CURSOS MODULARES

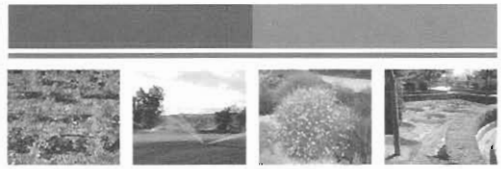
Manual de Riego de Jardines

GUIÓN DIDÁCTICO PARA EL PROFESORADO

Consejería de Agricultura y Pesca

DE ANDALUCIA

Manual de Riego de Jardines



GUIÓN DIDÁCTICO PARA EL PROFESORADO

Coordinación
Ricardo Ávila Alabarces[1]

Autores:
Antonio Martín Rodríguez[1]
Ricardo Ávila Alabarces[1]
Mª del Carmen Yruela Morillo[2]
Rafael Plaza Zarza[2]
Rafael Fernández Gómez[2]
Mª Ángeles Cantero Calero[2]

[1] Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
[2] Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero

MANUAL DE RIEGO DE JARDINES. GUIÓN DIDÁCTICO PARA EL PROFESORADO.

© Edita: JUNTA DE ANDALUCÍA. **Consejería de Agricultura y Pesca.**

Publica: VICECONSEJERÍA. Servicio de Publicaciones y Divulgación.
Colección: FORMACIÓN AGRARIA
Serie: CURSOS MODULARES
Coordinación: Ricardo Ávila Alabarces
Autores: Antonio Martín Rodríguez, Ricardo Ávila Alabarces, Mª del Carmen Yruela Morillo, Rafael Plaza Zarza, Rafael Fernández Gómez, Mª Ángeles Cantero Calero.

Depósito Legal: SE - 1907 - 2003
I.S.B.N.: 84 - 8474 - 106 - 0

Diseño y Maquetación: Ediciones Ilustres S.L. (Córdoba)
Imprime: Gráficas Monterreina, S.A. (Sevilla)

ÍNDICE

Unidad Didáctica 1
EL JARDÍN COMO CONSUMIDOR DE AGUA 7

Introducción 9
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 9
Guión de la Unidad Didáctica 11
1.1. Introducción 11
1.2. El agua y la jardinería 11
1.3. Diseño de jardines eficientes en el uso del agua. Hidrozonas 11
1.4. Plantas poco exigentes en agua 12
1.5. Riego de jardines con aguas residuales depuradas 12
1.6. Suelos y enmiendas 13

Unidad Didáctica 2
NECESIDADES DE AGUA DE LAS PLANTAS DE UN JARDÍN 17

Introducción 17
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 17
Guión de la Unidad Didáctica 19
2.1. Introducción 19
2.2. Necesidades de agua de las plantas de jardín 19
2.3. Necesidades de riego de jardín 21
2.4. Elaboración de un plan de riego. Ejemplo 24

Unidad Didáctica 3
CONCEPTOS BÁSICOS DEL RIEGO A PRESIÓN. SISTEMAS DE BOMBEO 23

Introducción 23
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 23
Guión de la Unidad Didáctica 25
3.1. Introducción 25
3.2. Caudal 25
3.3. Presión 25
3.4. Pérdidas de agua 26
3.5. Riego con presión y caudal fijos 27
3.6. Elevación del agua 28
3.7. Tipos de bombas 29
3.8. Potencia del motor que acciona una bomba 29
3.9. Criterios básicos 30

Unidad Didáctica 4
TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO. COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES 31

Introducción 3
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 31
Guión de la Unidad Didáctica 33
4.1. Introducción 33
4.2. Riego localizado 33
4.3. Riego por aspersión y difusión 35
4.4. Cabezal de riego: sistemas de filtrado y fertirrigación 36
4.5. Red de distribución y drenaje 38
4.6. Elementos singulares 39
4.7. Emisores 39
4.8. Dispositivos antivandálicos y arquetas encastradas 40

Unidad Didáctica 5
AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO 41

Introducción 41
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 41
Guión de la Unidad Didáctica 43
5.1. Introducción 43
5.2. Ventajas e inconvenientes de la automatización. Automatización por volúmenes 43
5.3. Elementos utilizados en los sistemas de automatización 44
5.4. Cálculo de la sección del cable de conexión 44
5.5. Sistemas sin hilo 45
5.6. Programación integral del riego 45

Unidad Didáctica 6
DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE RIEGO DE JARDINES 47

Introducción 47
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 47
Guión de la Unidad Didáctica 49
6.1. Introducción 49
6.2. Número, caudal y disposición de los emisores de riego localizado 49
6.3. Marco de los aspersores y difusores 49
6.4. Frecuencia y tiempo de riego 50
6.5. Sectorización del riego 51
6.6. Diseño hidráulico de la instalación 51
6.7. Dimensionado del equipo de filtrado 52

Unidad Didáctica 7
EVALUACIÓN, MANTENIMIENTO Y MEJORA DEL MANEJO DE RIEGOS 53

Introducción 53
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 53
Guión de la Unidad Didáctica 55
7.1 Introducción 55
7.2. Evaluación en sistemas de goteo 55
7.3. Evaluación en sistemas de aspersión y difusión 56
7.4. Mantenimiento de las instalaciones 57
7.5. Manejo de riego 58
7.6. Manejo de la fertirrigación y quimigación 58

Unidad Didáctica 8
RIEGO POR SUPERFICIE EN JARDINERÍA 59

Introducción 59
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 59
Guión de la Unidad Didáctica 61
8.1. Introducción 61
8.2. El agua como elemento integrador del jardín: valor ornamental del riego por superficie 61
8.3. Tipos de sistemas de riego por superficie 61
8.4. Pozas y alcornoques 61
8.5. Sistemas de riego por surcos 62
8.6. Desarrollo y manejo de los sistemas de riego por superficie 62
8.7. Mejora del manejo del riego por superficie 64

Unidad Didáctica 9
SISTEMAS DE DRENAJE 65

Introducción 65
Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica 65
Guión de la Unidad Didáctica 67
9.1. Introducción 67
9.2. El exceso de agua en el suelo: efectos derivados de los encharcamientos en jardinería 67
9.3. Clasificación de los sistemas de drenaje 67
9.4. Diseño hidráulico de las instalaciones de drenaje 68

1 Destinatarios

Personas relacionadas con el mundo de la jardinería, la agricultura y la instalación de sistemas de riego, y personal técnico de empresas de gestión del agua para sistemas de riego de jardines, que deban poseer capacidad para realizar labores de diseño agronómico, diseño hidráulico, manejo e instalación de los sistemas de riego de jardines públicos o privados.

Los contenidos del curso están adaptados a un nivel de conocimientos medio a medio-alto, en extensión, conceptos, desarrollo matemático, y exigencia práctica. Para un alumnado con menor capacidad de comprensión, es muy recomendable que, tanto las Capacidades Terminales como los Criterios de Evaluación de las Unidades Didácticas 2, 3, 6 y 9, puedan reducirse y adaptarse convenientemente a su nivel de conocimientos.

2 Objetivos generales

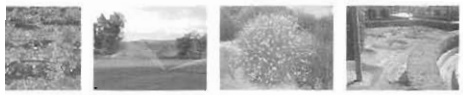
- Concienciar al alumnado del beneficio social y medioambiental que supone racionalizar el uso del agua de riego en los parques y jardines públicos y privados.
- Iniciar la formación del alumnado en el conocimiento del diseño agronómico de los jardines, y su importancia en la optimización del recurso agua.
- Dotar de conocimientos y práctica adecuada, así como de criterios técnico y económicos para la elección de los sistema de riego, los componentes y el adecuado manejo de las instalaciones de riego de parques y jardines.

3 Capacidades terminales

- Valorar la importancia social y medioambiental del ahorro de agua en los sistemas de riego de los parques y jardines.
- Conocer los criterios de diseño agronómico y establecer un plan de riegos adaptado a las necesidades de agua de las plantas.
- Conocer los sistemas de riego, sus componentes y funcionamiento, y realizar un diseño de la instalación adecuado a las necesidades de cada parque o jardín.
- Adquirir destrezas para realizar un adecuado manejo de los sistemas de riego, poder valorar la calidad de los riegos, y realizar mejoras.

4 Actidudes

- Sensibilización por el ahorro de agua y las prácticas racionales en el riego de parques y jardines.
- Predisposición para condicionar el diseño de la instalación y el manejo de los sistemas, a un adecuado diseño agronómico y a un plan de riegos elaborados con criterios técnicos.
- Concienciación para aceptar y aplicar propuestas de mejora en el desarrollo de su actividad profesional encaminadas a realizar un uso óptimo de los riegos.



5 Unidades didácticas y distribución horaria

U.D.	TÍTULO	HORAS LECTIVAS	
		Teóricas	Prácticas
1	El jardín como consumidor de agua	2	0
2	Necesidades hídricas del jardín	2	3
3	Conceptos básicos del riego a presión. Sistemas de bombeo	2	1
4	Tipos de sistemas de riego. Componentes de las instalaciones	3	2
5	Automatización del riego	2	1
6	Diseño de las instalaciones de riego de jardines	3	10
7	Evaluación, mantenimiento y mejora del manejo de riegos	3	2
8	Riego por superficie en jardinería	1	0,5
9	Sistemas de drenaje	2	0,5
	TOTAL HORAS LECTIVAS	**20**	**20**

El curso de Riego de Jardines se completa con los contenidos del Módulo 1 del Manual de Riego para Agricultores "Fundamentos del Riego", hasta completa 50 horas lectivas.

La distribución horaria de las Unidades Didácticas como se exponen en la tabla adjunta, es meramente indicativa u orientativa, y responde a un curso para un alumnado con nivel medio a medio-alto, que está dotado de cierta experiencia en la materia.

El nivel de conocimientos del grupo será, por tanto, el que determine la distribución horaria, por lo que el profesorado deberá adaptarla a sus necesidades y en función de los objetivos que pretenda conseguir con el desarrollo del curso.

6 Programación de las unidades didácticas

A continuación se detalla una Programación de las Unidades Didácticas del curso, según la distribución horaria especificada en el punto 5. Esta Programación Didáctica es orientativa, y sus contenidos y requerimientos se adaptan a un curso para alumnado con nivel medio a medio-alto dotado de cierta experiencia en la práctica del riego de jardines.

En caso de grupos con diferente nivel, el profesorado deberá adaptar la Programación Didáctica (de acuerdo con la distribución horaria establecida) de manera que los capacidades terminales, los procedimientos, los conceptos y los criterios de evaluación se adapten a las necesidades y capacidades del alumnado. Para facilitar esta labor, en el CD "Material de Apoyo para el Profesorado" se adjunta una plantilla de la Programación Didáctica en formato digital fácilmente editable.

7 Medios tecnológicos y materiales

Comunes para la impartir todas las Unidades Didácticas:

- Manual de Riego de Jardines.
- Manual de Riego para Agricultores (Módulo 1. Fundamentos del Riego).
- Guión para el profesorado.
- PC portátil con lector de CD-Rom.
- Cañón proyector (en su defecto juego de acetatos y retroproyector).
- CD del profesorado.
- Pantalla de proyección.
- Pizarra y tiza o rotuladores.
- Catálogos de materiales y tablas de precios.
- Vademécum de riegos.
- Maletín con elementos reales.
- Calculadoras.

Los medios adicionales o específicos se detallan en la Programación de cada una de las Unidades Didácticas.

Unidad Didáctica 1

EL JARDÍN COMO CONSUMIDOR DE AGUA

Introducción

El agua es un bien escaso en Andalucía, por lo que su uso para la práctica de los riegos en jardinería debe ser llevada a cabo de la forma más eficiente posible, evitando un consumo excesivo. En este sentido, la puesta en práctica de medidas que permitan establecer un consumo de agua acorde a las necesidades del jardín, permiten diseñar jardines eficientes en el uso del agua, sin entrar en conflicto con la funcionalidad para la que se diseñen y manteniendo el valor ornamental de los mismos.

Entre las medidas para diseñar jardines eficientes en el uso del agua, destacan la delimitación de zonas de requerimientos hídricos y climáticos similares o hidrozonas, el uso de especies poco exigentes en agua, y la aplicación de enmiendas que mejoren las propiedades de los suelos.

Otra forma de realizar un uso eficiente del agua es la reutilización de las aguas residuales urbanas, convenientemente tratadas para el riego. El empleo de estas aguas reporta beneficios como el aporte de materia orgánica o el incremento de recursos hídricos, aunque presenta algunos inconvenientes como un aumento de sales, elementos tóxicos, microelementos o agentes patógenos. Sin embargo, la instalación de un sistema de filtrado adecuado y la correcta desinfección de este agua pueden paliar algunos de estos inconvenientes.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

Con esta Unidad Didáctica, meramente descriptiva, se pretende alertar al alumnado de la situación actual de los jardines en Andalucía en el uso del agua de riego, y dar información acerca de las diferentes medidas que se pueden adoptar para realizar un uso eficiente del agua de riego, y para diseñar un jardín eficiente en el uso del agua. Asimismo, se trata de poner de manifiesto la importancia de la utilización de agua residual depurada para el riego de jardines, teniendo en cuenta las ventajas y los inconvenientes de esta práctica.

Antes de desarrollar esta Unidad, sería interesante entablar un debate entre los alumnos, a fin de que comenten su experiencia en referencia al uso del agua en jardinería. Sería interesante elaborar una lista de las prácticas que realizan habitualmente y cómo mejorarlas, lo que daría pie a la explicación del primer punto de la Unidad Didáctica. Para el desarrollo del resto de los contenidos el profesorado puede utilizar material gráfico que complemente su explicación, y siempre que crea necesario, instar a la participación de los alumnos.

En relación a la calidad del agua de riego, es muy importante interpretar en clase un análisis de agua de la red urbana y, si es posible, de agua residual depurada, valorando las diferencias existentes entre ambos. Por último, realizar una práctica simple en la que se mida el pH y la conductividad eléctrica de muestras de agua in situ, utilizando dispositivos de medida portátiles.

CAPACIDADES TERMINALES

- Reconocer el papel del agua en el jardín.
- Conocer las medidas a considerar para hacer un uso eficiente del agua en el jardín.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	CONCEPTUALES		
• Representación gráfica del balance del agua en el jardín. • Determinación de las pérdidas de agua en el jardín. • Descripción de medidas que faciliten el uso eficiente del agua de riego. • Análisis y evaluación de las medidas que favorecen el uso eficiente del agua con ejemplos de distintos tipos de jardines. • Elaboración del diseño de un jardín con hidrozonas. • Interpretación de un análisis de agua residual.	1 Funciones del agua en el jardín. Consumo y regulación. 2 Uso eficiente del agua. 3 Diseño agronómico de jardines. 4 Hidrozona. 5 Microclima. 6 Especies adecuadas. 7 Aguas residuales: calidad, depuración y uso en riego. 8 Enmiendas.	1 Exposición introductoria del curso: • Descripción y objetivos. • Actitudes esperadas. • Horario de las clases. • Contenidos y horas de teoría y práctica. • Presentación personal del alumnado, con indicación preferente de sector y experiencia laboral, y conocimientos del riego de jardines. 2 Exposición participativa. 3 Interpretación, por grupos, de diferentes análisis de agua, identificando problemas y soluciones para su aplicación.	• Definir hidrozona. • Definir microclima. • Saber elegir las especies adecuadas en un jardín. • Determinar la calidad de un agua residual y el sistema de riego más adecuado. • Describir la enmienda más adecuada para un suelo dado.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Análisis de agua de la zona; análisis de agua residual depurada; pH-metro, conductivímetro; cubo; 2 l de agua de la red urbana; 2 l de agua residual depurada; sal, abonos.

UNIDAD DIDÁCTICA 1

EL JARDÍN COMO CONSUMIDOR DE AGUA

Guión de la Unidad Didáctica

1.1. Introducción

– El agua, un bien escaso en Andalucía: medidas para realizar un manejo eficiente del agua de riego de jardines. **UD1-1**

1.2. El agua y la jardinería

– Funciones desempeñadas por el agua dentro de los jardines. **UD1-2**
- Decorativa.
- Elemento vital para las plantas.

– Causas del excesivo consumo de agua en jardinería. **UD1-3**
- Empleo de sistemas de riego poco eficientes.
- Uso de especies con elevados requerimientos hídricos.
- Manejo, estado de conservación y mantenimiento de los equipos no siempre adecuado.
- Problemas de uniformidad en el riego.

– Objetivo perseguido por la jardinería: supervivencia y mantenimiento de la vegetación.

– Medidas para reducir el consumo de agua. **UD1-4**
- Utilización de sistemas de riego más eficientes.
- Determinación adecuada de las necesidades hídricas de las plantas.
- Realización de riegos al atardecer o durante la noche, con la mayor periodicidad posible entre ellos.
- Práctica del riego deficitario.
- Diseño de jardines eficientes en el uso del agua.

– Otras medidas más drásticas:
- Suprimir el aporte de fertilizantes.
- Eliminar los frutos.
- Emplear antitranspirantes.
- Realizar riegos profundos.

– Medidas a adoptar en campos de golf y áreas deportivas:
- Utilización de especies cespitosas resistentes a la falta de agua.
- Instalación de sistemas de riego adecuados.
- Utilización de una frecuencia de riego adecuada.

1.3. Diseño de jardines eficientes en el uso del agua. Hidrozonas

– Estudios previos al diseño de un jardín eficiente en el uso del agua. **UD1-5**
- Suelo.
- Calidad del agua de riego.
- Pluviometría de la zona.
- Topografía del terreno.

- Existencia o no de drenajes.
- Vegetación e infraestructuras existentes en la zona.

– Aspectos a considerar para realizar un uso del agua adecuado. **UD1-6**
- Cálculo de las necesidades hídricas del jardín.
- Control del consumo efectivo de agua.

– División del jardín en áreas con requerimientos hídricos similares.

> ***nota***
> Destacar que especies distintas tienen necesidades hídricas distintas, de ahí la división del jardín en áreas con requerimientos hídricos similares, y que necesidades reducidas no siempre implican mayor resistencia a la sequía.

- Hidrozonas: concepto y tipos de hidrozonas. **UD1-7**
  Hidrozona de alto consumo de agua. **UD1-8**
  Hidrozona de moderado consumo de agua. **UD1-9**
  Hidrozona de bajo consumo de agua.

– Elección de las especies adecuadas. **UD1-10**
- Estudios previos a la elección de las especies.
  Conocimiento de las características climáticas de la zona (régimen hídrico).
  Conocimiento de las necesidades hídricas de las especies a seleccionar.
  Estudio de las características del suelo.
- Criterios para la elección de las especies.
  Utilizar especies autóctonas por tratarse de plantas de bajo consumo hídrico.
  No limitar la introducción de otras especies (recrear su hábitat).
  Elegir cespitosas con requerimientos hídricos menores.
  Considerar la ubicación de las cespitosas dentro del jardín.

– Estudio de los microclimas generados en cada zona. **UD1-11**
- Factores a considerar: temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar.
- Concepto de microclima.
- Modificación de microclimas: ejemplos.

1.4. Plantas poco exigentes en agua

– Características de las plantas poco exigentes en el uso del agua.

– Amplia variedad existente (árboles, arbustos, tapizantes, vivaces, aromáticas, trepadoras, palmáceas y hierbas ornamentales). **UD1-12 / UD1-13**

– Especies de césped poco exigentes en agua. **UD1-14**
- Beneficios estéticos y sociales creados.
- Especies utilizadas.

1.5. Riego de jardines con aguas residuales depuradas

– Reutilización de las aguas residuales urbanas como alternativa para conseguir un aprovechamiento más eficaz del agua. Ejemplo. **UD1-15**

– Legislación vigente sobre el uso de aguas residuales urbanas depuradas. **UD1-16**
  - Real Decreto-Ley 11/1995.
  - Real Decreto Legislativo 1/2001.

– Calidad de las aguas residuales urbanas.
  - Factores de los que depende: **UD1-17**
    Calidad del agua suministrada.
    Tipo de residuos añadidos durante su uso.

> ***nota*** Comentar que, en general, las aguas residuales urbanas se encuentran compuestas en un 99,9% por agua, y en un 0,1% por residuos de tipo orgánico, inorgánico y biológico.

  - Composición y características de las aguas residuales. **UD1-18**
    Contenido en sólidos totales.
    Contenido en materia orgánica: análisis de la DBO.
    Contenido en compuestos inorgánicos: pH, nutrientes, sales solubles y elementos traza. **UD1-19**

Elemento	Concentración máxima recomendada (mg/l)	Elemento	Concentración máxima recomendada (mg/l)
Aluminio (Al)	5,0	Litio (Li)	2,5
Arsénico (As)	0,1	Manganeso (Mn)	0,20
Berilio (Be)	0,1	Molibdeno (Mo)	0,01
Cadmio (Cd)	0,01	Níquel (Ni)	0,20
Cobalto (Co)	0,05	Plomo (Pb)	5,0
Cromo (Cr)	0,10	Selenio (Se)	0,02
Cobre (Cu)	0,20	Vanadio (V)	0,10
Flúor (F)	1,0	Zinc (Zn)	2,0
Hierro (Fe)	5,0		

Fuente: Pescod, M.B. 1992

Residuos de tipo biológico: microorganismos patógenos (bacterias, virus y parásitos).
Características físicas: olor y color.

– Depuración de las aguas residuales urbanas. **UD1-20**
  - Efectos conseguidos por los distintos tratamientos:
    Tratamiento preliminar.
    Tratamiento primario.
    Tratamiento secundario.
    Tratamiento terciario (opcional).
    Desinfección para destruir o inactivar los organismos patógenos (en caso de contacto entre el agua y las personas).

- Ventajas e inconvenientes de la utilización de aguas residuales depuradas. **UD1-21**

Ventajas	Inconvenientes
Aporte de materia orgánica al suelo. Aporte de elementos nutritivos. Incremento de los recursos hídricos disponibles en la zona.	Contenido elevado en sales y elementos tóxicos.- Contenido en microelementos.- Presencia de agentes microbiológicos patógenos.- Obturación de los emisores.

– Calidad de las aguas residuales urbanas depuradas para el riego de áreas verdes.
- Calidad exigida: la misma que a cualquier agua.
- Calidad sanitaria que debe presentar: criterios de la O.M.S. **UD1-22**

Calidad del agua(1)	Tipo de cultivo o zona a regar	Método de riego que puede utilizarse	Otras condiciones que deben cumplirse
Nº Nematodos intestinales* <1huevo/l Coliformes fecales < 200 UFC/100 ml	Riego de campos deportivos y zonas verdes de acceso público.	Cualquiera.	El riego no debe realizarse en horas de afluencia del público.
Nº Nematodos intestinales* <1 huevo/l Coliformes fecales: < 1.000 UFC/100 ml	Riego de cultivos de consumo en crudo.	Cualquiera.	
Nº Nematodos intestinales* < 1huevo/l	Riego de cultivos industriales, madereros, forrajeros, cereales y semillas oleaginosas, viveros, cultivos destinados a industrias conserveras, productos vegetales que se consuman cocinados y árboles frutales.	Cualquiera excepto: - Aspersión e inundaciónpara el riego de hortalizas. - Aspersión para el riego de árboles frutales.	El riego de árboles frutales con este tipo de agua debe suprimirse al menos dos semanas antes de la recolección y la fruta no debe ser recogida del suelo.El riego de pastos para consumo en verde debe cesar al menos dos semanas antes de que se permita apacentar al ganado.
No se establecen límites pero se exige un tratamiento de, al menos, sedimentación primaria. Localizado.	Riego de cultivos industriales, madereros, forrajeros, cereales, semillas oleaginosas y zonas verdes no accesibles al público.		

Fuente: Consejería de Salud de la Junta de Andalucía (1995). Criterios sanitarios para la reutilización de aguas residuales depuradas en el riego agrícola y zonas verdes.

* Ascaris, Trichuris y Ancylostoma

(1) Se considerará que la calidad del agua es conforme con las condiciones requeridas si las muestras recogidas en un mismo punto, durante un año, cumplen que :
- El 95% de las muestras no exceden del valor límite establecido para nematodos intestinales.
- El 90% de las muestras no exceden del valor límite establecido para coliformes fecales.

- Relación entre el método de riego empleado y el riesgo para la salud.

> ***nota*** Indicar que los sistemas de riego a pie y por aspersión son los que presentan más riesgos en cuanto a la utilización de aguas residuales depuradas y resaltar que los sistemas de riego localizado son los más adecuados.

- Precauciones que se deben tomar durante un riego por aspersión con aguas residuales depuradas. **UD1-23**

Riego por aspersión
Evitar el riego los días de viento.
Mantener una distancia de seguridad entre la zona a regar y la habitada de, al menos, 150 m.
Utilizar aspersores de corto alcance o baja presión en zonas verdes urbanas y en campos de deporte.
Evitar la propagación de las gotas empleando obstáculos o pantallas de protección.
No utilizar riego por aspersión en sistemas de cultivo de plantas bajo cubierta

- Necesidad de indicar el uso de agua residual depurada en la zona regada. **UD1-24**

1.6. Suelos y enmiendas

– Propiedades más importantes de los suelos desde el punto de vista del uso eficiente del agua. **UD1-25**
- Textura.
- Estructura.
- Contenido en materia orgánica.
- Profundidad. **UD1-26**
- Salinidad del suelo.

– Enmiendas de mejora de las propiedades de los suelos.
- Concepto de enmienda.
- Tipos: **UD1-27 UD1-28 UD1-29**
  - Enmiendas orgánicas.
  - Enmiendas calizas.

Necesidades medias de caliza para elevar el pH de los suelos ácidos

Tipos de suelos	Caliza fina[1] necesaria en t/ha para pasar de	
	pH 4,5 a pH 5,5	pH 5,5 a pH 6,5
Arenoso	0,7	0,9
Franco-arenoso	1,1	1,6
Franco	1,8	2,3
Franco-limoso	2,7	3,2
Franco-arcilloso	3,4	4,5
Orgánico	7,4	8,5

Fuente: Carlos Cadahia López y Juan José Lucena Marota (1998)
(1) Expresado en carbonato cálcico finamente pulverizado.

  - Enmiendas yesíferas.
  - Otras enmiendas: cubiertas o mulching y productos hidrorretenedores. **UD1-30**

Unidad Didáctica 2

NECESIDADES HÍDRICAS DEL JARDÍN

Introducción

El agua constituye un elemento imprescindible para la vida de las plantas, fundamental en los procesos de crecimiento, desarrollo y regulación térmica. Esto hace que la evolución óptima de un jardín se base fundamentalmente en el conocimiento de la cantidad de agua que éste requiere, así como del momento más adecuado de realizar los riegos, y la forma de llevarlos a cabo.

Es importante tener en cuenta que el consumo de agua en un jardín dependerá del tipo de plantas, ya que las necesidades difieren de unas a otras, de la climatología de la zona (temperatura, radiación, precipitaciones, etc.) y del tipo de suelo sobre el que se desarrolle en jardín. Todos estos factores deberán considerarse a la hora de calcular las necesidades de riego y la planificación de los mismos.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

El profesor o la profesora debe ser consciente de la importancia de los contenidos que se explican en esta Unidad Didáctica para la correcta realización de los riegos, así como de su dificultad, dado el gran número de conceptos que se barajan, y los cálculos que se requieren para realizar un plan de riego. La estrategia que se debe seguir para desarrollar la Unidad es hacer ejercicios a medida que se van explicando cada uno de los conceptos, y concluir con un ejemplo práctico que englobe todo lo expuesto.

De ser posible, se debe realizar una práctica con ordenadores y el programa de diseño del riego de jardines para realizar un plan de riegos. Dependiendo del número de terminales disponibles, se pueden elegir diversos ejemplos partiendo de situaciones reales planteadas por el alumnado, o abordando determinados planteamientos que puedan ser de su interés.

CAPACIDADES TERMINALES

- Conocer el balance de agua en el sistema suelo-agua-planta del jardín.
- Determinar las necesidades de riego del jardín.
- Planificar el riego del jardín.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	CONCEPTUALES		
• Representación gráfica del balance de agua en el sistema planta-suelo. • Elaboración de un plan de riego.	1 El agua en la atmósfera, en la planta, y en el suelo. 2 Evapotranspiración. 3 Evapotranspiración de referencia. 4 Coeficiente de cultivo. 5 Coeficiente de jardín: coeficientes de especie, densidad y microclima. 6 Necesidades de riego: necesidades brutas y netas. 7 Eficiencia de un sistema de riego. 8 Fracción de lavado. 9 Plan de riego.	1 Exposición participativa. 2 Realización, en grupos de 4 personas, de un pequeño anteproyecto de diseño agronómico de un jardín, con agrupación de especies y determinación de coeficientes. 3 Resolución de ejercicios sencillos a medida que se desarrolla la explicación teórica. 4 Realización, por grupos de 2 personas, de planes de riego usando el programa informático.	• Describir y determinar de las necesidades de agua del jardín. • Calcular las necesidades de riego del jardín. • Realizar un plan de riego.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Tablas con datos de ETo, y precipitación de la zona; tablas con datos de Kd, Ke, Km y de tolerancia a la salinidad y al encharcamiento de las plantas más comunes en la zona; aula informática con al menos un PC por cada dos alumnos; programa de diseño del riego de jardines.

UNIDAD DIDÁCTICA 2

NECESIDADES HÍDRIDAS DEL JARDÍN

Guión de la Unidad Didáctica

2.1. Introducción

- El agua, elemento imprescindible para la vida de las plantas. **UD2-1**

- Factores de los que depende el consumo de agua dentro de un jardín. **UD2-2**
  - Tipo de planta.
  - Climatología de la zona.
  - Tipo de suelo.

> ***nota***
>
> Hacer hincapié en la necesidad de conocer de manera precisa la cantidad de agua a aplicar, el momento de riego más adecuado y la forma más idónea de distribución, para que las plantas del jardín evolucionen de la forma más óptima posible, y todo el conjunto mantenga su belleza de manera constante.

2.2. Necesidades de agua de las plantas de jardín

- Necesidades de agua de las plantas. **UD2-3**
  - Agua absorbida por las plantas:
    - Agua retenida y utilizada en procesos de crecimiento y fotosíntesis.
    - Agua transpirada.
  - Agua evaporada desde la superficie del suelo.

- Evapotranspiración (ET).
  - Concepto. **UD2-4**
  - Factores de los que depende: Evapotranspiración de referencia (ETr) y coeficiente de cultivo (Kc). Cálculo de la ET. **UD2-5**
  - Unidades: mm/día

- Evapotranspiración en un jardín: factores que la hacen variar. Cálculo. **UD2-6**

- Evapotranspiración de referencia (ETr). **UD2-7**
  - Factores de los que depende:
    - Condiciones climáticas.
    - Entorno.

- Coeficiente de cultivo. **UD2-8**
  - Definición.
  - Necesidad de estimar un coeficiente de jardín (Kj).

- Coeficiente de jardín (Kj): definición y cálculo (Kj = Ke x Kd x Km) **UD2-9**

nota Indicar que el coeficiente de jardín permite calcular, de forma aproximada, las necesidades de agua que permitan mantener la estética del jardín.

- Coeficiente de especie: concepto y cálculo. Ejemplo.
- Coeficiente de densidad: concepto y cálculo. Ejemplo.

UD2-10 / UD2-11 UD2-12 / UD2-13

TIPO VEGETACIÓN	COEFICIENTE DE DENSIDAD (Kd)		
	a	m	b
Árboles	1,3	1,0	0,5
Arbustos	1,1	1,0	0,5
Tapizantes	1,1	1,0	0,5
Plantación mixta	1,3	1,1	0,6
Césped	1,0	1,0	0,6

- *Los valores para árboles, arbustos y plantas tapizantes son adecuados para jardines que contienen solamente o predominantemente uno de estos tipos de vegetación.*
- *Las plantaciones mixtas están formadas por dos o tres tipos distintos de vegetación (árboles, arbustos o tapizantes).*
- *En esta clasificación se asume que no existe superficie descubierta en el jardín. Si no es así, Kd se debe aumentar entre un 10 y un 20%, especialmente para árboles y arbustos.*

nota Señalar que los valores de la tabla corresponden a densidades de plantación alta (a), media (m) y baja (b).

- De microclima: concepto y cálculo. Ejemplo.

UD2-14 / UD2-15

TIPO VEGETACIÓN	COEFICIENTE MICROCLIMA (Km)		
	a	m	b
Árboles	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	1,2	1,0	0,5
Plantación mixta	1,4	1,0	0,5
Césped	1,2	1,0	0,8

- *Los valores para árboles, arbustos y plantas tapizantes son adecuados para jardines que contienen solamente o predominantemente uno de estos tipos de vegetación.*
- *Las plantaciones mixtas están formadas por dos o tres tipos distintos de vegetación (árboles, arbustos o tapizantes).*

- Ejemplo de cálculo de las necesidades de agua de un jardín.

UD2-16 / UD2-17

2.3. Necesidades de riego del jardín

– Posibles entradas y salidas de agua al sistema suelo-planta. **UD2-18**

– Necesidades netas de riego: concepto y cálculo. **UD2-19**

$$Nn = ET - LL$$

– Necesidades brutas de riego: concepto y factores necesarios para su cálculo. **UD2-20 / UD2-21**

- Eficiencia de aplicación del riego (Ea): concepto y valores considerados. **UD2-22**
- Fracción de lavado (FL).
  Concepto.
  Factores de los que depende: salinidad del agua de riego y umbral de tolerancia de las plantas a salinidad. **UD2-23**
  Cálculo: factor de concentración permisible y curva de necesidades de lavado. **UD2-24**

$$Fc = \frac{\text{Umbral de tolerancia del cultivo (dS/m)}}{\text{Salinidad del agua de riego (dS/m)}}$$

- Ejemplo de cálculo de la fracción de lavado. **UD2-25**
- Cálculo de las necesidades brutas, conocidas la eficiencia de aplicación y las necesidades de lavado. **UD2-26**

$$Nb = \frac{Nn}{Ea \times (1 - FL)} \times 100$$

nota

Cuando se calculan las necesidades brutas según esta última expresión, pueden estar mayoradas en demasía, ya que el agua que se pierde por percolación profunda también está realizando un lavado de sales. Por este motivo, las necesidades brutas de riego se calcularán utilizando expresiones distintas según se trate de un sistema de riego localizado o por aspersión.

- Cálculo de las necesidades brutas de riego para un sistema de riego localizado. **UD2-27**

$$Nb = \frac{Nn}{Ea} \times 100 \quad \text{ó} \quad Nb = \frac{Nn}{(1 - FL)} \times 100$$

- Cálculo de las necesidades brutas de riego para un sistema de riego por aspersión. Ejemplo. **UD2-28**

$$Nb = \frac{Nn}{Ea} \times 100; \quad si \quad FL < 10\%$$

$$Nb = \frac{0{,}9 \times Nn}{Ea \times (1 - FL)} \times 100; \quad si \quad FL > 10\%$$

2.4. Elaboración de un plan de riego. Ejemplo.

– Elaboración de un calendario de riegos. **UD2-29**
- Calendario en tiempo real.
- Calendarios medios.

– Datos necesarios para la realización de un calendario medio de riego anual. **UD2-30**
- Evapotranspiración de referencia (ETr).
- Precipitación (P).
- Coeficientes de especie (Ke), densidad (Kd) y microclima (Km), de las especies e hidrozonas consideradas.
- Tolerancia a la salinidad de las plantas empleadas.
- Eficiencia de aplicación (Ea) del sistema de riego empleado.
- Salinidad del agua de riego.

> ***nota*** Indicar que cuando se realizan calendarios medios de riego con la ayuda de datos históricos, es necesario considerar si la programación se va a realizar con los datos de un año seco, normal o húmedo. Si la previsión de precipitaciones consideradas resulta errónea, habrá que rehacer el calendario, corrigiendo el dato pluviométrico, a fin de no aplicar el dato por exceso o en defecto.

– Ejemplo.
- Datos previos. **UD2-31**
- Paso 1: cálculo de la evapotranspiración (ET) quincenal. **UD2-32**
- Paso 2: cálculo de las necesidades netas de riego para cada quincena en cada hidrozona. **UD2-33 UD2-34**
- Paso 3: cálculo de las necesidades brutas de riego para cada quincena y área. **UD2-35**
- Paso 4: obtención del calendario medio. **UD2-36**

> ***nota*** Pasar al aula informática para explicar la aplicación informática del diseño agronómico y desarrollar varios ejemplo en grupos de dos alumnos.

Unidad Didáctica 3

CONCEPTOS BÁSICOS DEL RIEGO A PRESIÓN. SISTEMAS DE BOMBEO

Introducción

Los sistemas de riego más utilizados para el riego de jardines son los de riego a presión (aspersión y localizado), es decir aquellos en los que es necesario suministrar energía al agua de riego para que circule a presión por las tuberías. Gracias a estos sistemas se consigue una aplicación del agua más uniforme y eficiente.

La fuente de agua para el riego de la mayoría de jardines tanto públicos como privados es la red de distribución urbana, por lo que se dispondrá de un caudal determinado a una presión preestablecida. El diseño del sistema de riego se hará pues en función del caudal y de la presión disponible en la boca de riego. Cuando se disponga de una fuente de agua diferente, o en lo casos que sea necesario, se instalará un sistema de bombeo.

Caudal, presión y pérdidas de carga son parámetros básicos para comprender el funcionamiento y realizar un adecuado diseño de un sistema de riego a presión. Conocidos caudal y presión en la toma, y la demanda del sistema, se podrá decidir si los valores de partida son suficientes o se requiere un sistema de bombeo que permita aumentar la altura de agua total a suministrar por el riego.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

El contenido de esta Unidad Didáctica se puede dividir en dos bloques: uno en el que se describen los parámetros que definen un sistema de riego a presión, caudal, presión y pérdidas de carga; y otro en el que se trata el riego con una presión y caudal fijos o la posibilidad de dotar al agua de una presión determinada, lo que da pie a la descripción de los tipos de bombas.

En el primer bloque se tratan conceptos de gran importancia para el diseño de una instalación de riego, por lo que es fundamental que los alumnos sepan calcularlos y sobre todo interpretarlos. Para ello el profesor o la profesora deberá realizar varios ejemplos en clase, asegurándose que queda claro el manejo de las tablas que dichos ejercicios requieren.

El segundo bloque es más descriptivo. Para la explicación de los tipos de bombas y sistemas de bombeo se recomienda el uso de material fotográfico, catálogos y vademécum. Para afianzar los conceptos relativos a las alturas de elevación es importante representarlas esquemáticamente, así como realizar algún ejemplo de cálculo. Este bloque puede quedar mejor afianzado si, por grupos, se realiza un ejercicio completo de diseño de una instalación, elección del sistema de bombeo, cálculo de alturas de elevación, y de los motores que accionan las bombas.

En esta Unidad Didáctica debe introducirse el uso del vademécum de riegos, explicando su forma de uso y estableciendo las bases para una correcta elección de equipos.

CAPACIDADES TERMINALES

- Definir y calcular caudales, presiones y pérdidas de carga.
- Calcular la potencia del motor que acciona una bomba.
- Elegir un sistema de bombeo en función del origen del agua.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	**CONCEPTUALES**		
• Cálculo de caudales, presiones y pérdidas de carga mediante ejemplos numéricos. • Manejo de tablas y unidades de presión y caudal. • Representación esquemática de las alturas de elevación. • Cálculo de las alturas de elevación mediante ejemplos numéricos. • Descripción de los distintos tipos de bombas. • Definición y ejemplo de cálculo de la potencia de un motor. • Relación de criterios básicos de selección de un grupo de bombeo.	**1** Riego a presión. **2** Caudal, presión, pérdidas de carga. Unidades. **3** Altura total de columna de agua. Componentes. **4** Bombas: definición y tipos. **5** Potencia y rendimiento del motor.	**1** Exposición participativa. **2** Realización personal de ejercicios de cálculo de pérdida de carga y alturas de elevación, a medida que se realiza el desarrollo teórico. **3** Manejo del vademécum. **4** Por grupos, realizar un ejercicio de planteamiento de una instalación de riego, elección del sistema de bombeo, y cálculo de los motores.	• Definir características del riego a presión y su medida. • Saber calcular las alturas de elevación del agua. • Describir tipos de bombas. • Determinar la potencia del motor necesario. • Establecer criterios de selección de un sistema de bombeo.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Bombas; ábacos y tablas de pérdidas de carga; catálogos y esquemas de bombas y motores; manómetros; tuberías; vademécum.

UNIDAD DIDÁCTICA 3

CONCEPTOS BÁSICOS DEL RIEGO A PRESIÓN. SISTEMAS DE BOMBEO

Guión de la Unidad Didáctica

3.1. Introducción

- Evolución de los sistemas de riego de jardines. Métodos de riego más utilizados (riego a presión). **UD3-1**

- Agua procedente de la red urbana. Caudal y presión fijos.

- Aspectos a tener en cuenta en el diseño de riego de un jardín. **UD3-2**

3.2. Caudal

- Concepto y unidades de medida (l/s, l/min, m^3/h). **UD3-3**

- Cambio de unidades. **UD3-4**

Para pasar de	A		
litros/segundo	litros/minuto	multiplicar por	60
litros/segundo	m^3/hora	multiplicar por	3,6
litros/minuto	litros/segundo	dividir por	60
litros/minuto	m^3/hora	multiplicar por	0,06
m^3/hora	litros/segundo	dividir por	3,6
m^3/hora	litros/minuto	dividir por	0,06

- Ejemplo. **UD3-5**

- Medida del volumen de agua realmente aplicado: contadores.

3.3. Presión

- Importancia de la presión en las instalaciones de riego. **UD3-6**
  - Funcionamiento adecuado de los emisores y otros elementos del sistema.
  - Aplicación de la cantidad de agua deseada.

- Aspectos permitidos por la presión. **UD3-7**
  - Superar la diferencia de altura.
  - Hacer funcionar correctamente los emisores.
  - Vencer el rozamiento.

– Presión: concepto, unidades de medida y equivalencias entre éstas. **UD3-8**
  - Kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), conocida como "kilo".
  - Metros de columna de agua (m.c.a.).
  - Megapascales (MPa).
  - Atmósferas (atm).
  - Bares (bar).

$$1 \text{ atm} \approx 1 \text{ kg/cm}^2 \approx 10 \text{ m.c.a.} \approx 0{,}1 \text{ MPa} \approx 1 \text{ bar}$$

– Medida de la presión en la instalación.
  - Presión a la entrada de la instalación. **UD3-9**
    Presión estática.
    Presión dinámica.
  - Manómetros y tomas manométricas. **UD3-10**

– Ejemplo. **UD3-11**

3.4. Pérdidas de carga

– Pérdidas de carga. Definición y unidades más frecuentes. **UD3-12**

– Factores de los que depende la pérdida de carga en el sistema. **UD3-13**
  - Diámetro interior de la tubería.
  - Longitud de la tubería.
  - Caudal.
  - Tipo de material de fabricación de la tubería.
  - Velocidad del agua.
  - Piezas especiales y elementos singulares instalados en la red.

> ***nota***
> Cada elemento del sistema genera un valor diferente de pérdida de carga, dato que debe ser facilitado por el fabricante. Igualmente, la pérdida de carga en las tuberías debe ser solicitada al fabricante, aunque para ciertos tipos de materiales y diámetros más usuales pueden encontrarse valores en publicaciones referidas a sistemas de riego a presión.

– Cálculo de la pérdida de carga en tuberías de una sola salida. **UD3-14**

$$PC\ (m) = \frac{J\ (m/100m) \times L\ (m)}{100}$$

– Ejemplo. **UD3-15 / UD3-16 / UD3-17**

– Cálculo de la pérdida de carga en tuberías con salidas equidistantes. **UD3-18**

- Fórmula de cálculo.

$$PC\,(m) = \frac{J\,(m/100m) \times L\,(m) \times F}{100}$$

- Factor de Christiansen (F). **UD3-19**

Número de salidas	Valor de F	Número de salidas	Valor de F
1	1	16	0,339
2	0,525	17	0,368
3	0,448	18	0,368
4	0,419	19	0,367
5	0,403	20	0,367
6	0,394	22	0,366
7	0,388	24	0,365
8	0,383	26	0,364
9	0,380	28	0,364
10	0,378	30	0,363
11	0,375	35	0,362
12	0,374	40	0,362
13	0,372	45	0,361
14	0,371	100	0,359
15	0,370	Más de 100	0,358

- Ejemplo. **UD3-20 / UD3-21 / UD3-22**

– Pérdidas de carga en elementos singulares y piezas especiales. **UD3-23**

- Estimación: un 15% del total de las pérdidas calculadas en la red de tuberías.
- Ejemplo.

3.5. Riego con presión y caudal fijos

– Abastecimiento de una red pública o privada: Limitaciones. **UD3-24**

– Forma de conocer el caudal existente en la toma. **UD3-25**

- Consulta al organismo correspondiente.
- Estimación haciendo uso de la presión del agua en la toma de la red (2 – 3 kg/cm^2), el diámetro de la toma y el caudal que ésta suministra.

Diámetro de la toma (mm)	Caudal aproximado (m^3/h)	Caudal aproximado (l/min)	Caudal aproximado (l/s)
16	0,78	13	0,22
20	1,2	20	0,33
25	2,04	34	0,57
32	3,42	57	0,95
40	5,4	90	1,5
50	8,7	145	2,42
63	13,8	230	3,83
75	19,68	328	5,47
90	28,32	472	7,87
110	42,3	705	11,75

- Ejemplo. **UD3-26**

– Métodos más precisos para medir el caudal. **UD3-27**
- Instalar un caudalíletro.
- Medir directamente el caudal con un recipiente de volumen conocido. Ejemplo. **UD3-28**

$$\text{Caudal (l/s)} = \frac{\text{Volumen del recipiente (litros)}}{\text{Tiempo medio de llenado (segundos)}}$$

– Soluciones cuando el caudal no puede ser modificado. **UD3-29**
- Diseño del sistema de riego atendiendo al caudal que puede suministrar la toma: división del riego en sectores.

– Presión en las redes urbanas. **UD3-30**
- Forma de medida: manómetro acoplado a una conexión que cierre la toma.
- Presión en la toma excesiva: reguladores de presión.

3.6. Elevación del agua

– Necesidad de dotar al agua de presión para elevarla hasta el lugar de almacenamiento.

– Fases de actuación de las bombas hidráulicas. **UD3-31**

– Fase de aspiración: altura geométrica de aspiración (Ha). **UD3-32**

– Fase de impulsión: altura geométrica de impulsión (Hi). **UD3-33**

– Altura manométrica total (Ht). **UD3-34 / UD3-35**

$$Ht = Ha + Hi + Hp + Pt$$

nota Indicar que, en la práctica, y por razones de simplificación, la altura por pérdidas de carga en piezas especiales y elementos singulares, se calcula como el 15% de las pérdidas de carga en tuberías. En caso de conocer las pérdidas de carga de los elementos singulares, se deben considerar éstas para realizar un cálculo más exacto.

– Ejemplo. **UD3-36 / UD3-37**

3.7. Tipos de bombas

– Tipos de bombas utilizadas en riego: turbomáquinas. **UD3-38**

- Tipos de bombas según la dirección de impulsión del agua.
  - Bombas centrífugas.
  - Bombas axiales.

- Utilización de motores eléctricos o de combustión.
- Tipos de bombas en función de la disposición del eje. **UD3-39**
  - Bombas de eje horizontal.
  - Bombas de eje vertical.

– Agrupamiento de bombas. **UD3-40**

- Bombas en paralelo.
  - Para suministrar caudales variables, o si no se quiere correr el riesgo de falta de servicio en caso de avería.

nota Comentar el uso de los variadores de frecuencia cuando las bombas suministran caudales variables, y los aspectos que permiten.

  - Elevan un caudal igual a la suma de los caudales que suministran por separado, a la misma altura manométrica que trabajando de forma independiente.
- Bombas en serie.
  - Permiten obtener una altura manométrica total igual a la suma de las alturas que proporciona cada bomba por separado.
  - Se utilizan cuando es necesario aumentar la presión de trabajo o se requiere una elevada altura manométrica.

3.8. Potencia del motor que acciona una bomba

– Motor de la bomba. **UD3-41**

- Suministrador de energía al agua para su elevación
- Factores de los que depende la potencia del motor.
  - Caudal.
  - Altura manométrica total.
  - Rendimiento del motor.
  - Rendimiento de la bomba.

– Rendimiento de una máquina.
  - Concepto.
  - Rendimiento de los motores eléctricos (0,5 - 07) y de las bombas hidráulicas (0,7 – 0,9).

– Cálculo de la potencia de un motor. **UD3-42**

$$\text{Potencia (CV)} = \frac{\text{Caudal (l/s) x Atl. manométrica total (m)}}{75 \text{ x Rendimiento bomba x Rendimiento motor}}$$

$$\text{Potencia (kW)} = 0{,}0098 \text{ x } \frac{\text{Caudal (l/s) x Atl. manométrica total (m)}}{\text{Rendimiento bomba x Rendimiento motor}}$$

  - Ejemplo. **UD3-43**

3.9. Criterios básicos de selección e instalación de un grupo de bombeo

UD3-44

– Selección del grupo de bombeo.
  - Según la procedencia del agua de riego.
  - Según la existencia de corriente eléctrica en las proximidades.
  - Según las prestaciones que debe suministrar la bomba.

– Cuestiones referentes a la instalación del grupo de bombeo.
  - Comprobar que el sentido de giro de las palas del impulsor de la bomba es el correcto.
  - La altura de aspiración debe ser la menor posible.
  - A la salida dela bomba debe colocarse una válvula de retención.

nota Indicar que la bomba debe sobredimensionarse en torno al 20% con respecto a aquélla que proporcione las prestaciones requeridas, de forma que se tengan en cuenta posibles disminuciones en su rendimiento como consecuencia del desgaste producido.

Unidad Didáctica 4

TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO. COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES

Introducción

La elección de un sistema de riego adecuado, permitirá además de un ahorro de agua, un aporte correcto de agua a las plantas que componen el jardín. Dicha elección está condicionada por varios factores, entre los que destacan la disponibilidad de agua de la zona, el tipo de plantas, la zona donde se ubique el jardín, la climatología, etc.

Los sistemas de riego localizado, tanto superficial como subterráneo, y de riego por aspersión, son en la actualidad los más utilizados para el riego de jardines. Ambos sistemas están formados por distintos elementos que se pueden agrupar en cuatro grandes grupos:

- El cabezal de riego donde se sitúa el equipo de impulsión (si fuese necesario), los elementos de filtrado y el sistema de fertirrigación.
- La red de distribución, constituida por las tuberías y las piezas especiales, con sus elementos y piezas singulares y otros dispositivos.
- Los emisores de riego, que variarán mucho según el sistema de riego elegido.
- El sistema de drenaje, compuesto por las conducciones y el colector.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

Esta Unidad Didáctica es esencialmente descriptiva, trata básicamente de exponer las nociones principales del riego localizado y del riego por aspersión y sus tipos, así como la descripción de los distintos componentes que forman parte de las instalaciones. Su exposición puede completarse con diapositivas, transparencias, gráficos, fotos y esquemas. Es conveniente apoyarse en el vademécum de riegos para dar un sentido más práctico a la explicación teórica.

Es importante analizar las ventajas y los inconvenientes de cada uno de los métodos de riego, para ello se puede elaborar un cuadro con la aportación de los alumnos. Para el resto de la explicación sería de gran ayuda disponer de gran cantidad de material gráfico de apoyo de cada uno de los componentes. De igual manera, es importante que la persona encargada de desarrollar el tema lleve a clase una muestra de los distintos elementos que forman parte de las instalaciones, filtros, emisores, tuberías, inyectores, etc., para que los alumnos y las alumnas puedan observarlos detenidamente.

Al igual que en la Unidad Didáctica 3, se hace imprescindible el uso del vademécum, tanto en la fase descriptiva (características de los componentes), como en la fase de elección de equipos.

De ser posible, sería conveniente realizar una visita a algún jardín que disponga de una instalación de riego completa (sistema de bombeo, equipo de filtrado, equipo de fertirriego, válvulas, automatismos, tuberías y emisores, piezas especiales, accesorios, etc.), con el fin de que los alumnos puedan ver en funcionamiento los distintos sistemas de riego e identificar los componentes explicados en clase.

CAPACIDADES TERMINALES

- Conocer los sistemas de riego a presión.
- Reconocer los componentes de una instalación de riego.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	CONCEPTUALES		
• Representación esquemática del bulbo húmedo en distintas condiciones de suelo, de lavado y de frecuencia de riego. • Representación esquemática de la distribución y cantidad de agua aplicada en riego por aspersión. • Descripción apoyada en fotos y esquemas de los componentes de un sistema de riego.	1 Características del riego localizado: el bulbo húmedo. Tipos. 2 Características del riego por aspersión. 3 Características del riego por difusión. 4 Componentes del cabezal de riego. 5 Elementos de la red de distribución y drenaje. 6 Elementos singulares. 7 Emisores. Tipos. 8 Dispositivos de protección.	1 Exposición participativa de los sistemas de riego. 2 Realización personal de un esquema de los tipos de sistemas de riego, e identificación de alguno de los propuestos por el profesorado. 3 Exposición participativa de los componentes de las instalaciones haciendo uso permanente de objetos reales. 4 Uso del vademécum para la elección de algunos componentes según necesidades de distintos diseños.	• Comparar riego localizado y riego por aspersión y difusión. • Describir el equipo de filtrado. • Enumerar posibles componentes de un equipo de fertirrigación. • Enumerar los elementos de una red de riego y los elementos singulares. • Describir y clasificar los tipos de emisores. • Identificar los dispositivos de protección.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Catálogos de materiales de riego, y manuales de uso de equipos; componentes varios de las instalaciones de riego (filtros, equipos de fertirriego, tuberías, emisores, ventosas, elementos singulares, etc.); vademécum.

UNIDAD DIDÁCTICA 4

TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO. COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES

Guión de la Unidad Didáctica

4.1. Introducción

– Factores que condicionan la elección de un sistema de riego. **UD4-1**

– Sistemas de riego utilizados en jardinería. **UD4-2**

4.2. Riego localizado

– Fundamento del riego localizado. **UD4-3**

– Bulbo húmedo: características. **UD4-4**
- Forma condicionada por la textura del suelo.
- Lavado de las sales acumuladas en el suelo.
- Necesidad de un mayor aporte de nutrientes.
- Aporte de una cantidad extra de agua para realizar el lavado: Fracción de lavado (FL).

– Distribución del agua y las sales en el interior del bulbo húmedo. **UD4-5**

– Cómo aplicar el agua. **UD4-6**
- Cantidades pequeñas y con alta frecuencia.
- Cantidades más altas y con baja frecuencia.

– Otras características del riego localizado. **UD4-7**
- Se puede lograr un elevado grado de automatización.
- Utilizado principalmente para el riego de árboles, líneas de arbustos, arriates, macizos de flores y tapizantes.
- Sistema más adecuado para el riego con agua salina y con agua residual depurada (subterráneo).

– Ventajas e inconvenientes del riego localizado. **UD4-8**

VENTAJAS	INCONVENIENTES
– Permite un uso eficiente y un ahorro de agua, ya que sólo se aplica en la zona de las raíces. – Las pérdidas de agua por escorrentía, percolación y evaporación son mínimas, lo que se traduce en una elevada eficiencia de aplicación. – Permite la aplicación de fertilizantes y algunos tratamientos químicos con el agua de riego. – Permite un gran control de del agua de riego y de los abonos aplicados.	– Es un método que necesita una elevada inversión. – Si no se maneja adecuadamente se pueden producir problemas de salinidad en la zona del bulbo húmedo. – Requiere un elevado control y mantenimiento para su adecuado funcionamiento. – Los emisores que utiliza se obturan con cierta facilidad.

– Dificulta la aparición de malas hierbas en la zona no humedecida. – Al no mojar la parte aérea de las plantas disminuye el riesgo de determinados problemas sanitarios. – Es un método muy adecuado en caso de disponer de presiones poco elevadas. – Permite el uso de aguas salinas y depuradas. – Permite a automatización.	– Puede ocasionar problemas de enraizamiento en árboles, si la frecuencia de riego no se maneja adecuadamente.

– Riego localizado superficial. **UD4-9**

- Concepto y funcionamiento.
- Elementos utilizados: tuberías laterales con emisores y tuberías emisoras (goteadoras y exudantes).

– Riego localizado subterráneo. **UD4-10 / UD4-11**

- Concepto y funcionamiento.
  Tuberías laterales y goteros, enterrados entre 20 y 40 cm.
  Franjas continuas de humedad: buena uniformidad del riego.
- Ventajas e inconvenientes del riego subterráneo. **UD4-12**

VENTAJAS	INCONVENIENTES
– No distorsiona el paisaje, al no ser visible. – Evita problemas de vandalismo. – Mayor duración de la instalación, al estar protegida de radiaciones solares y variaciones térmicas. – Posibilidad de empleo de aguas residuales depuradas para riego. – Se dificulta la germinación de semillas de malas hierbas.	– Obturación de los goteros – Precisan sistemas de filtrado muy perfectos. – Necesitan la utilización de productos como ácido fosfórico o trefluralina para evitar la entrada de raicillas a través de los emisores. – Dificultad de detectar fallos en el funcionamiento del sistema y su repararlos. – Estrangulamiento de las tuberías por las raíces de las plantas. – Elevado coste de la instalación, al precisar del empleo de ramales de lavado y de ventosas de doble efecto al principio de cada sector de riego.

nota Comentar que, en riego subterráneo, otra opción posible para evitar la obturación de los goteros consiste en utilizar goteros autocompensantes y antisucción, los cuales garantizan un caudal dentro de un determinado rango de presiones, y llevan un prefiltro que impide la entrada de partículas en su interior, consiguiendo además que se alcance una buena uniformidad de riego.

4.3. Riego por aspersión y difusión

– Características del riego por aspersión. **UD4-13**

– Factores que condicionan el reparto del agua (viento y evaporación). **UD4-14**

– Funcionamiento de los emisores. **UD4-15**

- Aspersores: movimientos rotatorios.
  - Riego de áreas más o menos circulares.
  - Aspersores de ángulo de giro regulable (0-360º).
  - Regulación del arco de riego.
  - Modelos de última generación: combinación de varias boquillas en una misma carcasa.
- Difusores: carecen de elementos móviles para girar.
  - El arco de riego se regula desde la boquilla.
  - Permiten el riego de áreas circulares o en curva.

– Limitaciones de los riegos por aspersión. **UD4-16**

- No son adecuados para el uso de aguas salinas.
- No deben emplearse aguas duras o con alto contenido en carbonatos para el riego de flores o plantas ornamentales. No permiten el uso de aguas con un contenido en hierro superior a 1 ppm.

– Otras características de los riegos por aspersión. **UD4-17**

- Utilización de los sistemas de riego por aspersión y difusión.
  - Riego de céspedes y tapizantes.
  - Riego de campos de deporte.
- Uso de emisores emergentes.
  - Evitan vandalismo.
  - No dificultan el desarrollo de las actividades sobre la zona a regar.

– Ventajas e inconvenientes de los sistemas de riego por aspersión. **UD4-18 / UD4-19**

- Ventajas.
  - El control del riego sólo está limitado por las condiciones climáticas.
  - La uniformidad de aplicación del agua es independiente de las características del suelo.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
– Permite regar terrenos ondulados o poco uniformes. – Puede ser utilizado en una gran variedad de suelos, incluso en aquellos de textura arenosa que exigen riegos cortos y frecuentes. – Es un método muy útil en las primeras fases de desarrollo de las plantas, donde son necesarios riegos ligeros pero frecuentes. – Es un método útil para dar riegos de socorro y especialmente eficaz en la lucha contra heladas. – Permite realizar lavado de sales, ya que tienden a desplazarse a capas más profundas del suelo, quedando fuera del alcance de las raíces. – Permite la aplicación de fertilizantes y algunos tratamientos químicos con el agua de riego. – Permite la automatización.	– La forma de aportar el agua puede tener efectos negativos sobre algunas plantas, ya que al humedecerse la parte aérea de las mismas aumenta el riesgo de desarrollo de enfermedades. – El viento dificulta el reparto uniforme del agua, haciendo disminuir la uniformidad de aplicación y la eficiencia del sistema de riego. – En caso de regar con agua salina pueden producirse quemaduras en hojas y flores por acumulación de sales. – En caso de emplear agua muy dura y con un elevado contenido en carbonatos o en hierro, pueden producirse manchas en hojas y flores, con la consiguiente pérdida de valor ornamental.

– Riego por microaspersión y nebulización.
  - Microaspersión. **UD4-20**
    - Reparto del agua.
    - Uso más frecuente.
    - Zona humedecida.
    - Funcionamiento de los microaspersores.
  - Microdifusión o nebulización. **UD4-21**
    - Reparto del agua.
    - Uso más frecuente.
    - Características de los microduifusores o nebulizadores.

> ***nota*** Indicar que debido a que el paso de boquilla es de diámetro muy fino, es necesario extremar las precauciones en filtrado del agua utilizada para riego.

  - Humidificadores.
    - Para la creación de ambientes húmedos en espacios cerrados.
    - Funcionamiento.

4.4. Cabezal de riego: sistemas de filtrado y fertirrigación

– Elementos del cabezal de riego. Uso. **UD4-22**
  - Equipo de filtrado.
  - Equipo de bombeo.
  - Equipo de fertirriego.

– Equipo de filtrado: funcionamiento y componentes. **UD4-23 / UD4-24**
  - Hidrociclón: prefiltrado para separar partículas más pesadas.
  - Filtros de arena. **UD4-25**
    - Partículas retenidas.
    - Elemento filtrante.
    - Gran capacidad de acumulación de suciedad.
    - Diferencia de presión a la entrada y salida del filtro.
    - Limpieza de los filtros.
  - Filtros de malla. **UD4-26**
    - Partículas retenidas.
    - Elemento filtrante.
    - Capacidad de retención.

> ***nota*** Indicar que no se recomienda la utilización de mallas de más de 200 mesh, ni el uso de mallas con un orificio superior a la décima parte del diámetro de salida del emisor.

RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE MESH Y EL TAMAÑO DE LOS ORIFICIOS DE LA MALLA					
Número mesh	Orificio (milímetros)	Número mesh	Orificio (milímetros)	Número mesh	Orificio (milímetros)
4	4,7	14	1,18	60	0,25
5	4,0	16	1,0	80	0,18
6	3,35	20	0.85	100	0,15
7	2,8	24	0,75	115	0,12
8	2,36	28	0,6	150	0,1
9	2,0	32	0,5	170	0,09
10	1,7	35	0,42	200	0,075
12	1,4	42	0,35	250	0,063

- Filtros de anillas. **UD4-27**

  Partículas retenidas.
  Elemento filtrante.
  Capacidad de filtrado.
  Tipos de anillas.

Color de las anillas	Número de Mesh	Tamaño de paso (milímetros)
Blanco	18	0,8
Azul	40	0,4
Amarillo	80	0,2
Rojo	120	0,13
Negro	140	0,12
Verde	200	0,08
Gris	600	0,025

- Limpieza de los filtros de mallas y anillas. **UD4-28**

nota

Cuando en el cabezal de riego sea necesario más de un filtro, si se sitúan en paralelo, la capacidad de filtrado será la suma de la capacidad de filtrado de cada filtro por separado. Si se sitúan en serie, ésta será la correspondiente a la del filtro de menor capacidad.

- Instalación de filtros en función del origen del agua. **UD4-29**

PROCEDENCIA DEL AGUA	TIPO DE FILTRO
Agua procedente de un pozo.	Hidrociclón (si existen sólidos en suspensión), equipo de fertirriego y filtro de mallas o anillas.
Agua procedente de una balsa o embalse.	Filtro de arena, equipo de fertirriego y filtro de mallas o anillas.
Agua procedente de una depuradora de aguas residuales urbanas.	Equipo de fertirriego y filtro de malla o anillas.
Agua procedente de la red urbana.	Equipo de fertirriego y filtro de mallas o anillas.

– Equipo de fertirriego. **UD4-30**
  - Función: distribución de fertilizantes a través del agua de riego.
  - Uso de agitadores eléctricos.
    Evitan obturaciones posteriores.
    Ayudan a la disolución y homogeneización de la solución nutritiva.
  - Sistemas de inyección: tipos. **UD4-31**
    Inyectores de volumen.
    Inyectores hidráulicos proporcionales.

4.5. Red de distribución y drenaje

– Red de distribución y drenaje. **UD4-32**

– Categoría de las tuberías de la red de distribución. **UD4-33**
  - Primaria.
  - Secundarias y terciarias.
  - Laterales de riego (riego localizado) o ramales de aspersión (riego por aspersión).

– Tuberías. **UD4-34**
  - Material de fabricación: PVC o polietileno.
  - Características de clasificación de las tuberías de plástico empleadas en riego.
  - Normas y distintivos de calidad: normas UNE y certificación AENOR.

– Características que deben marcarse en las tuberías. **UD4-35**

– Tuberías de PVC: características. **UD4-36**

– Tuberías de PE: características, tipos y normas aplicables. **UD4-37**

TIPOS DE TUBERÍAS DE PE	NORMA APLICABLE
PE de baja densidad (PE-32)	UNE 53-367-90
PE de media densidad (PE-50B)	UNE 53-131-90
PE de alta densidad (PE-50A)	UNE 53-131-90

nota

Comentar que las tuberías de PE de baja densidad son más flexibles y blandas que las de alta densidad, que por el contrario presentan una mayor resistencia a las altas temperaturas y a los productos químicos.

– Drenes: funcionamiento y materiales de fabricación. **UD4-38**
  - Tubería de arcilla cocida o cerámica.
  - Tubo de hormigón poroso.
  - Tubería de PVC rígido.

– Piezas especiales: utilización y tipos (acoples en "T", codos de 45° y 90°, casquillos de reducción, cruces, tapones y enlaces de tres piezas). **UD4-39**
  - Uniones de tuberías. **UD4-40**
    PVC: Juntas elásticas o tóricas: encolado.
    PE: Juntas mecánicas: manguitos interiores y racores.

4.6. Elementos singulares

– Función de los elementos singulares: **UD4-41**
  - Controlar y medir los caudales circulantes y las presiones alcanzadas.
  - Proteger los distintos elementos que componen la instalación.

– Elementos singulares más utilizados en jardinería: **UD4-42** **UD4-43**
  - Ventosas. Tipos, función y localización.
    Monofuncionales o purgadores.
    Bifuncionales.
    Trifuncionales.
  - Reguladores de presión. Tipos función y localización. **UD4-44**
    Fijos.
    Regulables.
  - Válvulas. Función y clasificación según el modo de accionamiento. **UD4-45**
    Accionamiento manual: de esfera y de compuerta.
    Accionamiento automático: hidráulicas, volumétricas y electroválvulas.
    Accionamiento mecánico: de retención.
  - Elementos de medida de caudal. **UD4-46**
    Medidores de caudal.
    Flujómetros.
    Rotámetros.
    Contadores: contadores de impulsos.
  - Manómetros. **UD4-47**

4.7. Emisores

– Emisores: realización del reparto del agua. **UD4-48**

– Requisitos que deben presentar los emisores. **UD4-49**
  - Buena relación calidad-precio.
  - Caudal uniforme (poco sensible a variaciones de presión).
  - Alta uniformidad de fabricación.
  - Poco sensible a obturaciones.
  - Resistente a las condiciones de trabajo.
  - Fácil instalación.

– Características de los emisores que debe suministrar el fabricante. **UD4-50**
  - Presión nominal.
  - Caudal nominal.
  - Coeficiente de variación de fabricación.
  - En emisores de riego localizado, además de las anteriores: diámetro mínimo de paso, régimen hidráulico, exponente de descarga.

– Emisores de riego localizado. Clasificación. **UD4-51** **UD4-52**
  - Goteros.
    Según su colocación en las tuberías laterales: interlínea o insertados, pinchados, integrados. **UD4-53**
    Según las variaciones producidas en el caudal emitido, en función de la presión de trabajo: no compensantes, autocompensantes. **UD4-54**

- Tuberías emisoras. **UD4-55**
  - Tuberías perforadas.
  - Tuberías goteadoras.
  - Tuberías porosas o exudantes.
- Borboteadores o inundadores.

– Emisores de riego por aspersión. Clasificación. **UD4-56**
- Aspersores. **UD4-57**
  - Según el mecanismo de giro del aspersor: de impacto y de turbina. **UD4-58**
  - Según la forma de colocación sobre el terreno: aéreos y emergentes.
  - Según la geometría del área mojada: circulares y sectoriales.
  - Dependiendo de la presión de trabajo: de baja presión, de media presión.
- Difusores. **UD4-59**
  - Diferencias con los aspersores.
  - Tipos: emergentes y aéreos.

4.8. Dispositivos antivandálicos y arquetas encastradas

– Función de los dispositivos antivandálicos.

– Tipos. **UD4-60**
- Dispositivos para protección de emisores.
- Enterrado de elementos de los sistemas de riego. **UD4-61**
- Uso de arquetas encastradas para protección de llaves de paso, reguladores, válvulas, contadores, etc. **UD4-62**

Unidad Didáctica 5
AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO

Introducción

La automatización de los sistemas de riego ha introducido un mayor control y facilidad de manejo de las instalaciones. Los sistemas de automatización emplean parámetros de tiempo, volumen, y agotamiento del agua en el suelo. Los elementos utilizados en los sistemas de automatización son principalmente válvulas hidráulicas, electroválvulas y programadores. Estos sistemas se componen, básicamente, de un programador, un equipo de transmisión, un equipo receptor y una electroválvula.

La automatización de una instalación de riego permite la programación integral del riego que implica: la programación del riego, la fertirrigación, la limpieza de filtros, la detección de anomalías y el control de parámetros químicos del agua, entre otras funciones.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

Dada la naturaleza descriptiva de esta Unidad Didáctica, se plantea la definición de los conceptos a través de imágenes de sistemas de automatización de riego ya instalados en jardines para ver la utilidad y forma de trabajo. En caso que mediante fotografías no se consiga identificar correctamente la ubicación y tipos de componentes, se debe recurrir a esquemas explicativos que permitan discriminar entre diferentes alternativas y conocer la correcta disposición de los equipos.

Es importante preparar material real para llevar a clase y con el que se pueda realizar un sencilla práctica de programación. Contando con uno o varios programadores y electroválvulas de diferentes tipos, se solicitará al alumnado que, por grupos, planifiquen y realicen la programación de una hipotética instalación de riego.

CAPACIDADES TERMINALES

- Conocer los componentes de los sistemas de automatización.
- Decidir la automatización más adecuada.
- Realizar la programación integral del riego.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	CONCEPTUALES		
• Valoración de los aspectos positivos y negativos de la automatización. • Presentación de los elementos con material real. • Relación en un cuadro sinóptico de los distintos tipos de automatización caracterizados. • Realización de un caso práctico. • Descripción de los sistemas sin hilos. • Debate conducido sobre la idoneidad de cada sistema, según casos.	1 Ventajas e inconvenientes de la automatización de los riegos. 2 Electroválvulas. 3 Programadores. 4 Tipos de sistemas de automatización por parámetros. 5 Automatización por tiempos: elementos funcionamiento y condiciones. 6 Automatización por volúmenes. 7 Sección mínima. 8 Sistemas sin hilo. Tipos. 9 Programación integral del riego.	1 Exposición participativa, haciendo uso de material real para identificar componentes. 2 Uso del vademécum para la elección de algunos componentes según criterios de idoneidad para los casos propuestos. 3 Realización personal del esquema de una automatización en base a un planteamiento individual de una instalación de riego. 4 Programación, por grupos, de un sistema de automatización empleando material real.	• Enumerar las ventajas e inconvenientes de la automatización de riegos. • Describir los tipos de automatización. • Calcular la sección mínima del cable eléctrico. • Enumerar los elementos a programar con la automatización.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Programadores y electroválvulas; catálogos de estos materiales e instrucciones de montaje y funcionamiento; vadémecum.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA

UNIDAD DIDÁCTICA 5

AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO

Guión de la Unidad Didáctica

5.1. Introducción

– Automatización del riego. **UD5-1**

- Niveles de automatización: desde procesos a pequeña escala, hasta la programación integral del riego.
- Posible utilización en todos los sistemas de riego, especialmente en aspersión y localizado.

5.2. Ventajas e inconvenientes de la automatización. Automatización por volúmenes

– Ventajas e inconvenientes de la automatización del riego. **UD5-2**

VENTAJAS	INCONVENIENTES
– Permiten un mayor control y mejor ajuste de las dosis de riego. – Dan lugar a una mayor eficiencia de riego. – Reducen el empleo de mano de obra. – Posibilitan la programación de otras operaciones: limpieza de filtros y fertirrigación. – Permiten regar en aquellas horas en las que el coste de la energía es más barato. – Facilitan el control de anomalías durante el funcionamiento del sistema. – Posibilitan el control de parámetros relacionados con la calidad química del agua.	– Presentan elevado coste de instalación. – Requieren formación adecuada por parte de los usuarios. – Necesitan energía eléctrica en la mayoría de los casos.

– Sistemas de automatización. Clasificación. **UD5-3 UD5-4**

- Características de los sistemas de automatización por tiempos y por volúmenes.

Automatización por tiempos	Automatización por volúmenes
– Son más cómodos de manejar, al requerir sólo la indicación en el programador de la hora de inicio y de finalización del riego. – No garantiza el suministro completo del agua que debe aportar el sistema.	– Permiten diversos niveles de automatización. – Requieren la determinación de la hora de comienzo y del volumen de agua que ha de circular por cada válvula. – Sí garantiza el suministro completo del volumen de agua programado.

- Automatización a demanda. **UD5-5**

5.3. Elementos utilizados en los sistemas de automatización

– Elementos básicos. **UD5-6**

> ***nota*** Hacer un comentario sobre los criterios que deben tenerse en cuenta en la compra de estos equipos.

– Electroválvulas para automatización por tiempos. **UD5-7 / UD5-8 UD5-9**
- Partes que las componen.
- Funcionamiento: normalmente abiertas y normalmente cerradas.
- Emplazamiento.
- Consumo de energía. Alternativa: electroválvulas LACH.

– Programadores para automatización por tiempos. **UD5-10 / UD5-11**
- Características y funcionamiento.
- Tipos de programadores.
  - Programador horario con mandos mecánicos.
  - Programador digital por tiempo.
  - Programador digital por tiempo con registro de caudal.
  - Programador a pilas con o sin válvula incorporada.
  - Programador a pilas con salidas a válvulas LATCH.
- Emplazamiento.

– Elementos utilizados en automatización por volúmenes según el nivel de automatización. **UD5-12**

– Válvulas de accionamiento automático para automatización por volúmenes. **UD5-13**
- Hidráulicas: normalmente abiertas o normalmente cerradas.
- Volumétricas: válvula hidráulica + contador tipo Woltman.
- Electroválvulas: con contador volumétrico que transmite impulsos al programador.

– Programadores para automatización por volúmenes. **UD5-14**
- Parecidos a los utilizados en automatización por tiempos, pero preparados para poder funcionar en ambos sistemas.
- Permiten el control volumétrico de las dosis de fertilizantes empleadas y la limpieza de filtros.

5.4. Cálculo de la sección del cable de conexión

– Sección mínima del cable: aquella que resista el calentamiento provocado por el paso de la corriente.

– Métodos de cálculo. **UD5-15**
- Si se conoce la intensidad o el consumo al arranque del solenoide:

$$\text{Sección (milímetros cuadrados)} = 0{,}036 \times \frac{\text{Longitud del cable (metros) x Intensidad (= Consumo al arranque) (Amperios)}}{\text{Caída de tensión máxima (Voltios)}}$$

$$S\,(mm^2) = 0{,}036 \times \frac{L(m) \times I(A)}{e(V)}$$

- Si se conoce la potencia consumida por el solenoide de la electroválvula:

$$\text{Sección (milímetros cuadrados)} = 0{,}036 \times \frac{\text{Longitud del cable (metros)} \times \text{Potencia consumida (Vatios)}}{\text{Tensión de apertura de la electroválvula (Voltios)} \times \text{Caída de tensión máxima (Voltios)}}$$

$$S\ (mm^2) = 0{,}036 \times \frac{L(m) \times P(w)}{V(V) \times e(V)}$$

– Ejemplo. **UD5-16**

– Cálculo de la sección del cable de un programador que alimenta a más de una electroválvula. Ejemplo. **UD5-17**

5.5. Sistemas sin hilo

– Utilización de los sistemas sin hilo: **UD5-18**
- Programador y electroválvulas muy distanciados entre sí.
- Se trata de una zona de difícil acceso.
- La disponibilidad de energía eléctrica en la zona es escasa.

– Características y ventajas. **UD5-19**
- Características:
  Comunicación por ondas de radio o por vía telefónica.
  Posibilidad de funcionamiento a pilas.
- Ventajas:
  Facilidad de instalación.
  Bajo consumo eléctrico.

– Ejemplo de un sistema sin hilo: Componentes y funcionamiento. **UD5-20**
- Programador.
- Transmisor.
- Antena.
- Receptor.
- Electroválvula.

– Consolas de programación y programadores multiestación: funcionamiento. **UD5-21**

5.6. Programación integral del riego

– Programación integral del riego: procesos que puede controlar. **UD5-22**

– Maquinas de riego: uso de medidores del contenido de humedad en el suelo.

– Procesos que permiten controlar las máquinas de riego. **UD5-23**
- Programación de la dosis de fertilizante: equipo de fertirriego, sensores de pH y conductividad eléctrica, contadores.

CAPACIDADES TERMINALES

- Diseñar una instalación de riego de jardines.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	CONCEPTUALES		
• Interpretación de datos: fotos, dibujos,... • Realización de casos prácticos. • Modificación de los valores de los parámetros de diseño: longitud máxima, caudal/ velocidad y presión.	1 Porcentaje de suelo mojado. 2 Bandas continuas de humedad. 3 Bulbos húmedos. 4 Marco de riego. 5 Frecuencia de riego / Intervalo de riego. 6 Tiempo de riego. 7 Área de riego. 8 Sector de riego. 9 Jerarquización en el diseño hidráulico. 10 Velocidad máxima. 11 Longitud máxima. 12 Hidrociclones. 13 Filtros de arena. 14 Filtros de malla y anillas.	1 Exposición participativa. 2 Realización personal de un esquema del proceso de diseño hidráulico de las instalaciones. 3 Por grupos, adaptación del esquema planteado a casos prácticos presentados por el profesorado. 4 Realización completa del diseño hidráulico de una instalación de riego. 5 Planteamiento por parte del alumnado de problemas de asimilación, dudas de concepto y resolución haciendo uso de metodologías alternativas. 6 En equipos de 2 personas, realización de un diseño en el ordenador haciendo uso del programa de riego de jardines.	• Analizar el número, caudal y disposición de los emisores de riego localizado. • Caracterizar los marcos de riego. • Calcular el tiempo de riego. • Resolver una sectorización. • Diseñar una instalación de riego. • Dimensionar un equipo de filtrado.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Planos de la zona a regar; análisis de agua; componentes de instalaciones de riego (tuberías, piezas especiales, emisores, filtros, etc.); catálogos de los componentes de la instalación de riego; soluciones a los ejemplos propuestos; programa de riego de jardines; aula de informática con al menos un PC por cada dos alumnos.

UNIDAD DIDÁCTICA 6

EL JARDÍN COMO CONSUMIDOR DE AGUA

Guión de la Unidad Didáctica

6.1. Introducción

– Diseño de las instalaciones de riego de jardines: objetivos y fases. Datos necesarios. **UD6-1 / UD6-2**

6.2. Número, caudal y disposición de los emisores de riego localizado

– Porcentaje de suelo mojado (P). **UD6-3**
- Valores más recomendados: variación en función del clima reinante y de la textura del suelo.

– Elección del porcentaje de suelo mojado. **UD6-4**

– Número y disposición de los emisores de riego localizado. **UD6-5**
- Factores de los que dependen.
  - Porcentaje de suelo mojado.
  - Textura.
  - Tipo de planta.
  - Marco de plantación.
- Tipos de disposición.
  - Formando bandas continuas de humedad.
  - Formando bulbos húmedos.

– Bandas continuas de humedad: utilización y disposición. **UD6-6**

– Bulbos húmedos.
- Utilización y recomendaciones. **UD6-7**
  - Deben colocarse bajo la copa de los árboles.
  - Instalar más de un emisor por árbol.
  - La disposición de los emisores debe favorecer el anclaje de las raíces y permitir su desarrollo en todas direcciones.
- Disposiciones más usuales. **UD6-8 / UD6-9**

6.3. Marco de los aspersores y difusores

– Distribución uniforme del riego: necesidad de solape entre los aspersores y los difusores.

– Marco de riego: definición y tipos más frecuentes en jardinería. **UD6-10**
- Cuadrado: para zonas de escaso viento.
- Rectangular: para zonas en las que el viento sea una condición permanente.
- Triangular: para zonas de vientos frecuentes.

– Ejemplo de cálculo de la superficie que moja un aspersor. **UD6-11**

– Marcos en curva. **UD6-12**

6.4. Frecuencia y tiempo de riego

– Frecuencia de riego, intervalo entre riegos, tiempo de riego: concepto y relación entre éstos. **UD6-13**

– Riegos de alta frecuencia y baja frecuencia. **UD6-14**

- Diferencia entre ambos.
- Factores que hacen recomendable una mayor frecuencia en el riego.
  Cuanto menos profundo sea el suelo.
  Cuanto menor sea la profundidad alcanzada por las raíces de las plantas.
  Cuanto menor sea la capacidad del suelo para retener agua (más arenosos).
  Cuanto mayor sea la evapotranspiración de la zona.
  Cuanto peor sea la calidad del agua de riego.
- Factores que hacen recomendable una menor frecuencia en el riego.
  Cuando no se tenga garantizado el aporte de agua en verano.
  Cuando se desee un buen anclaje de la planta al suelo por estar en zonas de fuertes vientos.
  En suelos pesados, con alta capacidad de retención de agua.

– Intervalo máximo entre riegos: concepto y estimación. **UD6-15**

$$\text{Intervalo entre riegos} = \frac{\text{Intervalo de Humedad Disponible x Nivel de Agotamiento Permisible x Profundidad de raíces}}{ET}$$

nota Explicar los conceptos "intervalo de humedad disponible" (IHD) y "nivel de agotamiento permisible" (NAP). **UD6-16/UD6-17**

– Tiempo de riego: factores de los que depende y método de cálculo. **UD6-18**

nota Hacer hincapié en que el tiempo de riego que debe considerarse en el diseño hidráulico de la instalación, debe ser el necesario para el periodo en el cual los requerimientos de agua de las plantas sean máximos.

– Ejemplo de cálculo del tiempo de riego en una instalación de goteo. **UD6-19**

– Tiempo de riego en el caso de riego por aspersión. **UD6-20**

- Lluvia media.

$$\text{Lluvia media (milímetros/hora)} = \frac{\text{Caudal suministrado por cada aspersor (litros/hora)}}{\text{Superficie del marco de riego (metros cuadrados)}}$$

- Tiempo de riego.

$$\text{Tiempo de riego (horas)} = \frac{\text{Necesidades brutas de agua (milímetros)}}{\text{Lluvia media (milímetros/horas)}}$$

- Ejemplo. **UD6-21**

6.5. Sectorización del riego

– Áreas de riego. Definición.

– Sectores de riego. Definición. **UD6-22**
  - Motivos de la sectorización según la procedencia del agua (urbana o pozo o balsa).

– Cálculo del número de sectores si el agua de riego procede de la red pública. **UD6-23**

$$\text{Número de sectores} = \frac{\text{Caudal demandado (litros/minuto)}}{\text{Caudal disponible (litros/minuto)}}$$

nota

Recordar a los alumnos que dentro de un mismo sector de riego no se deben mezclar emisores diferentes, debido a que cada tipo de emisor proporciona unos caudales diferentes cuando trabajan a la misma presión, por lo que si se mezclaran, darían lugar a un reparto irregular del agua. **UD6-24**

- Ejemplo de cálculo. **UD6-25 / UD6-26**

– Cálculo del número de sectores si el agua de riego procede de un pozo o de una balsa. Ejemplo. **UD6-27 / UD6-28**

6.6. Diseño hidráulico de la instalación de riego

– Diseño hidráulico: concepto y objetivos. **UD6-29**
  - Satisfacer las necesidades de las plantas.
  - Realizar los riegos lo más económicos posible.
  - Obtener un elevado CU.

– Diseño hidráulico de una instalación de riego. **UD6-30 UD6-31**
  - Realización de un plano a escala de la instalación de riego.
  - Trazado y dimensionado de las tuberías. **UD6-32 UD6-33**
    - Jerarquía de la red de tuberías.
    - Elección de las dimensiones y timbrajes.

- Diseño hidraulico si el agua procede de una red urbana. **UD6-34**
  - Datos de partida: caudal y presión fijos.
  - Selección de tuberías.
  - Uniformidad de aplicación.
  - Ejemplo de cálculo. **UD6-35 / UD6-36 / UD6-37 / UD6-38 / UD6-39 UD6-40 / UD6-41 / UD6-42**
  - Consideraciones en el diseño de instalaciones de riego por goteo. **UD6-43**
  - Variación de la longitud de los laterales. **UD6-44 / UD6-45**

- Diseño hidraulico si el agua procede de un pozo o balsa de riego. **UD6-46**
  - Ejemplo de cálculo. **UD6-47 / UD6-48/UD-49**

6.7. Dimensionado del equipo de filtrado

- Hidrociclones. **UD6-50**
  - Utilizados para la eliminación de arena: de uso escaso en jardines.
  - Volumen del filtro:
    No deben ocasionar una pérdida de carga superior a 2 m.
    Aumentará con el caudal de la instalación y el tiempo entre limpiezas del colector.
    Será más efectivo cuanto mayor sea el tamaño de las partículas a limpiar.

- Filtros de arena. **UD6-51**
  - Utilizados para la eliminación de la materia orgánica suspendida en el agua.
  - El funcionamiento adecuado del filtro dependerá del tipo de arena utilizado: diámetro efectivo.
  - Tamaño del filtro:
    60 m^3/h de agua por m^2 de lecho filtrante.
    Profundidad del bloque de arena: no inferior a 50 cm.

- Filtros de malla y anillas. **UD6-52**
  - Poder filtrador
    Se mide por el número de mesh.
    El elemento filtrante no debe permitir el paso de partículas superiores a 1/8 del diámetro mínimo de paso del emisor.

Diámetro del emisor	Orificio menor que (micras)	Número mesh
1,50	214	65
1,25	178	80
1,00	143	115
0,90	128	125
0,80	114	150
0,70	100	170
0,60	71	200

  - Volumen de filtros tal que la pérdida de carga en su interior no sea superior a 1 ó 2 m con el filtro limpio.
  - Velocidad recomendada: no superior a 0,6 m/s.

Unidad Didáctica 7

EVALUACIÓN, MANTENIMIENTO Y MEJORA DEL MANEJO DE RIEGOS

Introducción

Para comprobar que el funcionamiento de una instalación de riego es el adecuado es necesario la realización de evaluaciones, de las que se desprenderá si los riegos se están realizando de forma óptima, es decir satisfaciendo las necesidades del jardín, y minimizando las pérdidas de agua.

La empresa que instale el sistema de riego debe realizar una evaluación completa que garantice su correcto funcionamiento. De igual manera, la persona responsable del riego deberá realizar periódicamente sencillas evaluaciones para controlar la uniformidad de aplicación del sistema, y siempre que detecte la existencia de algún problema en la instalación.

Por último, es necesario mantener en óptimas condiciones todos los elementos que forman parte de la instalación de riego, para evitar su deterioro, y garantizar que la eficiencia de aplicación del agua no disminuye con el tiempo.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

El desarrollo de esta Unidad Didáctica se centra en tres aspectos: la evaluación de los riegos, la evaluación y mantenimiento de los componentes de las instalaciones, y la mejora del manejo de los riegos.

La evaluación de la calidad de los riegos se debe desarrollar apoyándose en ejercicios de cálculo. Es conveniente partir de conceptos simples y complicar el desarrollo de la explicación hasta concluir con el cálculo general de una evaluación. El profesorado, según el nivel de comprensión del alumnado, deberá determinar el grado de complejidad que puede incluir en los casos prácticos.

Para el segundo bloque, es preciso usar material gráfico de manera que los alumnos o las alumnas identifiquen los distintos componentes de la instalación y qué aspecto es preciso evaluar en cada uno de ellos. Si es posible, se realizará una evaluación real en campo. Es importante hacer hincapié en la importancia que tiene la identificación de los problemas originados por un mantenimiento deficiente. Al finalizar la exposición, debe solicitarse al alumnado que realicen un cuadro resumen con objeto de fijar las ideas.

Se realizará una práctica en campo, donde se evaluará un sistema de riego localizado y otro de aspersión/ difusión. Se evaluarán:

Para el sistema de riego localizado:

- Equipo de filtrado.
- Presión de entrada y de salida de los filtros.
- Equipo de fertirriego.
- Piezas singulares.
- Laterales.
- Emisores, se observará el nivel y el tipo de obturación.
- Mantenimiento y manejo.
- Uniformidad de aplicación de un sector de riego.

- Acciones a realizar si el CUC obtenido no es aceptable. **UD7-14**
  Si la instalación consta de goteros no autocompensantes.
  Si la instalación consta de goteros autocompensantes.

– Evaluación del manejo del riego. Datos y objetivo. **UD7-15**

7.3. Evaluación en sistemas de aspersión y difusión **UD7-16**

– Evaluación de los componentes de la instalación. **UD7-17**
- Inspección a simple vista de todos los componentes.
- Comprobar que no se mezclen aspersores con difusores en el mismo sector de riego.
- Comprobar si existen fugas en las juntas entre tuberías de aspersión o en cualquier otro elemento de la instalación, especialmente en las conexiones a las tomas o bocas de riego.
- Tomar nota de la existencia o no de elementos de medida y control de agua.

– Evaluación de la uniformidad del riego: objetivos y procedimiento. **UD7-18**
- Elegir un día de viento en calma.
- Seleccionar un sector de riego representativo.
- Colocar vasos pluviométricos repartidos homogéneamente formando una malla entre dos ramales de la zona a evaluar. **UD7-19**
- Seleccionar 4 ó 6 emisores.
- Recogida de los volúmenes de agua emitidos por los aspersores o difusores. Duración: 60 min.
- Medida del volumen recogido en cada vaso.
- Cálculo del coeficiente de uniformidad (CU). Pasos: **UD7-20**
  Primero: Cálculo de la media de todos los volúmenes medidos en cada uno de los vasos (Vm).
  Segundo: Cálculo de la media de los volúmenes medidos en la cuarta parte de los vasos que han recogido menos agua ($V_{25\%}$).
  Tercero: Cálculo del coeficiente de uniformidad de la zona evaluada (CUzona).

$$CUzona = 100 \times \frac{\text{Volumen medio de la cuarta parte de los vasos con menos agua}}{\text{Volumen medio de todos los vasos}} = 100 \times \frac{V_{25\%}}{V_m}$$

- Ejemplo de cálculo del coeficiente de uniformidad. **UD7-21 / UD7-22**

– Pérdidas por evaporación y arrastre. Factores que influyen y efecto sobre la uniformidad de aplicación. **UD7-23**

– Cuantificación de las pérdidas por evaporación y arrastre. **UD7-24**

nota

Incidir en que es importante que los aspersores y los difusores trabajen siempre dentro del intervalo de presión recomendado por el fabricante. Comentar la conveniencia de reducir moderadamente esta presión en situaciones de viento y las repercusiones que puede originar en los valores de la pluviometría del emisor y en la uniformidad del sistema.

– Eficiencia de aplicación óptima del sistema de riego: concepto y cálculo. **UD7-25**

Eficiencia de aplicación = 100 - filtración profunda - evaporación y arrastre

- Pérdidas por filtración profunda: relación entre el coeficiente de uniformidad, el porcentaje de déficit y la filtración profunda. **UD7-26**

Filtración profunda (%)					
Déficit (%)	CU (%)				
	75	80	85	90	95
0	32	25	19	13	6
5	13	9	5	2	-
10	6	2	1	-	-
15	3	1	-	-	-
20	1	-	-	-	-

Factores que permiten determinar el porcentaje de déficit. **UD7-27**

- Ejemplo de cálculo de la eficiencia de aplicación **UD7-28**

– Evaluación del manejo del riego: concepto.

7.4. Mantenimiento de las instalaciones

– Mantenimiento de las instalaciones: objetivo y forma de llevarlo a cabo. **UD7-29**

– Obturaciones de goteros: efectos y prevención. **UD7-30**

nota La aplicación de fertilizantes afecta a la aparición de obturaciones. Para evitarlas es importante instalar filtros de mallas o anillas a la salida del equipo de fertirriego.

- Relación entre el diámetro de paso del emisor y la sensibilidad a las obturaciones. **UD7-31**

Diámetro mínimo (milímetros)	Sensibilidad a las obturaciones
Menor de 0,7	Alta
Entre 0,7 y 1,5	Media
Mayor de 1,5	Baja

- Tipos de obturaciones. **UD7-32 / UD7-33 / UD7-34 / UD7-35 / UD7-36 / UD7-37**
  - Físicas.
  - Químicas: ejemplo.
  - Biológicas.

	Hipoclorito sódico(100 gramos de cloro activo/litro)
Prevención	0,1-0,15 litros/m³
Limpieza	1-3 litros/m³

– Mantenimiento de los componentes de la instalación: objetivo y metodología. **UD7-38 UD7-39**

- Prácticas para conseguir un buen mantenimiento.

Limpieza de tuberías y laterales.
Control de todos los componentes de la instalación.
Revisión de los componentes internos del equipo de filtrado.
Limpieza e inspección periódica de los elementos de medida y control de la instalación.
Comprobar el estado general de los contactos y conexiones eléctricas de los automatismos, y el correcto funcionamiento de todos los accesorios y sensores.
Revisar visualmente toda la red de riego, a fin de detectar fugas en cualquier punto y repararlas si se presentan.

7.5. Manejo del riego

– Manejo adecuado del riego. Prácticas de mejora. **UD7-40 UD7-41 UD7-42**

- Control de la presión de trabajo: efectos provocados y recomendaciones.
- Riego en situaciones de viento: efectos provocados y recomendaciones.

7.6. Manejo de la fertirrigación y quimigación

– Fertirrigación: ventajas e inconvenientes. **UD7-43**

VENTAJAS	INCONVENIENTES
– Ahorro de fertilizantes. – Mejor asimilación de los nutrientes disueltos en agua. – Posibilidad de dosificar los fertilizantes. – Posibilidad de actuar con rapidez en estados carenciales. – Reducción de las pérdidas por lixiviación. – Posibilidad de automatización del proceso.	– Son menos numerosos y pueden evitarse con un manejo adecuado. Las principales son la obturación de los emisores y el aumento de la salinidad del agua de riego.

– Recomendaciones para evitar obturaciones. **UD7-44**

- Emplear abonos totalmente solubles, y realizar mezclas de aquellos que sean compatibles.
- Iniciar y finalizar el proceso de fertirrigación sólo con agua.
- Dosis de abono: 0,5 g/l de agua. En casos excepcionales 1 g/l.
- La conductividad eléctrica nunca debe sobrepasar los 2,5 mmhos.

– Quimigación: definición. **UD7-45**

nota Comentar la posibilidad de realizar fertirrigación y quimigación en riego por aspersión, y los posibles inconvenientes que conlleva, así como las posibles medidas a aplicar para su mejora.

– Frecuencia de la fertirrigación. **UD7-46**

- Fertilización continua.
- Fertilización controlada.

Unidad Didáctica 8

RIEGO POR SUPERFICIE EN JARDINERÍA

Introducción

Además de los sistemas de riego a presión, en el riego de jardines se utilizan los sistemas de riego por superficie, basados en el aporte de agua sobre la superficie del suelo, para quede cubierta en su totalidad, o bien para que circule sobre ella.

Como cualquier otro sistema de riego, cuenta con ventajas e inconvenientes. Los principales inconvenientes de los sistemas de riego por superficie radican en la distribución del agua sobre la superficie ya que se produce un consumo y unas pérdidas excesivas. Sin embargo, estos sistemas de riego, ponen de manifiesto el valor ornamental del agua en los jardines, ya que favorecen la creación de efectos estéticos con el uso del agua en canales, fuentes, alcorques y pozas.

La actuación sobre determinados factores que condicionan el manejo de estos sistemas, pueden permitir la reducción de los posibles efectos negativos derivados de su empleo, y hacer recomendable su inclusión dentro de los sistemas de riego utilizados en jardinería.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

La exposición de la Unidad Didáctica se puede comenzar con un debate coloquio para establecer las diferencias entre riego a presión y riego por superficie. A continuación el profesor o la profesora tendrá que desarrollar la unidad que es meramente descriptiva. Para su comprensión deberá aportar material gráfico que ilustre su explicación y si fuera posible, proyectar un vídeo que muestre el manejo de los diferentes sistemas de riego por superficie utilizados en jardín.

Para incidir en la posibilidad de implantar el riego por superficie, se puede plantear al alumnado la realización de un diseño de jardín, en el que incluya el elemento agua como parte integrante. Igualmente, se diseñará el riego del jardín mediante un método de gravedad. Finalmente, por grupos se pueden valorar los resultados del resto del alumnado.

Será interesante contar con amplio material gráfico de la zona para poder evaluar el nivel de implantación de sistemas de riego por superficie, identificar aquellos más frecuentes, exponer sus características y diseño, así como las posibles mejoras a llevar a cabo para reducir los consumos de agua y optimizar su manejo.

CAPACIDADES TERMINALES

- Conocer los tipos de sistemas de riego por superficie.
- Conocer el manejo de los riegos por superficie.
- Elegir el sistema de riego por superficie más adecuado.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	CONCEPTUALES		
• Descripción de los tipos de sistemas de riego por superficie. • Exposición de los conceptos. • Realización de ejemplos ilustrativos. • Proyección de video. • Tipos obturaciones. Prevención. • Frecuencia de la fertirrigación y la quimigación.	1 Sistemas de riego por superficie utilizados en jardines. 2 Pozas y alcorques. Disposición y dimensiones. 3 Riego por surcos. 4 Fases del riego. 5 Tiempos característicos del riego.	1 Exposición participativa, intercalando material gráfico (fotografías, esquemas, dibujos, imágenes de vídeo, etc.). 2 Realización personal de un diseño de riego por superficie. 3 Valoración, por grupos, del diseño planteado por el resto del alumnado.	• Definir los principios del riego por superficie. • Describir sistemas de riego por superficie utilizados en jardinería. • Dimensionar pozas y alcorques. • Diseñar surcos. • Identificar las fases del riego. • Determinar los tiempos característicos de un riego por superficie. • Estimar el número, dosis y duración de un riego.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Material gráfico ilustrativo del riego por superficie.

UNIDAD DIDÁCTICA **8** RIEGO POR SUPERFICIE EN JARDINERÍA

Guión de la Unidad Didáctica

8.1. Introducción

– Riego por superficie en jardinería: ventajas e inconvenientes. **UD8-1**

8.2. El agua como elemento integrado del jardín: valor ornamental del riego por superficie

– El agua en los jardines mediterráneos: procedencia histórica.

– Efectos creados por el agua en los jardines. **UD8-2**
- Elementos utilizados para su creación: canales, fuentes y estanques. **UD8-3 / UD8-4**

– Elementos utilizados en los sistemas de riego por superficie. **UD8-5 UD8-6**
- Albercas.
- Canales.
- Conformación del suelo.

8.3. Tipos de sistemas de riego por superficie

– Clasificación según la forma de repartir el agua y el elemento utilizado. **UD8-7**
- Riego por inundación. Alcorques, pozas y compartimentos cerrados.
- Riego por escurrimiento o vertido. Surcos.

8.4. Pozas y alcorques

– Pozas y alcorques. Definición. **UD8-8 / UD8-9 / UD8-10**

– Utilización y funcionamiento. **UD8-11**

– Disposición y dimensiones. **UD8-12**
- Recomendaciones de superficie.
- Recomendaciones de profundidad.

nota Comentar que tanto alcorques como las pozas pueden disponerse aislados unos de otros, o comunicados entre sí mediante canales de riego.

– Problemas generados en el riego de alcorques. **UD8-13 UD8-14**
- Alternativa al problema: utilización de tubos verticales corrugados.

- Cálculo del número de riegos y de la dosis de riego. **UD8-34**

$$\text{Número de riegos} = \frac{\text{Necesidades brutas de agua de riego (mm)}}{\text{Capacidad de almacenamiento del suelo (mm)}}$$

$$\text{Dosis de riego (mm)} = \frac{\text{Necesidades brutas de agua de riego (mm)}}{\text{Número de riegos}}$$

- Ejemplo. **UD8-35**
- Distribución del agua y tiempo de aplicación del riego. **UD8-36**

$$\text{Tiempo de aplicación del riego (minutos)} = \frac{\text{Volumen total de agua a suministrar (litros)}}{\text{Caudal disponible (litros/segundo)}} \times \frac{1}{60}$$

$$\text{Volumen total a aplicar (litros)} = \text{Dosis de riego (mil metros)} \times \text{Superficie (metros cuadrados)}$$

$$\text{Superficie (metros cuadrados)} = \text{Anchura (metros)} \times \text{Longitud (metros)}$$

- Ejemplo. **UD8-37**

8.7. Mejora del manejo del riego por superficie

– Medidas de mejora del manejo del riego. **UD8-38**
  - Manejo del tiempo de riego. **UD8-39**
  - Riego por pulsaciones. **UD8-40**
  - Recorte de caudal. **UD8-41**

Unidad Didáctica 9

SISTEMAS DE DRENAJE

Introducción

La instalación de un sistema de drenaje en un jardín no depende del sistema de riego empleado, ni del diseño en sí de la instalación de riego, pero sí de la relación suelo-agua-planta, sobre todo en momentos de exceso de agua o en zonas críticas del jardín con cierta tendencia al encharcamiento. Varios factores, como la presencia de una capa freática próxima a la superficie, un subsuelo o capa de suelo impermeable, o la caída de una lluvia intensa, podrían dar lugar a que la capacidad de almacenamiento del suelo se viera superada, siendo necesaria la evacuación del agua sobrante hacia la red pública de alcantarillado.

El sistema de drenaje habrá de diseñarse en aquellos casos en los que el suelo no pueda eliminar por sí mismo el exceso de agua de la zona ocupada por las raíces, teniendo en cuenta parámetros como la textura del suelo, la profundidad de las raíces y la tolerancia al encharcamiento de las especies plantadas.

Orientaciones para el desarrollo de la Unidad Didáctica

La Unidad Didáctica se puede comenzar con una descripción de la necesidad de un sistema de drenaje en un jardín, con la ayuda de la opinión de los participantes, y a continuación describir los tipos de sistemas de drenaje que se pueden instalar, con la ayuda de esquemas, dibujos y fotografías ilustrativas.

A continuación se abordará el diseño hidráulico de la instalación de drenaje, para lo que se deberán realizar ejercicios de cálculo de componentes y diseño de la red de drenaje, concluyendo con un ejemplo práctico cuyo diseño de partida será proporcionado por el profesor o la profesora. Para ello, se pueden emplear diseños de jardines previamente elaborados por el alumnado en otras partes del curso.

CAPACIDADES TERMINALES

- Describir los componentes básicos de una instalación de drenaje.
- Diseñar la instalación de drenaje en un jardín.

ORDENACIÓN DE CONTENIDOS		SECUENCIA ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y AGRUPACIÓN PARTICIPATIVA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PROCEDIMENTALES	**CONCEPTUALES**		
• Descripción de las causas y los efectos de la saturación del suelo. • Descripción de los distintos tipos de sistemas de drenaje. • Descripción de los parámetros que influyen en el diseño de una instalación de drenaje. • Realización de un ejemplo de diseño de una instalación de drenaje.	1 Saturación del suelo. 2 Clasificación de los sistemas de drenaje. 3 Parámetros de diseño de las instalaciones de drenaje.	1 Exposición participativa con ejemplos de cálculo. 2 Realización personal de un esquema del proceso de diseño y cálculo de la red de drenaje. 3 Por grupos, realización de un diseño de sistema de drenaje para instalaciones de jardín proporcionadas por el profesorado.	• Enumerar y clasificar los sistemas de drenaje. • Dimensionar un sistema de drenaje.

MEDIOS DIDÁCTICOS Y TECNOLÓGICOS

Ejemplos de diseño de jardines; material real, tuberías de drenaje, grava seleccionada.

UNIDAD DIDÁCTICA 9

SISTEMAS DE DRENAJE

Guión de la Unidad Didáctica

9.1. Introducción

– Necesidad de un sistema de drenaje en un jardín. **UD9-1**

9.2. El exceso de agua en el suelo: efectos derivados de los encharcamientos en jardinería

– Estado de saturación del suelo. **UD9-2**

- Causas que provocan su aparición.
  - De tipo climático.
  - Presencia de capas freáticas poco profundas.
  - Problemas estructurales del suelo.
  - Manejo inadecuado de los riegos.

– Efectos derivados de los encharcamientos. **UD9-3**

- Problemas de asfixia radicular.
- Desarrollo de microorganismos anaerobios.
- Imposibilidad para el desarrollo de microorganismos aerobios.
- Se limita la profundidad del suelo.
- Riesgos de salinización, ante la imposibilidad de poder realizar un lavado del suelo.

9.3. Clasificación de los sistemas de drenaje **UD9-4**

– Según la forma de conducir el agua. **UD9-5**

- Sistemas de drenaje superficial: No utilizados en jardinería.
- Sistemas de drenaje subterráneo.

– Según la disposición de la red en el terreno.

- Dependiendo de la posición de los drenes con respecto al colector. **UD9-6**
  - En parrilla.
  - En peine.
  - En espina de pez.
- Según la posición de las tuberías de drenaje en relación a las curvas de nivel del terreno. **UD9-7**
  - Longitudinales.
  - Transversales.
  - Oblicuos.
  - En zig-zag.

– Según el sistema utilizado para facilitar el acceso del agua a las tuberías de drenaje.

- Drenaje con tuberías, grava y arena. **UD9-8**
- Drenaje con tuberías y rendijas de drenaje. **UD9-9**

nota Indicar que las rendijas facilitan el drenaje, pero no permiten una buena aireación de las raíces.

- Drenaje con tuberías, rendijas de drenaje y tapiz de arena. **UD9-10**
- Modificación de la composición de la capa de raíces: recomendaciones. **UD9-11 / UD9-12**

Material	Diámetro de partícula (milímetros)	Recomendaciones (tanto por ciento en peso)
Grava fina	2,0-3,4	Menos del 10% del total, incluyendo como máximo un 3% de grava fina, o preferiblemente nada.
Arena muy gruesa	1,0-2,0	
Arena gruesa	0,5-1,0	Como mínimo, el 60% del total.
Arena media	0,25-0,50	
Arena fina	0,15-0,25	Menos del 20%
Arena muy fina	0,05-0,15	Arena y limo, 5% como máximo.
Limo	0,002-0,05	Arcilla, 3%.
Arcilla	<0,002	Entre las tres no pueden superar el 10% del total.

Fuente: *USGA (1993)*

9.4. Diseño hidráulico de las instalaciones de drenaje

– Principales parámetros utilizados en el diseño de las instalaciones de drenaje. **UD9-13 UD9-14**

- Tipo de suelo.

  Textura: conductividad hidráulica y espacio poroso drenable.

Tipo de suelo	Conductividad hidráulica (centímetros/hora)	Espacio poroso drenable (tanto por ciento)
Arenoso	2,5 – 25	20,4 - 22,7
Franco arenoso	1,3 – 7,6	18,2 - 26
Franco	0,8 - 1,2	10 - 18,7
Franco arcilloso	0,25 - 1,25	7,6 - 17,1
Arcillo limoso	0,03 - 0,5	4 - 13,9
Arcilloso	0,01 - 1	4,3 - 13,8

- Profundidad de raíces.
- Tolerancia al encharcamiento de las especies. **UD9-15 UD9-16**

Tolerancia al encharcamiento	Tiempo en días
Baja	1 día
Media	3 días
Alta	6 días

– Diseño de las instalaciones de drenaje. **UD9-17**

- Profundidad de instalación de drenes. **UD9-18 / UD9-19**

- Espaciamiento entre drenes: parámetros necesarios para su cálculo. **UD9-20**
  Profundidad de las raíces de las plantas (tipo de especie).
  Profundidad de drenaje.
  Tolerancia al encharcamiento de las especies utilizadas.
  Tipo de suelo.
  Ejemplo. **UD9-21**

> ***nota*** Se debe tener en cuenta que a mayor profundidad de drenaje mayor separación entre drenes y por tanto menor coste de la instalación.

- Disposición de la pendiente y la longitud de los drenes. **UD9-22**
  Pendiente: recomendaciones y valores recomendados.
  Longitud: factores de los que depende.

- Elección de los diámetros adecuados para las tuberías de drenaje y los colectores. **UD9-23**

AGRICULTURA

GANADERÍA

PESCA Y ACUICULTURA

POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA

FORMACIÓN AGRARIA

CONGRESOS Y JORNADAS

R.A.E.A.

JUNTA DE ANDALUCIA

Consejería de Agricultura y Pesca