

## I N F O R M E   F I N A L

por: Ing. Héctor P. PAOLI

La beca de ampliación de estudios contempló la concurrencia al XI Curso Internacional de Ingeniería en Regadíos, patrocinado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), organizado por el Centro de Estudios Hidrográficos y el Instituto de Hidrología. El mismo comenzó el 13 de Enero de 1982; finalizando el 30 de Julio y su objetivo es formar especialistas en el tema de proyecto, construcción y explotación de regadíos en conjunto.

Las clases teóricas fueron dictadas en el Centro de Estudios Hidrográficos, sito en Paseo Bajo de La Virgen del Puerto 3 - Madrid 5, de lunes a viernes de 9,30 a 13,30 y las de carácter práctico dictadas, en el mismo centro, en horas de la tarde, resultando un total de 450 clases teóricas y prácticas.

El control del aprovechamiento del curso se efectuó por medio de tres pruebas tipo Test obligatorias realizadas los días 11 de Marzo, 5 de Mayo y 21 de Junio respectivamente, más un examen final también obligatorio y que fuera rendido el día 23 de Junio.

Por otra parte se ha debido presentar un trabajo que, realizado fuera de las horas habituales de clase, fue presentado a finales de Julio.

En Anexo se muestra un índice analítico de dicho trabajo y que fuera sustentado, tema por tema, ante los respectivos profesores.

A lo largo del curso se han realizado tres viajes de prácticas de campaña. El primero, de un día de duración a la Región de La Mancha, Provincia de Ciudad Real en donde se observaron perfiles de suelos Cálcicos, Petrocálcicos, Gypsicos y Petrogypsicos; su posibilidad de cultivo en secano y bajo riego.

La segunda visita, también de un día de duración, estuvo comprendida en la zona de Talavera de la Reina (Campo de Arañuelo), en esta oportunidad se analizaron perfiles de suelos de tipo "planosoles", posibilidades de cultivo, labores culturales, aprovechamiento con riego y drenaje subsuperficial.

Posteriormente se realizó el viaje de estudios de 6 días de duración y cuyo itinerario se adjunta a continuación.

Es necesario destacar además, la realización de una serie de visitas a diversos organismos tales como "Canal Isabel II"; Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA).

Para un mayor conocimiento del curso y a manera de complemento, se adjunta una síntesis del programa respectivo.

#### PROGRAMA GENERAL

##### - ACEQUÍAS

\* Acequias principales. Estudio de la red.

\* Perfiles longitudinales. Aspectos constructivos.

- \* Rápidos en las acequias. Pasos superiores y cubrimiento de las mismas.
- \* Tramos elevados. Obras de derivación. Aliviaderos.
- \* Acequias prefabricadas. Sistemas tradicionales.
- \* Fabricación, transporte y colocación.
- \* Pliego de condiciones.
- \* Conservación.

#### - AGUAS SUBTERRANEAS

- \* El agua subterránea en el ciclo hidrológico y teoría del movimiento.
- \* Efectos de la explotación de los acuíferos.
- \* Balances.
- \* Métodos de prospección.
- \* Captación
  - \* Maquinaria de perforación y su empleo.

#### - BOMBAS

- \* Bombas de pistón, centrífugas, helicoidales. Leyes de semejanza hidráulica.
- \* Esfuerzos en bombas. Empaquetaduras.
- \* Funcionamiento de bombas en serie o en paralelo.

#### - CANALES

- \* Filtraciones en los canales del mundo.

- \* Hormigón en canales.
- \* Necesidad de drenaje del revestimiento.
- \* Maquinaria RAHCO y Barragán.
- \* Revestimiento de placas prefabricadas.
- \* Resguardo del canal. Canales con capa gruesa de terreno impermeable.
- \* Conducciones por tuberías de baja y media presión.

#### - CONDUCCIONES POR TUBERIAS DE BAJA Y MEDIA PRESTON

- \* Definiciones
- \* Características de los materiales.
- \* Elementos estructurales de la red.
- \* Dimensionado de los tubos.
- \* Cálculo mecánico.
- \* Cálculo de anclajes.
- \* Cálculo hidráulico
- \* Presiones transitorias.

#### - DESAGUES EXTERIORES

- \* Finalidad y concepción
- \* Problemas de explotación.
- \* Obras especiales en la red. Su cálculo.

- DRENAJE

- \* Drenaje de tierras regables.
- \* Fundamentos de hidrología del agua freática.
- \* Física de humedad del suelo.
- \* Flujo subsuperficial del agua a los drenes.
- \* Propiedades hidrológicas de los suelos.
- \* Criterios de drenaje.
- \* Estudios y proyectos de drenaje.
- \* Sistemas de drenaje subsuperficial.
- \* Sistema de drenaje superficial.

- EXPLOTACION HIDRAULICA

- \* Problemas administrativos.
- \* Previsiones de consumo.
- \* Reglamentos sobre explotación y servidumbres impuestas por la red de riego.
- \* Equipos de reparación de averías.
- \* Mediciones de consumo.

- IIIDROLOGIA

- \* Características generales de un estudio hidrológico.
- \* Metodología práctica para el estudio de aportaciones, regulación y de máxima crecidas.

- \* Metodología del estudio de aguas subterráneas.
- \* Planificación hidráulica.

#### - HIDROLOGIA AGRICOLA

- \* Concepción general del riego.
- \* Necesidad y efecto del riego.
- \* Riegos por escurrimiento o vertido.
- \* Riegos por inundación.
- \* Riegos por infiltración.
- \* Riegos por aspersión.
- \* Otros métodos de riego.
- \* Riegos con aguas salinas.

#### - INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL REGADIO

- \* Circuitos eléctricos. Fundamentos de los motores.
- \* Motores de inducción.
- \* Motores trifásicos.
- \* Líneas eléctricas
- \* Transformadores-condensadores. Tarifas.

#### - INUNDACIONES

- \* Influencia de la frecuencia de máximas crecidas.
- \* Problemas de erosión en la zona inundada y en las márgenes.
- \* Proyecto y obras de defensa contra inundaciones.
- \* Consideraciones sobre el beneficio/costo de estas obras.

- LA REFORMA DE LAS ESTRUCTURAS AGRARIAS Y EL DESARROLLO DEL REGADÍO

- \* Concepto de concentración parcelaria.
- \* Coordinación de la ejecución de la concentración parcelaria y la transformación en regadío.

- METEOROLOGÍA

- \* Tiempo y clima.
- \* El agua en la atmósfera.
- \* Meteorología sinóptica. Mapas del tiempo.
- \* Meteoros y fundamentos adversos en agricultura.
- \* Anticiclón y borrasca.

- NIVELACION DE TIERRAS

- \* Importancia de la sistematización de tierras.
- \* Nivelación. Bancales. Planeo y bancales con pendiente.
- \* Capaceo. Movimiento de tierras en bancales.
- \* Proyectos de nivelación.

- PRESAS

- \* El conjunto presa-embalse.
- \* Estabilidad y resistencia de la presa.
- \* Aliviaderos: Tipología y explotación.
- \* Usos múltiples de un embalse.
- \* Optimización económica de un embalse.

- REDES COLECTIVAS Y AUTOMATISMO EN LAS REDES DE RIEGOS

- \* Impedimentos que el riego de la parcela hace sobre las características del riego colectivo por aspersión.
- \* Ubicación de las tomas de riego
- \* Estudio de los caudales que circulan por cada uno de los tramos.
- \* Métodos para conseguir el riego a la demanda.
- \* Optimización de los diámetros de la red colectiva de riego por aspersión.
- \* Razones que pueden justificar el automatismo.
- \* Automatismo en las estaciones de bombeo.
- \* Sistemas de riego en la parcela con períodos preestablecidos.
- \* Desencadenamiento automático del automatismo del riego.

- REDES DE CAMINO

- \* La red viaria en las zonas regables.
- \* Criterios y datos básicos para la planificación.
- \* Proyecto geométrico.
- \* Trazado de la red de caminos.
- \* Estudio geotécnico.
- \* Proyecto del firme.
- \* Saneamiento de los caminos.
- \* Criterios constructivos.



- VIABILIDAD ECONOMICA

- \* Qué es un "proyecto de inversión".
- \* Normas para la presentación de proyectos.
- \* Los proyectos de inversión y el desarrollo económico.
- \* La evaluación de proyectos de transformación en regadío.
- \* Análisis Beneficios-Costos.

CONTRIBUCION QUE MI CAPACITACION EN EL EXTERIOR PUEDE HACER AL AVANCE DEL PAIS  
EN MI CAMPO DE ESTUDIO

El desarrollo de la agricultura bajo riego tiene una prioridad importante en el mundo presente en donde la producción de artículos alimenticios debe ir acorde y con el ritmo de incremento de la población.

La República Argentina posee grandes extensiones de clima árido y semi-árido donde la agricultura bajo riego cumple un rol primordial para su progreso y crecimiento económico. En estas áreas, se han hecho considerables esfuerzos económicos para mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos existentes; sin embargo en la mayoría de los casos no ha habido hasta el momento una acción paralela tendiente a completar las obras existentes con la infraestructura necesaria que permita lograr una mejora en las técnicas de manejo con que ese recurso es utilizado.

El uso eficiente del agua de riego solo podrá lograrse mediante una operación planificada de los sistemas de regadío desde la captación hasta el aprovechamiento que de ella hace el agricultor y el éxito dependerá de la operación ordenada y eficiente de las obras hidráulicas que lo conforman y de acuerdo a las necesidades de riego que el medio ambiente imponga a los cultivos.

De esta forma, los conocimientos adquiridos en el XI Curso Internacional de Ingeniería de Regadíos, a través de la Beca de Naciones Unidas, me ha permitido el conocimiento integral de sistemas de regadíos y técnicas apropiadas utilizadas en países como España, de escasos recursos hídricos pero con una antigua historia en el manejo de los mismos.

Por otra parte la escasez del recurso hídrico obliga a la mejor utilización de los mismos, obteniéndose mejores eficiencias mediante la utilización de sistemas de riego más sofisticados; conocimientos que podrían trasladarse al Noroeste Argentino (N.O.A.) en áreas de similares características aunque con los consecuentes problemas de comercialización y mercado.

Por lo expuesto anteriormente, es evidente que la oportunidad brindada por el Gobierno Argentino, a través de esta beca de Naciones Unidas, ha sido bien aprovechada y sin lugar a dudas será de suma utilidad para el país en la solución de los problemas de regadío que se deban enfrentar.

ANEXO I

## CONTENIDO DEL TRABAJO FINAL

### CAPITULO 1

#### \* Climatología

- Temperaturas
  - . Integral y térmica
- Pluviometría.
- Régimen de heladas
- Nubosidad
- Vientos dominantes
- Evapotranspiración según Thornthwaite
  - . Balance hídrico edafológico
  - . Indices
  - . Clasificación del clima
  - . Diagramas hídricos

### CAPITULO 2

#### \* Hidrología

- Contrastar y corregir por el método de dobles acumulaciones.
- Ajustar precipitaciones a la ley de Goodrich.
- Contrastar, corregir y ajustar aportaciones por el método de correlación ortogonal.

- Curva de regulación a caudal constante.
- Cálculo de máximas crecidas.

### CAPITULO 3

#### \* Calidad de Agua Para Riego

- Concentración total de sales solubles.
- Conductividad eléctrica.
- Tolerancia relativa de los cultivos a las sales.
- Sodio de cambio. Relación de adsorción de sodio.
- Efecto de la concentración de boro en la calidad de las aguas.

### CAPITULO 4

#### \* Evaluación y Clasificación de Suelos con Fines de Riego

- Planosoles
- Suelos de costra caliza
- Suelos salinos
- Problemas que puede presentar frente al riego y drenaje.
- Mejorar técnicas propuestas
- Cultivos recomendables

## CAPITULO 5

### \* Alternativa de Cultivos. Consumos de Agua. Programación de Riegos

- Antecedentes
- Elección de la alternativa de cultivo.
- Cálculo de consumo de agua.
- Programación de riegos.

## CAPITULO 6

### \* Canales de riego

- Caudal en cabecera de canal principal.
- Sección tipo de canal.
- Trazado en planta de canal secundario
- Trazado en alzado. Perfil longitudinal
- Elección zona regable.
- Caudal en cabecera de secundario.
- Trazado red de riego.

## CAPITULO 7

### \* Caminos Agrícolas

- Diseño de red de caminos rurales
- Clasificar red sobre tráfico previsible.

- Diseñar sección transversal tipo.
- Determinar HRB de terrenos atravesados.
- Determinar espesor del firme
- Determinar tipo de estructuras más aconsejables.

## CAPITULO 8

### \* Nivelación

- Proyecto de abancalamiento.
- Calcular  $m^3$  por bancales a remover.
- Distancia media de transporte.
- Longitud total de balates.
- Superficie total de taludes.
- Superficie total a desfondar.
- Presupuesto total de la nivelación.
- Precio por ha nivelada.

## CAPITULO 9

### \* Drenaje Interno

- Criterios de drenaje
- Profundidad de drenes.
- Regímenes.
- Espaciamiento
- Proyecto de la red.

## CAPITULO 10

### \* Impulsiones

- Establecer régimen de bombeo. Fijar depósito de impulsión.
- Caudal a llevar por la impulsión.
- Dimensionar las tuberías de impulsión.
- Dimensionar el equipo de bombeo-potencia de bomba.
- Dimensionar el depósito superior.
- Diseño de la impulsión.

## CAPITULO 11

### \* Riego por Surcos

- Curvas de avance del agua en surcos.
- Duración del riego.
- Máxima longitud de los surcos.

## CAPITULO 12

### \* Riego por Fajas

- Tiempo de permanencia de la lámina.
- Importancia de pérdida por percolación.
- Eficiencia de riego.
- Calidad de riego realizada.



## CAPITULO 13

### \* Riego por Aspersión

- Esquema y composición del equipo.
- Modelo de aspersor elegido.
- Número de días en que puede efectuarse el riego.
- Presión necesaria en la toma.

## CAPITULO 14

### \* Riego por Tubería de Baja Presión

- Diseño completo de una red para regar una superficie de 50 ha.

## CAPITULO 15

### \* Presas de Tierra

- Proyecto de una presa de tierra.

## CAPITULO 16

### \* Análisis Económico del Proyecto

- Relación Beneficio/Costo.
- Tasa interna de rendimiento.
- Costo del agua de riego.

ANEXO II

ESCUELA DE HIDROLOGIA Y RECURSOS HIDRAULICOS

XICURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE REGADIOS

VIAJE DE ESTUDIOS

MAYO 1.982

---

LUNES DIA 17

Salida de Madrid (8,15 h.)

. Visitas en la mañana:

Presa de Cijara  
Presa de García Sola  
Presa de Zújar

. Comida en la Presa del Zújar

(Confederación H. del Guadiana)

. Visitas en la tarde:

Presa de Orellana  
Canal del Zújar  
Canal de Orellana  
Vegas altas del Plan Badajoz  
(canales, acequias, caminos, obras especiales, cultivos)

. Cena, alojamiento y desayuno en Mérida

MARTES DIA 18

Salida de Mérida (9 h.)

. Visitas en la mañana:

Anfiteatro romano  
Restos edificaciones romanas  
Acueducto y presas de Proserpina y Cornalvo

. Comida en Mérida

(Escuela de Hidrología y R. H.)

. Visitas en la tarde:

Vegas Bajas:  
Finca Sagrajas-Ringos Pivot  
Sector E-1 de Montijo, riego a la demanda

. Cena, alojamiento y desayuno en Badajoz

MIERCOLES DIA 19

Salida de Badajoz (9 h.)

. Visitas en la mañana:

Fábrica de tubos de URALITA (Sevilla)

. Comida en Sevilla

. Visitas en la tarde:

Tarde libre en Sevilla

. Cena, alojamiento y desayuno en Sevilla

JUEVES DIA 20

Salida de Sevilla (8,45 h.)

. Visitas en la mañana:

Marismas del Guadalquivir

. Comida en la Finca "La Señuela"

(IRYDA)

. Visitas en la tarde

Tarde libre en Córdoba

. Cena, alojamiento y desayuno en Córdoba

VIERNES DIA 21

Salida de Córdoba (8,30 h.)

. Visitas en la mañana:

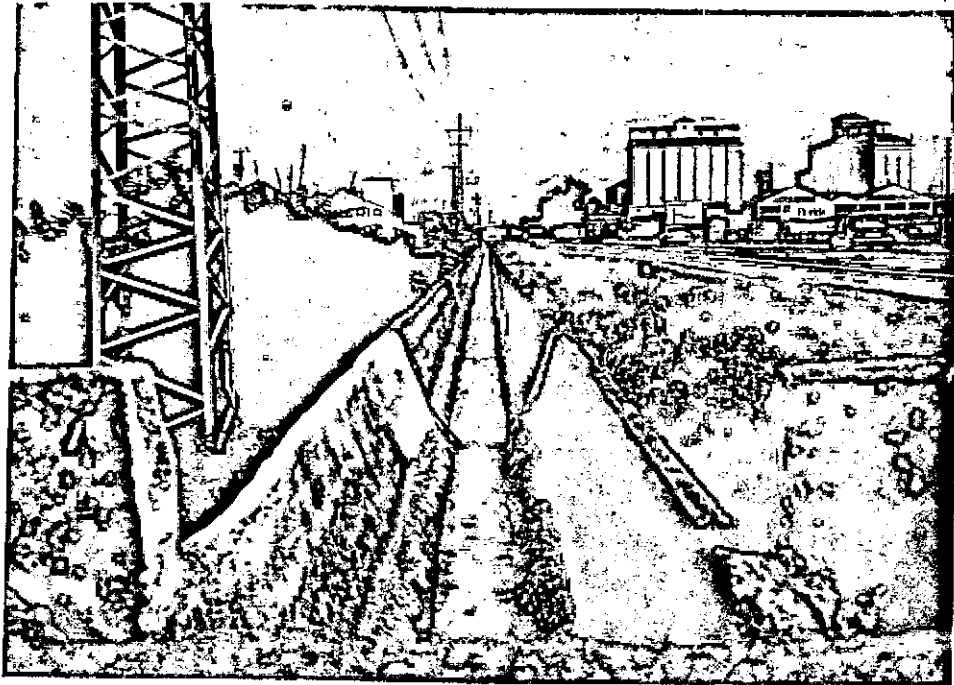
Plan Bembezar  
Riegos por goteo  
Campaña de Córdoba

. Comida en Bailén

(C.E.H.)

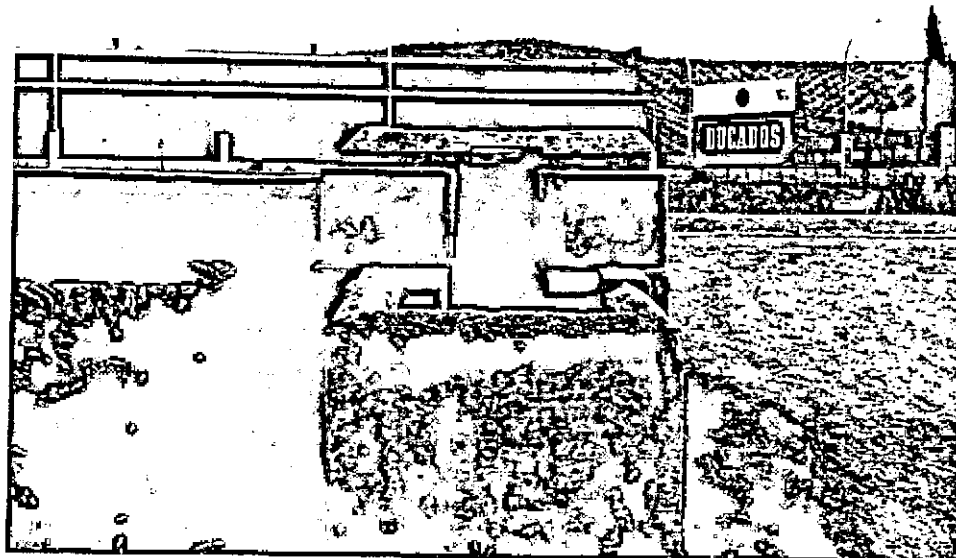
. Regreso a Madrid

FIN DEL VIAJE



Conducción por canales prefabricados

Área: Andujar



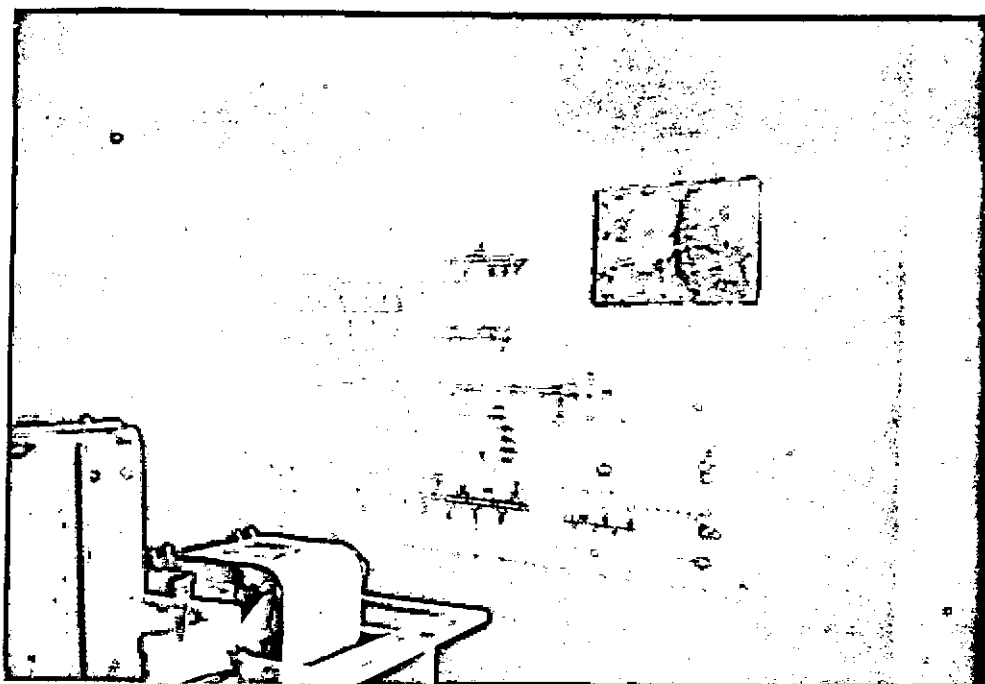
Derivación en canales prefabricados

Área: Andujar

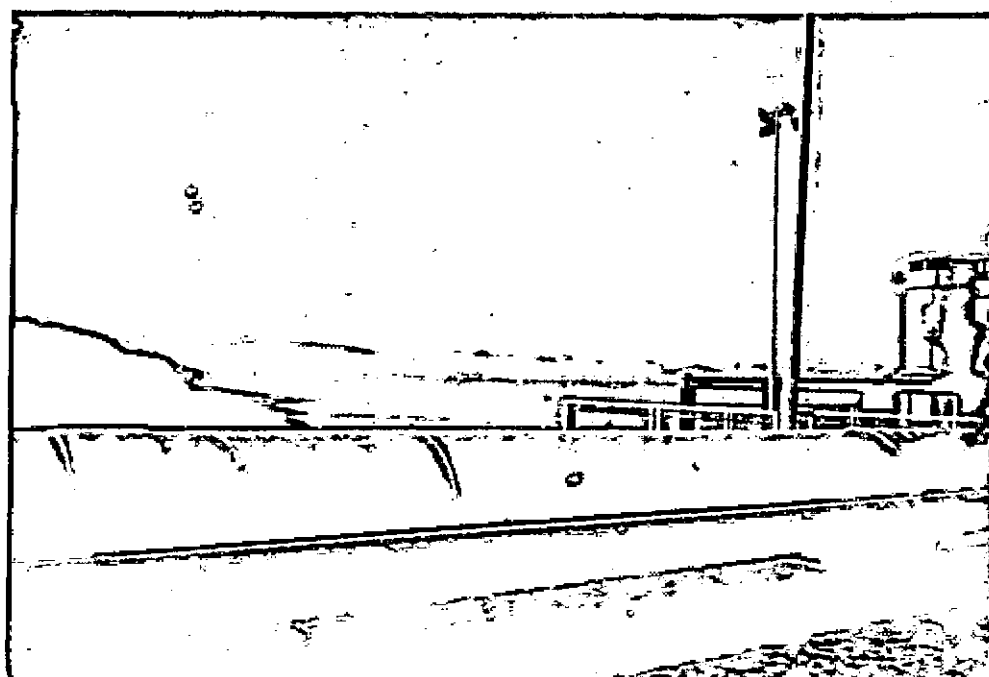


Cultivos de vid en Secano  
Area: Castilla La Nueva





Automatismo en riego  
Control de mandos



Conduccion por Tubería forzada

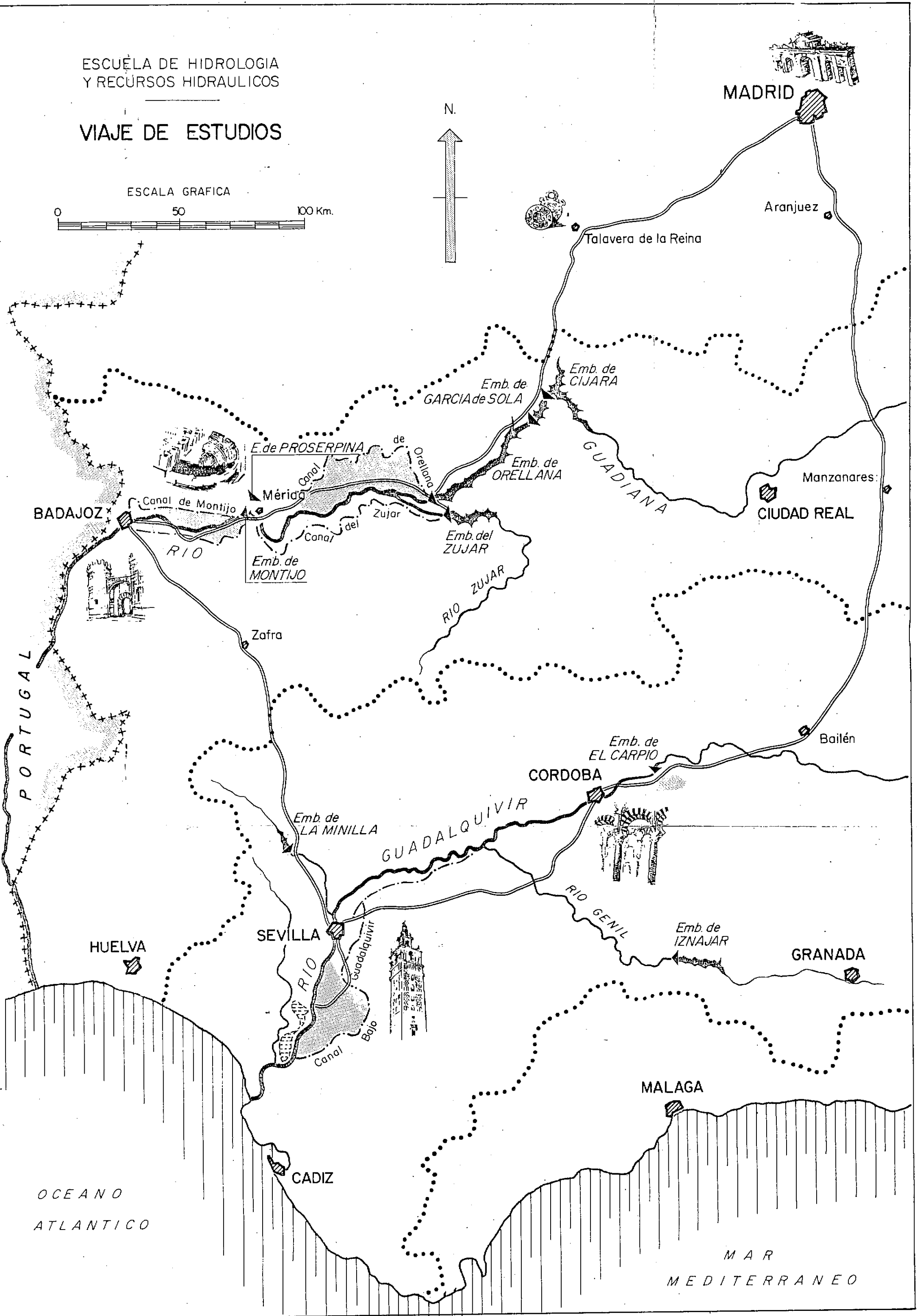
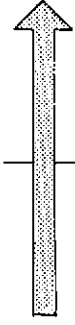
ESCUÉLA DE HIDROLOGIA  
Y RECURSOS HIDRAULICOS

# VIAJE DE ESTUDIOS

ESCALA GRAFICA



N.



MADRID

Aranjuez

Talavera de la Reina

Emb. de GARCIA de SOLA

Emb. de CIJARA

E. de PROSERPINA

Emb. de ORELLANA

Manzanares

CIUDAD REAL

BADAJOS

Canal de Montijo

Mérida

Canal del Zujar

Emb. del ZUJAR

RIO

RIO ZUJAR

Zafra

Emb. de EL CARPIO

CORDOBA

Bailén

Emb. de LA MINILLA

GUADALQUIVIR

HUELVA

SEVILLA

Emb. de LA MINILLA

RIO GENIL

Emb. de IZNAJAR

GRANADA

Canal Bajo

MALAGA

CADIZ

OCEANO ATLANTICO

MAR MEDITERRANEO

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA DURANTE EL CURSO

- Manual de Ingeniería de Regadíos - Tomos I y II - Editado por el Dr. Rafael Heras.
- Principios y Aplicaciones del Drenaje - Tomo I: Materias preliminares ; Tomo II: Teorías del drenaje agrícola y de la escorrentía ; Tomo III: Estudios e investigaciones ; Tomo IV: Diseño y manejo de los sistemas de drenaje.  
I.L.R.I. - International Institute For Land Reclamation and Improvement. Editado por: Curso International de Drenaje Agrícola Wageningen.
- Manual de Riego Colectivo por Aspersión - C. Bonnal - Versión castellana J.A. Ortiz y F. De Urrutia - 2da. edición.
- Necesidades de Riego de los Cultivos - Estudio FAO Riego y Drenaje N°24. Roma 1976 - J. Doorembus, W.O. Pruitt.
- Oligoelementos en los Suelos y en la Agricultura. Boletín de Suelos N°17. Agosto 1972.
- Lecturas Especiales Sobre Técnicas de Conservación - F.A.O. - Conservación de Suelos - Roma 1978. Boletín N°4.
- Interpretación de los Análisis de Suelos al Formular Recomendaciones Sobre Fertilizantes. G.J. Hauser - Roma 1980.
- Agenda de Campo para el Estudio de Suelos - 3ra. edición - Cátedra de Edafología - Universidad Politécnica de Madrid - Roquero-Porta - Madrid 1981.



- Apuntes de Conservación de Suelos. Prof. Dr. Ing.Agr.M.Magister Hafner.
- Regadíos. Apuntes publicados por la Universidad de Santander. José Liria Montañes - 1981.
- Apuntes Sobre Drenaje y Tierras Agrícolas. Dr. Ing.Agr. Julián Martínez Beltrán - Escuela de Hidrología y Recursos Hidráulicos. Madrid 1982.
- Conducciones por Tuberías de Baja y Media Presión. Dr. Ing.Agr. Francisco Lafuente Machini.
- Apuntes Sobre Redes Colectivas de Riego por Aspersión. Dr. Ing.Agr. Pedro Gómez Pompa.