo crítico de riego, cantidad de agua que necesitan los cultivos, y que requisitos deben cumplirse en los sistemas diseñados (el volumen de agua requerido en los cultivos debe ser igual al volumen de agua aplicado por los sistemas).

El suministro satisface la necesidad. Que tamaño de plantación y desarrollo tecnológico, económico y social justifican la construcción y sofisticada de un sistema.

El suministro es eficiente para satisfacer la necesidad en la superficie proyectada para irrigación. La competencia otra usa también prioritarios esta conciliada?

Que tamaño de plantación y desarrollo tecnológico acorde al nivel económico y social justifican la construcción de un sistema.

Los problemas de contaminación, salinación, inundación incidental están previstas y pueden ser controladas, as perspectivas del futuro crecimiento en tecnología de irrigación están planificadas en función de la riqueza natural de acuíferos, tierras y ambiente. ¿Qué necesidades económicas, educativas (adiestramiento) y tecnológicas deberían ser fortalecidas para garantizar el pleno aprovechamiento de la tecnología de riego en todas sus dimensiones?

4.5. Como las condiciones naturales de la fuente de abastecimiento, el derecho legal para su explotación y la cantidad y calidad, y el acuerdo convenido para los usuarios influyen en los resultados del diseño y en las decisiones ingenieriles desarrolladas para: Conservar, distribuir, entregar, medir, usar, aplicar, reusar, reciclar, administrar, instalar, manejar, no contaminar, derivar, efficientar, incorporar, enjuiciar-, tomas-, etc., actividades con el manejo de un sistema en un proyecto de riego en algún momento de su historia; algunas veces imponiendo límites y restricciones, y otras precipitando las decisiones, acelerando, promoviendo y estimulando favorablemente.

4.6. Desarrollo de la memoria de cálculo y adaptación de resultados a la estructura del sistema para cursivamente y gradualmente mejorar el esquema tentativo.

Número de laterales, aspersores por lateral, trazo de línea y posición de bomba hidrante sobre un plano a escala, recorrido de la tubería y sentido del flujo al distribuirse el agua en la red de tubería, selección del mas persor y ajuste de la presión del diseño, revisión de la cobertura, uniformidad esperada, gasto, longitud, diámetro y presiones de tuberías y accesorio. Desnivel topográfico sobre ruta.

4.7. Diseño de la línea regante o laterales con aspersores (regularmente espaciados). Datos que se deben conocer previamente, datos que se buscan el dimensionar esta tubería. Número máximo de aspersores para laterales. Diagrama para representar la distribución de las presiones a lo largo de laterales con aspersores.

4.8. Esquemas o diagramas de instalación típica para los componentes más importantes.

4. 9. Selección del equipo de bombeo

4.10. Lista de partes y cotizaciones

Importancia de las relaciones con fabricantes, distribuidores y vendedores como proveedores de las partes para construcción del sistema. Actualización de la agenda comercial, catálogos y teléfonos.

4.11. Instrucciones de campo para dirigir y supervisar instalación del sistema. Adiestramiento del personal. Programación de actividades, compromisos de trabajo. Prueba del sistema, inicio de la operación.

4.12. Mantenimiento del equipo de riego y vida útil de los componentes.

## **\*5. DISEÑO DE UN SISTEMA DE PIVOTE CENTRAL**

5.1. Generalidades e historia

5.2. Arreglo típico de los componentes en el sistema

5.3. Estudio y repaso de la configuración convencional en máquina prefabricadas, piezas y mecanismos que intervienen en el ensamblaje,- diseño del pivote central, función, material de manufactura y principales fabricantes.

5.4. Datos para el diseño del sistema

5. 5. Arreglo de las boquillas en la tubería pivote, y ajustes desarrollados inducidos por la política de ahorro de agua y conservación de energía. Dispositivos complementarios para mayor cobertura del riego en el sistema.

- 5.6. Ajuste de la operación del equipo a las propiedades de infiltración y retención del agua en el suelo
- 5.7. Selección del paquete de boquilla en PC
- 5.8. Evaluación de la uniformidad de las precipitaciones generadas por el paquete de boquillas
- 5.9. Programa de mantenimiento en pivote central
- 5. 10. Principales problemas operacionales y algunas soluciones.

**\* 6. DISEÑO DE LATERALES DE AVANCE FRONTAL**

- 6.1. Generalidades de historia
- 6.2. Componentes estructurales y afinidades de construcción con la máquina del círculo verde,
- 6.3. Arreglo de los componentes en un sistema y método de alimentación (canal, máquina o robot)
- 6.4. Operación del sistema
- 6.5. Estrategias de diseño
- 6.6. Ejercicios de diseño
- 6.7. Metodología para la a evaluación de la uniformidad de precipitación en campo

**\*7. DISEÑO DE UN CAÑÓN VIAJERO**

- 7.1. Desarrollo tecnológico de la máquina e impacto
- 7.2. Características de máquinas viajeras prefabricadas
- 7.3. Condiciones de sitio que favorecen su selección
- 7.4. Secuencia de diseño y esquema de operación
- 7.5. Separación entre líneas de viaje y relaciones con la aplicación de agua y velocidad de avance.
- 7.6. Otras versiones mecánicas del arreglo de piezas en una máquina viajera de riego.

**\*8. GUÍA PARA DISEÑAR SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA JARDINES Y ÁREAS RECREATIVAS**

- 8.1. Equipo para irrigación y materiales
- 8.2. Suministro de agua, obra de toma, necesidades de filtración y protección de la calidad
- 8.3. Medición de las áreas verdes, localización planimétrica de residencias, andadores y líneas de agua, gas, drenaje y electricidad, Identificación de las especies plantadas y por plantar.

8.4. Arreglo de los componentes del sistema, selección de los aspersores, espaciamientos, trazo de circuitos, ubicación de válvulas, interconexión con la fuente de suministro.

8.5. Selección de tubería y cálculos de la presión de operación

8.6. Alambrado eléctrico de válvulas solenoides y conexión a las unidades de control (timers) para el control automático de la operación e interrupción del encendido

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

La educación es una necesidad vital que permite al satisfacerse, la supervivencia del ser biológico, la sabiduría conduce a la libertad del espíritu fortalece la autoestima y fomenta un mejor nivel de vida.

Exponer los criterios generales que deben ser considerados en los diseños y aplicar las ecuaciones básicas para encontrar el código numérico que se traduce luego en una proyección geométrica dimensional. Presentar un ejemplo comprensivo del procedimiento de diseño y el arreglo de componentes

El aprendizaje debe ser un cambio de conducta relativamente permanente por lo cual este curso de capacitación persigue a integración de las facultades del alumno (talento, imaginación. Creatividad, inteligencia) para el desarrollo intelectual de ideas que incorporen las características comerciales en las propuestas de irrigación.

El material didáctico se expone en clase asumiendo que los alumnos tienen interés en aprenderlos y derivan satisfacción cuando el maestro estimula, promueve o aprueba los avances logrados. Las ayudas visuales usadas en aula son pizarra, rotafolio transparencias, videos, muestrario de piezas, exposición de sistemas instalados y sus partes. La comunicación de los contenidos es de forma oral, manuscrita. Simbólica y sistemática con presentación física de planos y diagramas a escala.

#### **VI.- EVALUACIÓN.**

La forma de evaluación del aprovechamiento académico es ponderando un 60% de exámenes escritos, 25 % de tareas y reportes y un 15 % de practicas y participación.

La calificación final mínima de pase es de siete (7) . Si el promedio de exámenes parciales es menor de cuatro (4) y si el porcentaje de asistencia es injustificadamente menor de 75% se pierde el derecho ala evaluación final.

#### **VII.- BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

**Elizondo Solana Antonio 1950.** Apuntes de sistemas de riego por aspersión. Maestría en Uso y Conservación del Agua. Programa de Graduados en Agricultura ITESM Monterrey N. L. México

**García Casillas Ignacio y Briones Sánchez Gregorio 1986.** Diseño v evaluación de sistemas de riego por aspersión y goteo. Imprenta U.A.A.A.N Depto. Riego y Drenaje Buenavista Saltillo, Coah. México.

**Gomes Pompa Pedro 1988.** Riego a presión. Aspersión y Goteo. Biblioteca Agrícola AEDOS. 3a. edición. Editorial AEDOS. Consejo de Ciento 391. 08009 Barcelona España.

**Jensen M. E. 1980** (editor). Design and operation of farm irrigation systems (monograph). ASAE 2950 Niles Road St. Joseph Michigan.

**Kellér Jack and Ron D. Bliesner 1990.** Sprinkle and trickle irrigation Van Nostrand Reinhold 115 Fifth Avenue New York, N. Y. 10003. Parts 1 y 11.

**Choate Richard B. 1994.** Turf irrigation manual. The complete guide to turf and Landscape irrigation systems. A Weathermatic publication 5th. edition. Weathermatic Division of TELSCO Industries. P.O Box 180205, Dallas, TX 75218-0205. USA.

**Pair C.H. et al 1975.** Sprinkler irrigation. The irrigation Associating 8260 Willow Oaks Corporate Drive, Suite 120 Fairfax, Virginia 22031-4513 USA.

#### **VIII.- BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

**Rain Bird 1980.** Lawn sprinkler system. Design Guide. Rain Bird Sprinkler Mfg. Corp. Glendora California USA. A sample design.

Shepersky Keith 19-. Landscape irrigation design manual. D38470 Rain Bird Sales, Ing; Turf Division. 145 N. Grand Avenue, Glendora CA 91740.

Tubos Flexibles, SA de CV 1.99- Características de la tubería PVC Duralon. Unidad Neucalpan. Blvd. Toluca No. 40 AP 197 Neucalpan Edo de México CP 53500.

**Rain Bird 1992.** Agricultural irrigation equipment. Rain Bird Mfg. Corp. Glendora CA 91740 USA.

Star Sprinkler Corp. 1.994. Worlds ahead in sprinkler design. PO Box 511. Milwaukee WI5320 1. USA.

**Rolland Lionel 1986.** MECANIZACION DEL RIEGO POR ASPERSION, Estudio FAO Riego y Drenaje #35. ONU Para la Agricultura y la Administración. Sección de Distribución y Ventas, FAO, Via detalle Di Caracalla, 00 100; Roma, Italia.

**Wester Brass Works 1993.** Waverwell and irrigation products. Technical specifications for sprinklers, utility pumps, valves and accesories & Kits. Cat. 1192 Ag. 1440 North Spring street. Los Angeles California CA 90012 USA.

Wathert - Tec. Sprinklers Catalog. 5645 E. Clinton, Fresno CA. 93727.

Además se sugiere la lectura de artículos relacionados con los temas del programa en las siguientes revistas y consultar la ventana del ciberespacio <http://www.rrigation.org>.

Journal of irrigation and drainage, Transactions of the ASAE, irrigation Journal, Israel Agritechnology Focus, irrigation Business and technology, Agricultura de las Américas, Productores de Hortalizas, Ingeniería Hidráulica en México, Terra, Agraria, .....

**IX.- PROGRAMA ELABORADO POR:** GREGORIO BRIONES SÁNCHEZ

**X.- PROGRAMA ACTUALIZADO POR:** GREGORIO BRIONES SÁNCHEZ

**XI.- PROGRAMA APROBADO POR LA ACADEMIA:** RIEGO Y DRENAJE