

INDICE DE MATERIAS

PREÁMBULO. — *El regadío como factor de prosperidad*

	<i>Págs.</i>
I. <i>Definición del regadío</i>	1
1. Lavida y el agua. — 2. El riego.	
II. <i>Los regadíos en la Historia</i>	2
1. La edad Antigua: a) China; b) India; c) Asiria y Persia; d) Egipto; e) Los Países Árabes. — 2. Los tiempos modernos. — 3. La época contemporánea: a) India y Egipto; b) España e Italia; c) Francia. — 4. La situación actual. — 5. La experiencia de la historia y el porvenir del regadío.	
III. <i>Los diferentes problemas planteados por el riego</i>	6
1. Objeto y papel de la presente obra. — 2. El plan de la obra.	
ANEJO: <i>Desarrollo de los regadíos en el mundo</i>	8

PRIMERA PARTE

LAS REDES DE RIEGO

CAPÍTULO PRIMERO. — *Origen de las aguas de riego*

I. <i>Nociones fundamentales</i>	9
1. Las aguas de riego: a) Cantidad de agua necesaria; b) Cualidades de las aguas. — 2. Los diferentes orígenes del agua.	
II. <i>Tomas de agua en río</i>	11
1. Nociones generales: a) Definición; b) Clasificación. — 2. Tomas directas: a) Condiciones de establecimiento; b) Realización. — 3. Tomas de agua con presas; a) Nociones generales; b) Instrucciones oficiales que rigen, en Francia, para las tomas de agua con presas; c) Tomas intermitentes. — 4. Autorización administrativa para instalar una toma de agua.	
III. <i>Aguas subterráneas</i>	22
1. Generalidades. — 2. Captación de las capas de los valles fluviales: a) La escorrentía subterránea de los valles fluviales; b) Captación de capas subfluviales. — 3. Captación de las capas freáticas: a) Características de estas capas; b) Captación por galerías	

	filtrantes; c) Captación por pozos. — 4. Captación de capas profundas. — 5. Captación de los manantiales: a) Generalidades; b) Manantiales de desagüe o de afloramiento; c) Manantiales emergentes; d) Medios de aumentar y regularizar el caudal de los manantiales.	
IV.	<i>Las aguas de escorrentía</i>	36
	1. Interés y principio de la movilización de las aguas de escorrentía. — 2. Cantidad de agua disponible para el riego.	
V.	<i>Un ejemplo de regadío complejo. Conclusiones</i>	38
	1. Las colinas de Gascuña. — 2. Los recursos de agua de Francia.	
	CAPÍTULO II. — <i>Concepción general de las redes de riego</i>	
I.	<i>Generalidades</i>	40
	1. Los distintos aspectos del riego. — 2. Perímetro dominado, regable y regado. — 3. Papel y función de una red de riegos.	
II.	<i>Esquema de una red de riegos</i>	42
	1. Conducción del agua hasta la zona regable: a) Planteamiento del problema; b) Las diversas concepciones. — 2. La distribución. Conducciones de diversos órdenes: a) Naturaleza de la red de distribución; b) Las redes clásicas; c) Las redes modernas a presión; d) Las redes en los ríos de colina. — 3. El drenaje.	
III.	<i>Los elementos de las redes</i>	49
	1. Los canales: a) Características técnicas generales; b) Pérdidas de agua en los canales. Revestimientos. — 2. Las canalizaciones a presión: a) Características generales; b) Diferentes clases de tubos; c) Depósitos de equilibrio. — 3. Las estaciones elevadoras: a) Máquinas antiguas; b) Elementos de una estación de bombeo; c) Disposición general de una estación de bombeo. — 4. Cálculo de las redes.	
IV.	<i>Análisis sucinto de algunas redes existentes</i>	72
	1. Dos redes antiguas (distribución por gravedad): a) El canal principal de Pierrelatte; b) El canal principal de Carpentras. — 2. Un proyecto moderno (distribución a presión): El acondicionamiento hidráulico de la región del Bajo Ródano y del Languedoc: a) Caracteres generales; b) Características de la zona este; c) Características de la zona oeste; d) La red de distribución. — 3. Un proyecto moderno (distribución por gravedad): Las redes de Sefid-Roud en Irán: a) Datos preliminares; b) Esquema del sistema hidráulico. — 4. Conclusión general.	
	CAPÍTULO III. — <i>Obras de fábrica y aparatos de las redes de riego</i>	
I.	<i>Generalidades</i>	84
II.	<i>Obras de fábrica en el canal principal</i>	84
	1. Obras accesorias de la obra principal de toma: a) Compuertas de toma; b) Aliviadero de superficie; c) Desarenador; d) Aparatos de aforo. — 2. Túneles. — 3. Acueductos o puentes-cajeros. — 4. Sifones invertidos. — 5. Evacuación de las aguas de escorrentía.	

III. <i>Partidores</i>	95
1. Su misión y fundamento: <i>a)</i> Misión; <i>b)</i> Principio. — 2. Diferentes tipos de partidores: <i>a)</i> Partidor fijo; <i>b)</i> Partidores móviles; <i>c)</i> Partidores de vertedero; <i>d)</i> Aliviaderos que funcionan como partidores.	
IV. <i>Tomas y obras anejas</i>	98
1. Generalidades: <i>a)</i> Papel de la toma; <i>b)</i> Disposición general. — 2. Tomas propiamente dichas. — 3. Dispositivos reguladores. — 4. Módulos: <i>a)</i> Generalidades; <i>b)</i> Tipos antiguos: Módulos italianos y módulos españoles; <i>c)</i> Módulos de plancha. — 5. Las tomas de riego.	
V. <i>Obras diversas en los canales</i>	109
1. Obras de descarga y de vaciado. — 2. Saltos y rápidos.	
VI. <i>Depósitos de riego</i>	111
1. Los grandes depósitos de regulación estacional. — 2. Los lagos de colina o collinares: <i>a)</i> Generalidades; <i>b)</i> Estudios preliminares al acondicionamiento; <i>c)</i> Redacción del proyecto de la presa; <i>d)</i> Construcción de la presa. — 3. Pequeños depósitos de riego; <i>a)</i> Generalidades; <i>b)</i> Diferentes tipos de pequeños depósitos.	

SEGUNDA PARTE

TEORIA DEL REGADIO

CAPÍTULO IV. — *Necesidad y efecto del regadío*

I. <i>Las necesidades de agua de las plantas cultivadas</i>	119
1. Los fenómenos vitales en las plantas: <i>a)</i> Fenómenos esenciales; <i>b)</i> Cambios aéreos; <i>c)</i> Cambios en el suelo. — 2. El agua en la planta: <i>a)</i> Agua de constitución; <i>b)</i> Agua de vegetación. — 3. Expresión del consumo de agua: <i>a)</i> Consumo absoluto; <i>b)</i> Variación del consumo; <i>c)</i> Consumo global; <i>d)</i> Reparto del consumo de agua durante los meses. — 4. Evaluación de las necesidades de agua; la evapotranspiración: <i>a)</i> Tendencia de las observaciones y medidas actuales; <i>b)</i> Definiciones; <i>c)</i> Los factores de la evapotranspiración; <i>d)</i> Cálculo de la evapotranspiración potencial.	
II. <i>Necesidad de los riegos</i>	137
1. Las disponibilidades en agua del suelo comparadas con las necesidades de las plantas, estudio empírico y experimental: <i>a)</i> El papel regulador del suelo en cuanto a las disponibilidades de agua; <i>b)</i> Comparación con las necesidades de las plantas. — 2. Estudio racional del déficit en agua: <i>a)</i> Déficit pluviométrico; <i>b)</i> La reserva utilizable: el déficit agrícola; <i>c)</i> El análisis frecuencial de las necesidades de agua a suministrar; <i>d)</i> Método gráfico del análisis frecuencial. — 3. Medios de remediar la insuficiencia de las precipitaciones: <i>a)</i> Formas de cultivo; <i>b)</i> Estiércoles orgánicos; <i>c)</i> Recuperación local de las aguas de escorrentía; <i>d)</i> «Dry-Farming»; <i>e)</i> Lluvia artificial; <i>f)</i> El regadío.	

III. <i>Efectos secundarios y clasificación de los regadíos</i>	150
1. Efectos secundarios: <i>a)</i> Aireación o acción oxidante de las aguas y depuración del suelo; <i>b)</i> Aportación de materias fertilizantes; <i>c)</i> Acción calorífica de las aguas de riego. — 2. Clasificación general de los riegos: <i>a)</i> Riegos humectantes; <i>b)</i> Riegos fertilizantes.	

CAPÍTULO V. — *Las relaciones del suelo y del agua*

I. <i>Generalidades</i>	156
II. <i>Análisis mecánico de un suelo</i>	156
1. Constitución de una tierra. — 2. Clasificación de las partículas. 3. Métodos de análisis mecánico de los suelos. — 4. Resultados del análisis mecánico: <i>a)</i> Resultados numéricos para algunos suelos; <i>b)</i> Interpretación gráfica.	
III. <i>Porosidad</i>	160
1. La arquitectura del suelo; definición de la porosidad. — 2. Determinación experimental de la porosidad: <i>a)</i> Principio; <i>b)</i> Métodos experimentales; <i>c)</i> Valor de la porosidad para algunos suelos. 3. La atmósfera y el agua del suelo.	
IV. <i>Retención del agua por el suelo</i>	165
1. La humedad de un suelo: <i>a)</i> Medida en el laboratorio; <i>b)</i> Medida «in situ» sobre el suelo; <i>c)</i> Expresión de los resultados. — 2. Análisis experimental de la retención de agua: <i>a)</i> Hechos experimentales; <i>b)</i> Valores notables de la humedad del suelo; <i>c)</i> La humedad equivalente. — 3. Los diversos modos de retención del agua por el suelo: <i>a)</i> Las fuerzas que actúan sobre el agua; <i>b)</i> El agua de higroscopicidad; <i>c)</i> El agua de capilaridad; <i>d)</i> El agua de saturación (o de gravitación).	
V. <i>Circulación del agua en el suelo</i>	177
1. Los desplazamientos del agua en el suelo: Los diferentes casos. 2. Circulación del agua de gravitación: <i>a)</i> Noción de permeabilidad. Ley de Darcy; <i>b)</i> Determinación de la velocidad de filtración; <i>c)</i> Resultados de las medidas de permeabilidad. — 3. Difusión capilar: <i>a)</i> Nociones generales; <i>b)</i> Proceso de desecación del suelo.	

CAPÍTULO VI. — *Principios fundamentales del regadío. Factores naturales y práctica de los riegos*

I. <i>Elementos base para el estudio de un proyecto de regadío</i>	193
II. <i>Caudal característico de riego</i>	194
1. Nociones de caudal característico: <i>a)</i> Variación de las necesidades diarias; <i>b)</i> Definición del caudal característico. — 2. Valores prácticos del caudal característico.	

III. <i>La dosis de riego</i>	197
A) El suelo, depósito de agua: 1.º El suelo, depósito natural; 2.º El agua disponible para las plantas. — B) Determinación de la dosis de riego: 1.º La dosis máxima de riego; 2.º Interés y valor de la dosis máxima; 3.º Dosis práctica; dosis real.	
IV. <i>Características prácticas del riego</i>	202
A) Los datos de la naturaleza y los factores prácticos: 1.º La limitación de la elección de las condiciones del riego; 2.º Los modos usuales de circulación del agua en el suelo; 3.º Notaciones. B) Estudio de los factores prácticos: 1.º El espaciamiento de los riegos; 2.º Caudal práctico de riego: Módulo; 3.º La unidad parcelaria de riego; 4.º La duración teórica del riego. — C) Las relaciones fundamentales: 1.º Cuadro general; 2.º Ejemplo práctico de aplicación.	
 CAPÍTULO VII. — <i>Distribución del agua en los regadíos. Bases del cálculo de las redes</i> 	
I. <i>Generalidades</i>	216
II. <i>El caudal del canal muerto (caudal de derivación)</i>	217
1. Importancia del caudal de derivación. — 2. Caudal de derivación constante. — 3. Determinación empírica del caudal de derivación. — 4. Determinación racional del caudal de derivación: a) Datos base; b) Zona de monocultivo. Diferencia de fase; c) Zona de policultivo; d) Regiones áridas. El sistema bloque.	
III. <i>La distribución</i>	223
1. Los diversos métodos. — 2. La distribución continua; a) Principio; b) Ventajas; c) Riego práctico de las parcelas. — 3. La distribución por rotación o turno: a) Principio; b) Rotación sobre la reguera de distribución; c) Rotación en la acequia secundaria; d) Rotación en el canal principal; e) Un ejemplo: Egipto; f) Inconvenientes y crítica del «turno de riego». — 4. La distribución al pedido.	
IV. <i>Caudal de las conducciones de distribución</i>	234
1. Distribución por rotación. — 2. Distribución al pedido: a) Método general de cálculo; b) Bases de cálculo; c) Fórmula práctica; d) Valores normales de los parámetros; e) Aumento relativo del caudal. — 3. Ejemplo de cálculo comparativo de una red: a) Datos generales; b) Primer caso: Distribución por rotación ininterrumpida; c) Segundo caso: Distribución al pedido; d) Conclusión.	
V. <i>La regulación de los canales</i>	243
1. Los dos sistemas de regulación. — 2. La técnica de la regulación desde abajo.	

TERCERA PARTE

LA TECNICA DE LOS REGADIOS

CAPÍTULO VIII. — *Clasificación de las técnicas de riego*

	<i>Págs.</i>
I. <i>Generalidades</i>	247
II. <i>Sistemas y subsistemas de riego</i>	247
1. Las cuatro clases de sistemas de riego: <i>a)</i> Riego por escurrimiento o rebosadura; <i>b)</i> Riego por sumersión; <i>c)</i> Riego por infiltración; <i>d)</i> Riego por aspersión. — 2. Subsistemas de riego: <i>a)</i> Riego por escurrimiento o rebosadura; <i>b)</i> Riego por sumersión; <i>c)</i> Riego por infiltración; <i>d)</i> Riego por aspersión. — 3. Sistemas naturales y sistemas artificiales.	

CAPÍTULO IX. — *Riego por escorrentía o por desbordamiento*

I. <i>Nociones generales</i>	250
1. Definición. — La lámina de desbordamiento.	
II. <i>Estudio teórico del desbordamiento</i>	252
1. Los factores principales: 1.º Velocidad de desbordamiento; 2.º Caudal unitario de desbordamiento. — 2. Las relaciones fundamentales: <i>a)</i> Forma de la lámina desbordante; <i>b)</i> Velocidad en un punto determinado de la lámina; <i>c)</i> Tiempo de desbordamiento. 3. Las condiciones del riego por desbordamiento: <i>a)</i> Planteamiento del problema; <i>b)</i> Determinación de la longitud del tablar según M. Crevat; <i>c)</i> Discusión de la teoría de M. Crevat; <i>d)</i> Método práctico.	
III. <i>Generalidades sobre diversos métodos de riego por escorrentía</i>	268
IV. <i>Métodos naturales</i>	269
A) Riego por tablares ordinarios y provenzales: 1.º Tablares ordinarios; 2.º Riego por tablares provenzales. — B) Riego por regueras horizontales o caceras de nivel: 1.º Principios fundamentales; 2.º Establecimiento de una red de riego por regueras horizontales; 3.º Distribución del agua; 4.º Ventajas e inconvenientes del riego por caceras de nivel. — C) Riego por regueras inclinadas o en espiga: 1.º Principios; 2.º Disposición de las caceras de riego y de drenaje; 3.º Distribución del agua.	
V. <i>Métodos artificiales</i>	279
A) Riego por planos inclinados: 1.º Planos inclinados o a simple arriate; 2.º Planos inclinados múltiples. — B) Sistema de riego por dobles planos inclinados (a doble arriate).	

CAPÍTULO X. — Riego por sumersión

	<u>Págs.</u>
I. Principio y teoría	287
1. Definición. — 2. Principios de acondicionamiento del terreno. 3. Dimensiones de los tablares de sumersión. — 4. Sumersión con circulación continua.	
II. Los sistemas de riego por sumersión	290
1. Sumersión natural. — 2. Sumersión artificial temporal (a manta). 3. Sumersión artificial con inundación permanente.	
III. Aspectos prácticos de riego por sumersión	293
1. Acondicionamiento de los tablares. — 2. Ventajas e inconvenien- tes del riego por sumersión. — 3. Idea sobre la sumersión practica- da en los valles de algunos grandes rios.	

CAPÍTULO XI. — Riego por infiltración

I. Generalidades	298
1. Nociones preliminares. — 2. Reglas prácticas generales: a) Du- ración del riego; b) La separación de los surcos; c) Influencia de la naturaleza del suelo; d) Perfil transversal de las regueras o sur- cos. — 3. Ventajas e inconvenientes del sistema.	
II. Los diferentes sistemas de riego por infiltración	301
A) Riego por regueras abiertas superficiales: 1.º Caracteres gene- rales de este método; 2.º Estudio de las diferentes disposiciones; 3.º Alimentación de los surcos por tuberías subterráneas (método californiano). — B) Métodos de riego por infiltración en el subsue- lo: 1.º Riego por zanjas profundas; 2.º Riego por caceras de aguas pluviales; 3.º Riego por drenes.	

CAPÍTULO XII. — Riego por aspersión

I. Características generales	309
1. Definición. — 2. Ventajas de la aspersión: a) No necesita ningun- a preparación previa de la superficie a regar; b) Puede emplearse cualquiera que sea la naturaleza de los suelos regados; c) Provoca una gran oxigenación del agua; d) Se realiza una gran economía de agua en comparación con los otros medios de riego; e) Finalmente pone a la disposición de los regantes condiciones de riego muy flexibles. — 3. Inconvenientes de la aspersión.	
II. Estudio técnico del riego por aspersión	312
A) Instalaciones fijas e instalaciones móviles: 1.º Un aparato de elevación por bomba; 2.º Conducciones; 3.º Aparatos que proyec- tan y reparten el agua sobre el suelo. — B) Los datos teóricos de la	

aspersión: Repaso de los datos fundamentales. — C) Estudio de los elementos de una instalación: 1.º Bombas; 2.º Canalizaciones; 3.º Aparatos de aspersión.		
III.	<i>Organización de un riego por aspersión</i>	329
	1. Principios generales de la organización de un riego por aspersión: a) Disposiciones de conjunto; b) Reparto del agua; c) Lucha contra la helada por aspersión; d) Riegos fertilizantes y con estiércol líquido. — 2. Estudio sucinto de algunos proyectos: A) Ejemplo n.º 1; B) Ejemplo n.º 2; C) Ejemplo n.º 3.	

CUARTA PARTE

ESTUDIO ECONOMICO DEL REGADIOCAPÍTULO XIII. — *Estudio económico-financiero de los riegos*

I.	<i>Examen general del problema</i>	347
	1. La mejor utilización del agua. — 2. Las dos concepciones posibles de un proyecto de riego: a) El riego, mejora financiera agrícola; b) El riego, factor indispensable para la puesta en valor de una zona nueva.	
II.	<i>Principios generales de estudio financiero de una puesta en riego</i>	354
	1. Generalidades. — 2. Esquema de estudio financiero de un proyecto de riego: a) Gastos de primer establecimiento; b) Cargas anuales colectivas; c) Cuenta anual de una empresa de riego; d) Condiciones de venta del agua; e) Gasto anual real para un regante; f) Un ejemplo.	
III.	<i>Conclusión</i>	362