

1975

---

---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

---

FACULTAD DE AGRONOMIA



**DIAGNOSTICO PARA EVALUAR LA OPERACION  
ACTUAL DEL DISTRITO DE RIEGO 061 ZAMORA  
Y PROYECTAR SU MODERNIZACION**

---

---

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A N  
JUAN LUIS MORENO DIAZ  
LUIS RICARDO SALAZAR SALAZAR  
ERNESTO OROZCO ALMEIDA  
GUADALAJARA JALISCO, JUNIO 1993**

---

---

*M. A. 1975*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD

EXPOSICION

NUMERO 0446/93

25 de marzo de 1993

C. PROFESORES:

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON, DIRECTOR  
ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ, ASESOR  
M.C. SALVADOR MENA MUNGUA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

DIAGNOSTICO PARA EVALUAR LA OPERACION ACTUAL DEL DISTRITO DE RIEGO 061  
ZAMORA, Y PROYECTAR SU MODERNIZACION

presentado por el (los) PAGANTE (ES) JUAN LUIS MORENO DIAZ, LUIS RICARDO  
SALAZAR SALAZAR Y ERNESTO OROZCO ALMEIDA

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su --- Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A I E R T A M E N T E  
" PIENSA Y TRABAJA "  
EL SECRETARIO

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA.

ryr\*

mam



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD  
Expediente .....  
Número 0446/93

25 de marzo de 1993

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
JUAN LUIS MORENO DIAZ, LUIS RICARDO SALAZAR SALAZAR Y

ERNESTO ORDIZCO ALMEIDA

titulada:

DIAGNOSTICO PARA EVALUAR LA OPERACION ACTUAL DEL  
DISTRITO DE RIEGO 061 ZAMORA,  
Y PROYECTAR SU MODERNIZACION

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON

ASESOR

ING. JOSÉ MARÍA AYALA RAMÍREZ

smr

ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA

mam

Al contestar este oficio cite la fecha y número

## AGRADECIMIENTO

### A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Por la oportunidad que nos brindó, al ingresar en ella.

### A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Por todos los conocimientos adquiridos  
en nuestra querida Facultad.

### A NUESTROS ASESORES

Por la ayuda brindada para poder realizar  
una de nuestras metas.

# I N D I C E

RESUMEN.		i
I	INTRODUCCION.	1
	1.1 Objetivos.	1
	1.2 Antecedentes.	1
II	MATERIALES Y METODOS.	3
	2.1 Términos de referencia sobre la modernización de los <u>Dis</u> <u>tritos</u> de Riego en México.	3
	2.1.1 Visión de la operación futura.	3
	2.1.2 Objetivos de una operación adecuada en un sistema de riego.	5
	2.1.3 Ubicación de las decisiones diarias de operación.	6
	2.1.4 Operación presente VS operación futura.	7
	2.2 Planeación para la modernización.	8
	2.2.1 Acciones propuestas.	15
	2.2.2 Acciones de política.	17
	2.3 Capacitación.	20
	2.3.1 Entrenamiento clave para personal del IMTA y de la CNA.	20
	2.4 Planeación.	29
	2.5 Monitoreo.	36
	2.6 Tecnologías.	37
	2.7 Desarrollo tecnológico e investigación.	61
	2.7.1 Desarrollo de la investigación de técnicas de diagnóstico para medir el funcionamiento de <u>accio</u> <u>nes</u> .	62
	2.7.2 Investigación de métodos mejorados para la <u>conser</u> <u>vación</u> y el control de malezas.	66
	2.7.3 Investigación en el control centralizado o aguas- abajo en los canales principales.	67
	2.7.4 Investigación en diseño de estructuras de entrega (tomas) de agua y dispositivos de medición.	68
	2.8 Cuestionario sobre la operación normal.	70
III	RESULTADOS.	82
	3.1 Diagnóstico de la operación del Distrito de Riego 061 <u>Zu</u> <u>mora</u> .	82
	3.1.1 Método de distribución de agua.	82
	3.1.2 Programación del riego.	82
	3.1.3 Distribución del agua.	83
	3.1.4 Control hidrométrico de la distribución del agua.	85
	3.2 Necesidades de siembra y de agua en el Distrito.	94
	3.3 Disponibilidad de agua en el Distrito.	95

3.4	Planeación del riego. . . . .	95
3.5	Suficiencia en el suministro de agua . . . . .	95
3.6	Eficiencias del Distrito . . . . .	100
3.7	Pérdidas y déficits. . . . .	100
3.8	Manejo del agua y capacidades. . . . .	100
3.9	Características de la producción agrícola por ciclos y - por módulo . . . . .	101
3.10	Organismo operador . . . . .	105
IV	CONCLUSIONES. . . . .	107
V	BIBLIOGRAFIA. . . . .	109
VI	APENDICE. . . . .	111

## RESUMEN

Con motivo de que los Distritos de Riego serán transferidos a los usuarios, de acuerdo con la política de modernización del campo, los estudios de diagnóstico de la operación en los Distritos de Riego son un elemento que será de gran utilidad a los que en breve tendrán la responsabilidad del manejo de la operación y la conservación de los mismos.

Aunque los usuarios de riego tienen un gran conocimiento de lo que son los entornos de riego y seguramente son conocedores de algunos fenómenos meteorológicos, a veces, más precisos que los científicos, la información estadística, así como los requerimientos hídricos de los cultivos en función de los climas donde se ubiquen; así como de los espacios edafológicos en que se instalen, el tipo de agua de riego que se utilice así como el conocimiento de la eficiencia y características de la infraestructura que manejarán, son elementos a considerar para que no fracasen en esta empresa, que por Ley, de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales deberá de llevarse a cabo como límite en Diciembre de 1995.

Por lo anterior, estos estudios deberán ser claros y deberán servir para que la actividad del riego se dé

dentro de esquemas de planeación efectiva, dado que el recurso agua es vital, pero escaso y caro, aunque sí un recurso que en la agricultura da una certeza más efectiva para el logro de productividad.



## I. INTRODUCCION

### 1.1 Objetivos

El objetivo de este trabajo es tratar de hacer propuestas para la modernización de Distritos de Riego, un tanto tradicionalistas en función del paternalismo a la vez de sugerir cuáles serían los aspectos de modernización de Distritos de Riego y la jerarquización de aplicación en función de la caracterización que resulte así como a la inminente necesidad de modernizarse, por lo cual el presente trabajo confronta a la política un tanto ambiciosa, pero necesaria contra la realidad de un Distrito de Riego clásico del Bajío, con una media de tenencia baja, así como a una importante idiosincracia que plantean toda una revolución tecnológica y más allá de formas de concebir por parte de las instituciones la operación de los Distritos de Riego.

### 1.2 Antecedentes

La operación de un Distrito de Riego se debe de enmarcar dentro de esquema de planeación reales logrados a través del manejo de las estadísticas de escurrimiento, almacenamiento, del padrón de cultivos, de la información

hidrométrica, de los datos de producción así como de todos los elementos que puedan correlacionarse con la aplicación del insumo agua en el sentido de generar la riqueza o la productividad más alta, sin que la aplicación de todos los elementos programáticos sea un obstáculo para el logro de la misma.

La forma sistemática en que han trabajado los Distritos de Riego, sin duda, ha generado información estadística importante, misma que se ha manejado para la elaboración de planes de riego en esos espacios; sin embargo, en torno al agua así como en todo lo relacionado con la agricultura es muy difícil precisar lo que de cultivos se instalará, dificultando con esto que el insumo agua que al igual que otros se ve rebasado por diversas situaciones, de tal forma, que se tienen que observar serios problemas para el suministro del riego de manera oportuna. Esto ocasionado por la autocracia en parte dada por los productores de instalar de manera inconsciente sus cultivos rebasando la mayoría de las veces las capacidades de agua en función de sus necesidades. Por tal virtud, los estudios de diagnóstico de la operación tiene un importante papel para poder precisar en base a estadísticas la superficie más real a instalar; además de considerar en base a los estudios de ingeniería de la red de distribución los alcances en superficie posibles, en función de los gastos disponibles.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Términos de Referencia sobre la Modernización de los Distritos de Riego en México

#### 2.1.1 Visión de la operación futura

PREMISA.- La modernización apropiada es un proceso que incorpora nuevos procedimientos y herramientas de diseño en un proyecto de riego, con una visión de la operación a futuro. La implementación de un programa de modernización es la preparación del proyecto para una operación futura, más bien que mejorarlo con equipo moderno.

Son dos las restricciones principales que dificultan la implementación apropiada del proceso de modernización.

- 1.- La definición del proceso adecuado de modernización que se necesita y el propósito de dicha modernización.
- 2.- El acopio, el diseño, la construcción y el mantenimiento de las nuevas herramientas y del proceso de operación.

En este trabajo, sólo se trata el número uno, pues constituye la base de todas las demás acciones futuras.

NIVELES DE OPERACION.- En México se identifican típicamente cuatro niveles en la operación de un Distrito de Riego. De acuerdo a su importancia, éstos son:

- 1.- La parcela.

- 2.- Los canales laterales pequeños, controlados por las asociaciones de usuarios (módulos).
  - a) Canales con estructuras de control transversales represas (derivadoras), que abastecen a las tomas de las granjas.
  - b) Abastecedoras (regaderas) aguas-abajo de las tomas, que abastecen a las tomas que abastecen entre 5 y 20 parcelas individuales.
- 3.- Canales grandes que suministran agua a los módulos y que están controlados por CNA o por las Sociedades de Responsabilidad Limitada (las Sociedades están formadas por varios módulos).
- 4.- Las obras de cabeza y las cuencas, controladas por la CNA.

El nivel parcela se considera, primero, porque todas las otras operaciones (con excepción de algunas de control de avenidas y otras actividades en las obras de cabeza), tienen como propósito final dar el riego a la parcela. Aunque la obra de cabeza es un elemento crítico y esencial para todo el proyecto, su operación debe atender las necesidades globales del proyecto, más que funcionar como un elemento de control de las demás actividades del sistema.

El propósito de cada uno de los tres niveles operativos de servicio (presa, canales grandes y módulos) en

el sistema de distribución del agua, es proporcionar un servicio adecuado al siguiente nivel. A su vez, cada nivel receptor (parcela, módulo, sociedad, presa) compensará al siguiente nivel autónomo. Este concepto de servicio puede ser el obstáculo más difícil de entender en muchos programas de modernización. Debe ser claramente explicado y aceptado por el personal de todos los niveles en un sistema, con el fin de lograr el máximo potencial del proyecto.

#### 2.1.2 Objetivos de una operación adecuada en un sistema de riego

**OBJETIVOS PRIMARIOS.-** El principal objetivo es permitir que los agricultores mejoren la cantidad y calidad de su producción y productividad, mejorando la sostenibilidad económica y ambiental de la parcela.

**OBJETIVOS SECUNDARIOS.-** Los objetivos secundarios de una operación apropiada de la red de distribución pueden ser diferentes de un nivel a otro. A nivel de canal principal, los objetivos son los siguientes:

- 1.- Mejorar el servicio del siguiente nivel inferior.
- 2.- Reducir la conservación debida a mejoras estructurales, propiciar una menor fluctuación de los niveles de agua y remoción del azolve en los esrechamientos de las estructuras.
- 3.- Reducir o hacer más eficiente la utilización

de la mano de obra.

- 4.- Reducir algunos otros costos, tales como aquellos asociados a problemas de drenaje.
- 5.- Mejorar la seguridad de la operación, evitando tanto rupturas en canales, como daños físicos a estructuras.
- 6.- Protección del medio ambiente.
- 7.- Recuperación de costos.

Los recursos financieros que se tendrán disponibles para futuros proyectos en México dependerán finalmente de los ingresos de los propios productores.

Por lo tanto, las necesidades en parcela determinan los criterios operacionales de los demás niveles. Con el fin de reinvertir los ingresos en proyectos futuros en beneficio de la parcela, deberán operarse todos los aspectos de los proyectos para evitar deterioros en el medio ambiente, los cuales requerirán atención a través de los fondos del proyecto.

### 2.1.3 Ubicación de las decisiones diarias de operación

Una operación con visión futurista debe tener su fundamento en una distribución del agua a las parcelas más flexible, más equitativa y más confiable. Al comenzar un programa de modernización no es importante decidir quién tomará las decisiones finales sobre la distribución

del agua; sin embargo, si resulta crítico ponerse de acuerdo respecto a qué flexibilidad de la distribución del agua es necesaria en términos de frecuencia, cantidad y duración. Hay ventajas y desventajas en relación a que los productores deben tomar todas las decisiones, otros argumentos que éstas deben ser tomadas por técnicos de la CNA y aún existen otros que piensan que deben ser tomadas tanto por los productores como por la CNA.

Sin tomar en cuenta quiénes deben tomar la decisión final, el mejoramiento de la flexibilidad requerirá ciertos procedimientos de diseño, tales como nuevas formas para determinar la capacidad de canales y tubos. Se requerirá también de cierto tipo de equipo y técnicas de control en diferentes niveles de servicio de la red de distribución del agua.

#### **2.1.4 Operación presente vs operación futura**

La modernización implica un cambio de un estado presente a un mejor estado en el futuro. Una visión de los cambios debe implicar una comparación entre el presente y el futuro.

Debido a que el propósito de un proyecto de riego es elevar la producción de la parcela, el estudio de la operación de un proyecto de riego debe empezar con las necesidades sentidas en parcela.

## 2.2 Planeación para la Modernización

PRIORIDADES.- Los planes para la modernización deben considerar escenarios futuros. Sin embargo, las acciones de modernización deben priorizarse debido a que los proyectos de riego no tienen suficiente financiamiento disponible para pagar por toda la serie de cosas que pueden hacerse.

Los esfuerzos iniciales de modernización deberán concentrarse en desarrollar una infraestructura que pueda soportar inversiones en la parcela, para mejorar la productividad de las cosechas (calidad y cantidad), de tal manera que pueda generar riqueza dentro de los proyectos. En el futuro, este incremento en la riqueza podrá financiar varios proyectos más allá de los esfuerzos de modernización.

Los fondos deberán usarse para ir por etapas hacia la modernización de todo el sistema de conducción. Soluciones extremadamente sofisticadas y complejas, las cuales consumen la mayoría del dinero en pequeñas porciones de un proyecto, deberán evitarse. En su lugar, deberán hacerse inversiones que hagan significativos simultáneamente el mejoramiento en la entrega y control del agua y que establezcan las bases para una futura sofisticación. Es esencial que esas inversiones se hagan con una visión hacia el futuro, de tal manera que no eviten esfuerzos



sofisticados de modernización en el futuro.

#### REHABILITACION Y CONSERVACION CONTRA MODERNIZACION.-

La rehabilitación y el terminar con los efectos de la conservación diferida de los esquemas originales de irrigación, con el principal interés de México en este momento. Muchos de los procedimientos de rehabilitación, tales como la remoción de malas hierbas y la reparación de las secciones rotas del revestimiento de concreto, pueden hacerse sin considerar planes para la modernización.

Sin embargo, muchos aspectos de la rehabilitación incluyen la reparación de estructuras o la renovación de las secciones de los canales. En tales casos, los planes para la modernización deberán considerarse. Por ejemplo, las secciones actuales de canales puede ampliarse para requerimientos operacionales futuros. Aún cuando las secciones aguas arriba y aguas abajo sean más pequeñas que las necesarias en el futuro para requerimientos de gasto, puede ser mejor reemplazar una sección defectuosa con una nueva de dimensiones correctas. Similarmente un diseño de estructura original puede ser inapropiado para los requerimientos de operación futura. Una compuerta para gasto bajo puede reemplazarse por un vertedor para un gasto mayor.

DRENAJE.- Los problemas de drenaje en forma de inundación temporal de la superficie y de altos niveles

de agua o de niveles permanentemente altos, son el principal elemento de interés para los especialistas en riego mexicanos. La mayoría de los problemas de drenaje se minimizarían si se llevan a cabo las siguientes acciones:

- 1.- Los drenes existentes deben rehabilitarse limpiándolos y profundizándolos. Esta acción se identificó claramente y no cae dentro de la categoría de modernización.
- 2.- La eficiencia del riego en la parcela debe mejorarse. Esto será un resultado futuro de los esfuerzos de modernización propuestos. Tanto el mejoramiento de la entrega del agua a la parcela como el mejoramiento de la tecnología de riego en la parcela, mejorarán la uniformidad de la distribución del agua en la parcela; ésto combinado con el mejoramiento del control de la duración del riego evitará sobrerriegos y problemas de percolación profunda. Algún personal de los proyectos de riego puede no haberle dado suficiente atención al control de la fuente que origina los problemas de drenaje (por ejemplo, mejorar la entrega del agua y el riego parcelario).
- 3.- Algunos factores importantes en algunas áreas locales incluyen: el revestimiento de canales y la instalación de drenes adicionales sobre

líneas de desagüe. Es recomendable que en los esfuerzos iniciales de modernización no se incluyan esas actividades, excepto en casos extremos. Esas actividades caen más bien dentro de la categoría de construcción nueva.

- 4.- Los problemas de sedimentación en canales y drenes se reducirán en la medida en que se mejoren los métodos y las prácticas de operación. Las prácticas de riego por surcos actuales permiten la descarga del agua con sedimentos a drenes; probablemente ésto se evite en el futuro.

SITUACIONES DE USO CONSUNTIVO.- En muchos proyectos de riego se tiene la oportunidad de utilizar tanto agua superficial como subterránea. Los pozos pueden ayudar en lo siguiente:

- Disminución de los niveles altos de agua en algunas áreas.
- Considerar abastecimientos adicionales de agua para satisfacer las necesidades de evapotranspiración del proyecto en general.
- Recapturar los desperdicios de los canales.
- Agilidad en la entrega del agua; los pozos deben prenderse o apagarse, de acuerdo con los cambios en la distribución horaria o diaria del agua.

- Eliminación de cuellos de botella en la capacidad de flujo de los canales. Un pozo colocado aguas abajo de un cuello de botella, puede proveer gastos o flujos que de otra manera se desaprovechen.

Las primeras fases de modernización se concentran en proporcionar un buen servicio de entrega de agua, en términos de flexibilidad y confiabilidad. Por lo tanto, los estados considerando monitoreo remoto y control del abastecimiento del agua solicitada a pozos, tanto como ellos soliciten a las cabeceras de los canales -si los pozos pueden proporcionar flexibilidad adicional-. En algunos casos es imprudente prender o apagar bombas de pozos frecuentemente. Los ejemplos incluyen pozos que se necesitan para drenaje continuo o para recapturar las pérdidas de agua de los canales o pozos que son muy viejos y que tienen un alto potencial para colapsarse si se prenden muchas veces.

SELECCION ESTRATEGICA.- Los grupos de planeación deben alcanzar un consenso, considerando varias opciones estratégicas para la modernización. Las opciones recomendadas se presentan a continuación:

Opciones estratégicas recomendadas:

- 1.- La meta inicial de la modernización es mejorar la producción en la parcela.

- 2.- La visión hacia el futuro, indica flexibilidad, equidad y confiabilidad en la distribución del agua a nivel de parcela.
- 3.- En el futuro habrá mayores cambios en los sistemas de riego a nivel de parcela y en los métodos de distribución de aguas abajo de las tomas. Un propósito fundamental de la modernización es la adaptación de las nuevas demandas por flexibilidad y control, lo cual ocurrirá cuando se hagan los cambios.
- 4.- El nivel actual de financiamiento es insuficiente para pagar por la modernización completa de todos los proyectos. Por lo tanto, los fondos deben usarse para desarrollar una fuerte y robusta infraestructura, sobre la cual puedan llevarse a cabo esfuerzos de modernización posteriores. Las inversiones que se consideran riesgosas o que tengan un alto costo por unidad, deberán evitarse. La investigación deberá ser priorizada cuidadosamente. Deberá usarse al máximo la tecnología existente dentro y fuera de México. La riqueza generada en la primera fase de mejoramiento financiará posteriormente los refinamientos y la investigación.
- 5.- La lista corta de elementos que se dan posteriormente en una lista de tecnologías, caen bajo la categoría de modernización. El mejoramiento

de los insumos tecnológicos en la parcela y el crédito y la rehabilitación también son críticas, pero ellos caen en otras categorías.

- 6.- Aunque el IMTA y la CNA tienen excelente capacidad técnica y de diseño; en las oficinas de México, D.F., hay necesidad de organizar los conocimientos base y luego difundirlos en todos los niveles de los proyectos de riego.
- 7.- Altas eficiencias en el uso del agua requerirán cambios radicales en la forma en que se maneja, dado el tamaño de las parcelas y la dificultad de conservar los pequeños canales. Eventualmente habrá un cambio masivo de los sistemas de distribución por tuberías de baja presión a este nivel. Se incrementará el uso de la nivelación de tierras y del empareje de tierras, la adopción de más sistemas de goteo y aspersion, serán necesarios para algunos cultivos.
- 8.- Los derrames en los canales se minimizarán, pero su importancia es relativamente menor cuando se compara con las pérdidas debidas a las bajas eficiencias en la parcela. Por lo tanto, los primeros programas enfatizarán una minimización de los derrames en los canales a todos los niveles, pero no una eliminación de dichos derrames. Más bien el énfasis será

sobre el mejoramiento del servicio al siguiente nivel más bajo.

### 2.2.1 Acciones propuestas

Se tiene a continuación una lista corta de acciones. Los elementos de cada acción en cada una de las tres categorías, se enlistan en orden cronológico de implementación. Cada elemento se discutirá con más detalle en este capítulo.

#### Lista de acciones propuestas:

- 1.- Acciones de política.
  - a) Llevar un consenso sobre la visión y las acciones propuestas.
  - b) Informar a todos los niveles de consenso.
  - c) Formar un panel o grupo de revisión.
- 2.- Capacitación.
  - a) Llevar a cabo capacitación clave detallada para personal de CNA e IMTA.
  - b) Capturar y editar nuevos procedimientos oficiales de diseño para ingenieros de campo.
  - c) Llevar a cabo la capacitación para personal de campo.
  - d) Llevar a cabo la capacitación para los usuarios o las asociaciones de usuarios

del agua.

3.- Planeación.

- a) Realizar una evaluación rápida de las necesidades para plantear los proyectos en forma individual.
- b) Planes de acción específica aprobados por los grupos de usuarios.
- c) Monitoreo.

4.- Opciones tecnológicas.

- a) Desarrollar red de comunicación.
- b) Comprar equipo moderno de conservación.
- c) Debe proveer el acceso a todos los sitios críticos.
- d) Automatizar (control local aguas arriba y monitoreo remoto en los canales principales).
- e) Automatizar con control y monitoreo remoto todos los canales secundarios y terciarios y las obras de cabeza, para proporcionar exactitud en el control de gastos.
- f) Instalar nuevas estructuras en las tomas.
- g) Automatizar canales secundarios y terciarios con control aguas arriba.
- h) Construir sistemas de distribución de tuberías abajo de la toma.
- i) Computarizar los registros y los procedimientos.



tos de ordenación.

5.- Investigación y desarrollo tecnológico.

- a) Desarrollar herramientas de investigación de diagnóstico.
- b) Investigación sobre el mejoramiento de métodos de control de malas hierbas.
- c) Investigación sobre control aguas abajo o centralizado en los canales principales.
- d) Investigación sobre la medición del gasto en las tomas para las parcelas.

2.2.2 Acciones de política

OBTENCION DEL CONSENSO.- Se observó recientemente que la modernización adecuada requiere de un consenso de todos aquellos que toman decisiones en todos los niveles, considerando la visión hacia el futuro, los objetivos, las soluciones técnicas más apropiadas y el propio plan adecuado de acción. Los principales puntos del consenso considerados en este trabajo son:

- 1.- Los elementos contenidos en el apartado titulado "Elección estratégica de recomendaciones" del capítulo sobre planeación para la modernización.
- 2.- La lista de acciones propuestas en las secciones previas de ese capítulo.

3.- Transferencia de información.- Una vez que se ha obtenido el consenso, todos los niveles de personal (del nivel de oficinas centrales hacia las organizaciones de usuarios) deben ser informados del intento y de las razones para las decisiones y las implicaciones sobre los trabajos de conservación y rehabilitación actuales.

FORMACION DE UN PANEL DE REVISION.- La modernización es cara y ésto fija los lineamientos de lo que puede hacerse en el futuro. Deberá formarse un grupo de expertos de riesgo nacionales y externos que hagan revisiones y aporten conocimientos a los planes de modernización de los proyectos individuales. Los expertos deben conocer bien los aspectos prácticos y teóricos del riego, incluyendo tanto el nivel de parcela como el de los sistemas de distribución o de entrega del agua. El grupo puede cerciorarse de que la inversión de proyectos específicos encaje dentro de un plan completo de modernización para el proyecto, de acuerdo con todos los objetivos técnicos y generales del proyecto.

El tipo de expertos que se necesitan para integrar el grupo es algo especial. Los expertos en construcción de canales raramente están familiarizados con las opciones y los detalles del control y la automatización de canales. Es también raro que los especialistas en sistemas de

entrega de agua entiendan el concepto de servicio a los agricultores. Por lo tanto, se recomienda que un grupo central (2 o 3 individuos) de expertos nacionales formen la base de este grupo, con obligaciones de tiempo completo. Este grupo central puede traer expertos nacionales e internacionales para revisar propuestas específicas de proyectos.

Con el fin de que este grupo revisor sea efectivo, debe proporcionar una respuesta oportuna (en menos de un mes) a las demandas de los proyectos individuales. Los proyectos individuales deberán presentar los resultados de la evaluación rápida de sus necesidades y de sus planes para acciones. Una justificación debe proporcionarse para cada acción en cada etapa incluyendo:

- 1.- La razón para haber colocado la acción en ese nivel de prioridad.
- 2.- Los detalles técnicos de la acción.
- 3.- Los costos anticipados.
- 4.- La programación anticipada de la construcción y los planes de implementación.
- 5.- Los planes para la sostenibilidad (por ejemplo: conservación y capacitación).

Los representantes del grupo deberán visitar físicamente el proyecto y evaluar el plan de acciones y proporcionar asistencia técnica.

## 2.3 Capacitación

HACIA LA CAPACITACION.- Los proyectos agrícolas y de riego dan oportunidades ilimitadas para gastar dinero. Las opciones para invertir incluyen tanto detalles de Hardware como de administración. La habilidad para gastar dinero inteligentemente está siempre limitada por el conocimiento que se tenga en relación con la opción disponible y por el entendimiento de las implicaciones que resulten de adoptar dicha opción.

Por lo tanto, la capacitación es un elemento clave para hacer inversiones exitosas de los fondos prestados. En algunos casos la capacitación es necesaria para entender los detalles intrincados de cómo debe ser diseñado un dispositivo particular. Más específicamente la capacitación puede usarse para conocer el panorama general de las opciones que están disponibles para resolver un problema particular.

Toda la capacitación deberá conducirse en el contexto del propósito más amplio de la modernización, mejorar la producción y la economía en la parcela y proteger el medio ambiente.

### 2.3.1 Entrenamiento clave para personal del IMTA y de la CNA

Tanto el personal de la CNA como del IMTA, en oficinas centrales y de campo, pueden beneficiarse con un conocimien

to básico más amplio. Un tópico prioritario es familiarizar se con los últimos adelantos del riego a nivel parcelario. Dicha familiaridad mejorará su visión de demandas futuras sobre los sistemas de entrega del agua. En segundo lugar, aumentarán su conciencia sobre las posibilidades de control de la distribución del agua existentes. Es indudable que ya existen expertos en CNA e IMTA para cada uno de los temas listados; sin embargo, esta etapa garantizará que conocen los últimos avances en México y en otras partes.

El conocimiento a nivel de oficinas centrales no proporcionará beneficios máximos si no se transfiere a los técnicos de las oficinas de campo y al nivel de asociaciones de usuarios del agua. Por esta razón, a los individuos clave de la CNA y del IMTA deberán asignárseles la organización de materiales de capacitación existentes sobre diseño y sobre uno o dos tópicos a cada uno, y fortalecer aquellos materiales que se usarán para capacitación posterior. Otra opción es localizar a expertos externos para conducir capacitación en el futuro sobre cada tópico.

Deberá formarse inmediatamente un comité técnico. Este deberá asignar responsabilidades y fondos a individuos clave. Estos individuos deberán ubicar y consolidar la información existente, hacer visitas de campo, completar e integrar y publicar sus boletines técnicos (descritos

con más detalle en la sección siguiente).

Los tópicos de capacitación incluyen lo siguiente:

- 1.- Métodos modernos de riego en la parcela,- visitas a parcelas exitosas existentes con algún trabajo de clase mínimo. Las visitas incluirán:
  - a) Melgas.
  - b) Aspersores manuales móviles.
  - c) Goteros para jardines y viñedos.
  - d) Goteros para cultivos en hileras.
  - e) Nivelación de surcos.
  - f) Surcos con pendiente y sistemas de retorno para colas de agua.
  
- 2.- Sistemas de conducción entubados.- Visitas a instalaciones exitosas existentes sobre los siguientes sistemas para aprender sobre las técnicas de instalación.
  - a) PVC, típicamente superior a 20 pulgadas de diámetro.
  - b) Tubería de concreto no reforzada (fabricada en Hermosillo, Son.).
  - c) Tubería de concreto monolítico, superior a 60 pulgadas de diámetro (ejemplo Salt River Project en Arizona, Fresno Irrigation District u otros en California).

3.- Tecnología de comunicación.- Visitas a proyectos exitosos existentes, en los que se hayan incorporado varios sistemas de comunicación. Estos pueden estar en México o en U.S.A. Un excelente ejemplo de un sistema multi-etapas es el Distrito de Riego en California, en donde se investiga el estado del arte en comunicación que servirá de base a la automatización futura.

Los tópicos, en los cuales habrá que concentrarse, incluyen:

- a) Comunicaciones de persona a persona, dando mayor peso a lo que existe en México y que incluyen:
  - Radios de varias frecuencias para comunicación entre vehículos y oficinas.
  - Estaciones repetidoras.
  - Teléfonos celulares.
- b) Sensores remotos que incluyen:
  - Teléfonos microondas y tecnología de radiocomunicación, considerando tiempos de respuesta, costos y capacidad para envío de datos.
  - Tecnología de sensores para niveles de agua y posición de compuertas.
  - Respaldo de la programación y chequeo de seguridad.
  - Pantallas para monitoreo en oficinas centrales

y tecnología de almacenamiento de datos.

4.- Procedimientos de calibración de canales para una entrega flexible del agua.

5.- Principios y tecnología de control aguas arriba, incluyendo:

- a) Diseño de varias compuertas operadas manualmente.
- b) Altura de la superficie del agua sobre las tomas.
- c) Usos de monitoreo remoto para minimizar problemas de coleos mientras se tiene una entrega más flexible.
- d) Procedimientos de solicitudes de agua y organización de datos.
- e) Opciones para automatización local de compuertas.
  - Diseño de vertedores de cresta larga (pudiera considerarse manual).
  - Compuertas compuestas, considerando tanto flujo aguas arriba como aguas abajo.
  - Disponibilidad de controladores eléctricos locales (PID, etc.) con ajustes remotos de indicadores de profundidad.

Compuertas hidráulicas:

- Diseños automáticos considerando niveles de aguas por arriba y por abajo.



- Automatización parcial de estructuras.
- f) Diseño y localización de almacenamientos amortiguadores.
- g) Diferencias entre automatización y medición del gasto en términos de un buen diseño de estructura.
- h) Velocidad de obtención de datos.
- i) Localización de tomas, incluyendo el número máximo de parcelas, que pudieran ser efectivamente servidas por una toma.
- j) Medida del gasto y tecnologías de control para los canales principales.
  - Vertedores de cresta ancha.
  - Vertedores de cresta aguda.
  - Compuertas distribuidoras y modulares.
  - Parshall.
  - Compuertas controladas automáticamente, con el fin de mantener un nivel del agua constante sobre un canal de descarga o vertedor.

7.- Técnica de construcción para canales, incluyendo su reparación.

- Preparación de formas deslizantes.
- Reparaciones con pistola de aire.
- Simentación de suelos.
- Compactación de suelos.

- Necesidades de acceso a ambos lados de los canales.

8.- Tecnologías de mantenimiento y conservación de canales disponibles.

- a) Carpa rusa para eliminar el crecimiento de plantas acuáticas.
- b) Carpa china para eliminación de malas hierbas.
- c) Uso de herbicidas en concentraciones especiales para efectos tóxicos sobre los humanos y los animales que están en contacto con el agua donde se usan éstos.
- d) Equipo especializado para dar forma cada año a los canales y a los caminos y para remover sedimentos y malas hierbas de los canales.

9.- Diseño de las tomas y medida del gasto en esto, considerando su adaptación para un eventual cambio por tuberías.

Para la mayoría de los tópicos anotados anteriormente, deberá existir una identificación de la rama o de los nombres de quienes la usan, de los costos de los que las pueden abastecer y de soporte técnico e integrarlo de consultoras de gran experiencia.

Los usuarios finales de la información (las organizaciones de usuarios del agua y los ingenieros de campo

de la CNA) necesitan conocer cómo tener acceso al equipo y a la tecnología.

NUEVOS PROCEDIMIENTOS OFICIALES DE DISEÑO Y MATERIALES PARA LA CAPACITACION.- La identificación de personal clave en la capacitación previa será responsable del rápido desarrollo y adaptación o adopción del nuevo conjunto de guías oficiales para el diseño y la operación. Esos lineamientos oficiales deberán cubrir los tópicos mencionados anteriormente y deberán escribirse a la luz de las metas de modernización.

En la actualidad, algunos ingenieros de campo de la CNA, hacen la mayoría de los diseños de acuerdo con estándares contenidos en un libro de diseño oficial que se publicó en los años 80's por el Bureau of Reclamation. Es indudable que el libro oficial de diseño contiene buena información, pero trata al control del agua de riego como si fuera un estado estable. La necesidad real en modernización es un poco diferente; es resolver el problema con el control de flujo inestable en canales y tuberías. Los ingenieros de campo necesitan nuevos lineamientos oficiales de diseño, debido a que ellos pueden no tener la preparación, la confianza o la autoridad para usar guías o lineamientos que no sean oficiales.

Es recomendable que los nuevos lineamientos de diseño y los materiales de capacitación se completen y distribuyan a las oficinas de campo y a las asociaciones

de usuarios del agua. Con el fin de complementar esta acción, deberán diseñarse boletines por ramas, cuyos materiales puedan encuadernarse en una carpeta.

CAPACITACION DEL PERSONAL DE CAMPO.- La capacitación para el personal de diseño y de operación de campo, deberá llevarse a cabo usando los procedimientos de diseño nuevos y los materiales de capacitación indicados. La capacitación deberá ser concisa y en un término no mayor de dos semanas para cualquier empleado de la CNA. La capacitación también deberá darse a técnicos de las organizaciones de usuarios del agua.

CAPACITACION DE LAS ASOCIACIONES DE USUARIOS DEL AGUA.- Material especializado de capacitación y sesiones especiales deberán estar disponibles para funcionarios y para algún personal técnico de las asociaciones de usuarios del agua, ya que ellos serán los responsables de futuras inversiones y sus decisiones pesan mucho en el impacto final de los resultados de las decisiones de política. Es importante que conozcan los principios básicos de hidráulica y de control del agua, así como algunas opciones de conservación o de mantenimiento. Algunos temas específicos de interés para este grupo de gente, son los siguientes:

- 1.- Mantenimiento básico.
- 2.- Principios básicos de control de corrientes (manual y automático).

### 3.- Hidráulica básica.

- a) Efectos de diferentes factores de rugosidad.
- b) Causas de la percolación profunda y su influencia sobre la parcela.
- c) Descargas por arriba contra flujo hidráulico en compuertas.
- d) La naturaleza del flujo inestable.
- e) Clasificación del flujo y su medida volumétrica y de control.

Es importante notar que la mayoría de las personas a que se ha hecho referencia anteriormente, son principalmente agricultores no operadores y diseñadores. La capacitación deberá ofrecerse y concluirse hacia noviembre de 1993. Capacitación más extensiva que la descrita en esta sección, deberá realizarse para el grupo técnico de las asociaciones de usuarios del agua.

### 2.4 Planeación

EVALUACION DE LA OPERACION ACTUAL.- El tiempo es esencial para el programa actual de modernización en México. Una evaluación rápida debe realizarse sobre las necesidades de tecnología y presentar el nivel de participación de cada proyecto prioritario en forma individual en la asignación de fondos para acciones específicas.

Como se mencionó recientemente, la modernización es un proceso de cambio de algún estado presente hacia un estado más deseable, mejorando las condiciones en el futuro. Una evaluación inicial de las condiciones actuales es útil por dos razones:

1. Documenta las condiciones actuales, lo cual será útil en programas de monitoreo futuros. Esta evaluación permitirá alguna medida del funcionamiento y de las condiciones contra las cuales puedan medirse las mejoras.
2. Documenta la necesidad de mejoramiento. Esto es particularmente importante, debido a que la modernización se mueve más rápidamente y sin tropiezos si todos están de acuerdo en la necesidad del cambio.

Una lista de preguntas para una evaluación rápida de las condiciones actuales se presenta más adelante. Las preguntas deberán contestarse por aquellas gentes que trabajen al nivel de interés, por ejemplo: empleados o jefes de una asociación de usuarios del agua, deberá contestar las preguntas correspondientes al módulo y a los niveles de campo. Es probable que alguna de las preguntas no tengan contestación, debido a la falta de información. Sin embargo, una estimación razonable deberá hacerse hasta donde sea posible.

Una evaluación rápida de necesidades de tecnología

de proyectos individuales.

Los proyectos individuales deberán dividirse en subunidades (canales principales, secundarios y terciarios), con la autoridad apropiada para hacer una evaluación de la aplicabilidad de la lista corta de tecnología para esas subunidades. Los canales bajo el control de las asociaciones de usuarios del agua, deberán ser evaluados por los miembros de la asociación con asistencia técnica de la CNA.

Un bosquejo de los principales puntos a considerar, tomando en cuenta cada una de las tecnologías descritas en la lista corta, se da a continuación:

#### 1. RED DE COMUNICACIONES

- a) Puede ser menos caro tener una red de comunicación única, con gastos distribuidos entre todas las asociaciones en el proyecto.
- b) En el equipo deberá ser estandarizado dentro del proyecto, aún en el caso de que no sea compartido.
- c) Si las asociaciones y la CNA tienen excelentes redes de comunicación en el proyecto, pero no están estandarizadas, es mejor posponer futuras inversiones en comunicaciones.

#### 2. EQUIPO DE MANTENIMIENTO

- a) El equipo de mantenimiento deberá ser capaz

de cubrir la longitud total de los canales un cierto número de veces por año. En algunas áreas, la cobertura puede necesitarse en un período de dos meses para dar forma a los bordos. En otros proyectos puede ser necesario encadenar una cierta distancia de canales cada dos semanas.

- b) El equipo de conservación solamente deberá establecerse si es necesario para mejorar la operación del sistema de distribución de agua. Esto incluye sólo la conservación más importante de caminos (excepto en sitios críticos y no incluye la conservación con propósitos de adorno).

### 3. ACCESO A TODOS LOS SITIOS CRITICOS EN CUALQUIER MOMENTO

- a) El acceso en todo momento puede obtenerse si se mejoran los caminos o si se compra transporte especial. En algunos casos, puede ser más económico comprar vehículos de tracción de cuatro ruedas que invertir en mejorar los caminos.
- b) Los sitios críticos son aquellos con secciones de control que son cruciales en la seguridad y en la flexibilidad de la operación de los sistemas de canales. Si un sitio se



va a automatizar en el futuro, el acceso en todo momento puede preverse durante construcción del sitio.

- c) Puede determinarse que hay acceso restringido a sitios solamente durante una época del año, en la que hay muy bajos gastos. En este caso puede ser suficiente tener acceso con un automóvil o una motocicleta de tres ruedas durante la estación de lluvias.

#### 4. CONTROL AUTOMATICO AGUAS ARRIBA SOBRE LOS CANALES PRINCIPALES

- a) Los canales principales deberán ser capaces de proporcionar dos cambios de flujo por toma de canal principal por día, con menos del 3% de pérdidas al final del canal.
- b) Los niveles de agua inmediatamente aguas arriba de estructuras derivadoras, deberán ser controlados dentro de más o menos .05 de pie en todos los gastos del canal (1.5 cm).
- c) Si los controladores transversales en el canal principal son ya automáticos con control aguas arriba, deberá darse una mayor atención al monitoreo de los desperdicios por coleo y a la construcción de almacenamientos reguladores.

## 5. AUTOMATIZACION DEL INICIO DE LOS CANALES SECUNDARIOS

- a) Si el canal principal tiene un excelente control del nivel de agua (más o menos .05 de pie) en esos puntos, el principio del canal secundario no necesita automatizarse en esta etapa).
- b) Si los operadores pueden llegar al principio del canal dentro de 30 minutos para hacer un cambio del flujo en el gasto, los principios de los canales no necesitan control remoto.
- c) Buena medida del gasto del flujo, utilizando vertedores de cresta ancha casi siempre se requerirán.

## 6. NUEVOS DISEÑOS DE TOMAS

- a) Si el diseño de tomas existentes están bien conservadas y si ya existe un método bueno para medir el gasto, olvide este paso. La modernización por tubería deberá llevarse a cabo posteriormente.
- b) En muchos casos las tomas pueden ser aceptables por el momento, instalando simplemente una estructura de descarga y un dispositivo de medición.

## 7. AUTOMATIZACION DE LOS CANALES SECUNDARIOS Y TERCIARIOS

- a) Esto será una etapa esencial en la mayoría de los proyectos.

Un inventario de las necesidades de tecnología y de los costos, deberá hacerse para cada proyecto. Si los fondos no son suficientes para alcanzar o realizar el elemento G de la lista corta (automatización de canales secundarios y terciarios) para todo el proyecto, entonces las decisiones deben hacerse sobre qué es necesario eliminar. Por ejemplo, puede decidirse que la automatización sea solamente necesaria en la mitad de los canales secundarios, debido a que la otra mitad de los canales secundarios son cortos, con pendientes suaves y con carga suficiente en el bocatomá y un buen acceso de caminos. Debido a esas características, los operadores pueden ser capaces de dar una flexibilidad razonable con canales operados en forma manual.

## 8. PROCEDIMIENTOS DE PLANEACION

Grupos de planeación en cada nivel deben establecerse para llevar a cabo lo siguiente:

- 1) Recibir capacitación técnica sobre aspectos importantes sobre modernización.
- 2) Llevar a cabo un consenso sobre la visión del futuro.
- 3) Conducir una evaluación rápida de las operacion

nes actuales.

- 4) Revisar la lista corta de opciones técnicas sobre modernización.

Los grupos de planeación deberán entonces adoptar la lista corta como una guía para la modernización, con modificaciones menores para las necesidades de su área. El grupo deberá someter sus planes, incluyendo un presupuesto y el programa de actividades al grupo de revisión nacional.

## 2.5 Monitoreo

1. Progresos en el programa de construcción y en su implementación. El grupo de revisión deberá contar con un reporte del progreso antes de implementar los principales puntos en el programa de modernización. La CNA deberá monitorear la calidad y los costos de construcción y proporcionar resúmenes concisos al grupo de revisión. El grupo de revisión verificará que las inversiones en los proyectos sea en modernización, lo cual acercará a los proyectos más hacia la visión futura.
2. Los cambios en el funcionamiento de la operación. Más adelante se incluye una lista de preguntas, que servirán para caracterizar el proyecto antes de iniciar la modernización. Una lista

modificada de preguntas puede usarse para caracterizar los cambios en el funcionamiento de la distribución durante y después de las etapas de modernización.

## 2.6 Tecnologías

Revisión. La tecnología en la lista corta está ordenada en forma prioritaria. En cada proyecto se habrán hecho ya avances en una o más de esas áreas. En algunos casos, elementos de la lista pueden haberse completado en este momento; en otros proyectos, algunos elementos pueden no ser pertinentes.

La lista se ha priorizado con base en los proyectos de riego en todo el mundo. Se conoce bien que una infraestructura sólida debe desarrollarse con el fin de hacer flexible, confiable y equitativa la distribución del agua. Es inútil instalar automatizaciones sofisticadas, a menos que haya una buena base de capacidad de comunicación adecuada, acceso a todos los lugares, equipo de conservación y personal capacitado adecuadamente.

La modernización de los proyectos de riego necesita tiempo. La gente debe cambiar su percepción y desarrollar nuevas habilidades. Los problemas deben trabajarse fuera de las comunicaciones y de los sistemas de monitoreo antes de implementar complicados sistemas de control.

Los intentos en esquemas de control complicados antes de desarrollarlos adecuadamente, casi siempre resultará en fracasos.

Debe tenerse cuidado de no sobreinvertir en cualquier nivel de sistema de distribución. Una sobreinversión sobre los canales principales. Por ejemplo, puede resultar en una baja inversión en los canales terciarios.

En cada nivel dentro del sistema de distribución, existen algunos mejoramientos en la operación que pueden obtenerse con relativamente simple tecnología (pero apropiada), construcción y tecnología si existe un grupo disponible que se dedique a ésto. En México el grupo dedicado a proyectos de riego tiene niveles de motivación que no tienen en otros países. Esto es muy positivo.

Las etapas descritas en esta sección dan una comprensión del proceso para construir estructura esencial de soporte para la modernización efectiva; aunque algunos esquemas de automatización (por ejemplo el control aguas abajo o el control automático centralizado, tal como la regulación dinámica) se muestra más prometedora sobre el papel; no se recomiendan por el momento en la mayoría de los casos. El riego y el costo se consideran muy altos para las primeras etapas. Además existe gran cantidad de información de investigación internacional, que está siendo conducida actualmente sobre mejoramiento

computarizado en control de canales, y será prudente esperar unos cuantos años para aprovechar los resultados de dichas investigaciones.

Desarrollo de red de comunicación. La visión futura para el programa de modernización, da énfasis a la flexibilidad y a la confiabilidad de la distribución del agua, tal distribución puede ocurrir solamente si se hacen cambios frecuentes en el gasto a través del sistema, lo cual contrasta con los modos de operación actuales.

Serán requeridos hechos y confirmados frecuentes cambios en la posición de las compuertas y en los gastos. Una red de comunicación, que es capaz de transmitir, almacenar y desplegar una amplia variedad de señales humanas y de equipo debe tenerse disponible.

Es muy interesante que una de las primeras inversiones que se han hecho por las nuevas asociaciones de usuarios del agua en México, es comprar teléfonos celulares para comunicación de persona a persona. Estas inversiones hechas por los nuevos responsables del control de los canales representan una buena o sabia decisión.

La cantidad y naturaleza específica de las comunicaciones variará en cada proyecto. Sin embargo, los elementos principales que serán necesarios, incluyen lo siguiente:

1. COMUNICACION DE PERSONA A PERSONA

- a) Zanjeros con las asociaciones de usuarios.
- b) Las asociaciones de usuarios con las sociedades o CNA.
- c) Las sociedades o CNA con los operadores de las presas.

2. EQUIPO AGENTE (MONITOREO REMOTO)

- a) Los niveles de agua en las colas de los canales.
- b) Gastos en las cabeceras de los canales.
- c) Niveles de agua o posiciones de compuerta en puntos clave a lo largo de los canales.
- d) Estado de reportes de equipo (on-off problema).

3. GENTE A EQUIPO (CONTROL REMOTO MANUAL, COMBINADO CON MONITOREO REMOTO)

- a) Cambios remotos de colocación de compuertas o de cambios de flujo en las cabeceras de los canales.
- b) Cambiando los niveles predefinidos de agua por controladores automáticos de compuertas.

4. EQUIPO A EQUIPO (AUTOMATICO)

- a) Registro automático de datos de sitios remotos.
- b) Interfases con varios tipos de equipo de monitoreo.



- c) Cambios de remotos a automáticos, de colocación de compuertas o de gastos al principio de los canales (para ser hechos en etapas o fases posteriores de modernización).

Para cada proyecto, deberá hacerse un análisis sobre las necesidades futuras de comunicación. Generalmente, tales necesidades muestran mayores canales de transmisiones de datos de las que se pensaron inicialmente. Expertos experimentados en automatización y transmisión de datos en proyectos automatizados de riego, deberán traerse como consultores durante los primeros estudios.

En la mayoría de los proyectos se ve un beneficio inmediato y significativo al monitorear puntos clave en los sistemas de distribución de agua. Inicialmente el monitoreo se hace en los tiraderos finales de agua o donde hay déficit y en algunos sitios que están típicamente inundados. Este monitoreo remoto, cuando se combina con la habilidad para comunicarse con la gente que trabaja en el campo, capacita rápidamente a los operadores para dar respuesta a estos problemas. Cuando los proyectos maduran y se instalan mejores equipos de control, a través del sistema de distribución, los problemas son menores y llegan a ser más fácilmente resueltos.

Mejoramiento del equipo de conservación. La conservación diferida y la conservación regular no caen bajo el programa de modernización en México. Sin embargo,

el acceso a un buen equipo de conservación será absolutamente necesario. La conservación debe hacerse continuamente a través del tiempo y sobre una base adecuada a los beneficios de la modernización se perderán, debido a sedimentación y al crecimiento de vegetación en los sistemas de distribución. Por esta razón, la compra de equipo de conservación moderna se considera en la primera etapa de modernización.

El equipo necesario incluye:

1. Caminos y banquetas de canales y drenes. Estos generalmente se construyen especialmente para niveladores motor.
2. Removedores de vegetación en los bordos de canales y drenes.
3. Equipo para desazolvar más orientados hacia la conservación que hacia la construcción.
4. Un equipo extra, capacidad de preparación del equipo y herramientas para poder dar un diagnóstico eléctrico y mecánico, con el fin de reparar estas herramientas.
5. Acceso a todos los sitios críticos. Todos los sitios, los cuales tendrán control y monitoreo remoto (los cuales incluyen todos los sitios automatizados, excepto las secciones de control transversal a lo largo de canales secundarios y terciarios, eventualmente tendrán problemas

de equipamiento o necesitarán ser reparados. La importancia de tener un buen acceso para una rápida conservación o reparación pueden no haberse tomado en cuenta.

Control local automático aguas arriba en el canal principal. La flexibilidad de la entrega del agua a través de un proyecto es un punto principal sobre la disponibilidad o flexibilidad dentro del canal principal en sí mismo. Un canal secundario no puede operarse con flexibilidad y seguridad a menos que tenga un abastecimiento flexible y confiable del canal principal. Con esta finalidad, generalmente se requiere algún tipo de automatización en el canal principal para proporcionar esta flexibilidad.

Existen varias formas de automatizar los canales. En México los canales principales ya se han diseñado y construido. La mayoría de los diseños se basaron en consideraciones de un manual para control de corrientes. Por lo tanto, hay insuficiente capacidad para convertir a algunos métodos de control, tales como el control aguas abajo, con nivel de canales, o el método Vival. El método de control local aguas abajo por pendientes de canales (K and AL FLO), están aún en etapa de desarrollo. El método Gave Stroking generalmente es factible. Por lo tanto, las cuatro opciones principales de modernización de canales, que están

disponibles actualmente. Se muestran en la siguiente tabla.

OPCION	DESCRIPCION DE LA OPCION
1	Control aguas abajo usando controladores locales independientes.
2	Control aguas abajo con controladores locales independientes, pero agregándole sensores remotos y la capacidad de cambiar los indicadores del nivel de agua de almacenamientos desde las localidades o ubicaciones distantes.
3	Regulación dinámica, tal como el canal de Provence en Francia. Sin embargo, hay algunas preguntas serias en relación con si dicha técnica dado su estado actual, podrá funcionar en la geometría que tienen los canales en México.
4	Alguna forma de programación de la predicción avanzada y el volumen controlado, tal como se usa en el Acueducto de California o el Proyecto Central de Arizona. Sin embargo, en ambos canales son primeramente para conducción más bien que para canales de distribución y los niveles de agua no es necesario controlarlos tan cuidadosamente. Por lo tanto, esas técnicas no son probablemente aplicadas en la mayoría de los canales principales de México.

Probablemente la más recomendable, libre de problemas y que puede implementarse rápidamente la opción para los canales principales en México, es probablemente la opción 2. Por lo tanto, la implementación de controles automatizados aguas arriba es un prerrequisito para la implementación de un control lógico más avanzado en una fecha futura.

El control automatizado aguas arriba tiene una ventaja, que es relativamente simple y da un alto grado de confiabilidad y equidad. Sin embargo, la flexibilidad en la distribución con control aguas arriba siempre resulta con algún desperdicio al final de los canales. Este desperdicio puede minimizarse a través de la instalación de almacenamientos reguladores en puntos clave a lo largo del canal. Típicamente un almacenamiento regulador podría localizarse a la mitad de la longitud del canal y otro al final del mismo. Este diseño sustituye grandes almacenamientos físicos por la complejidad de sus controles en la seguridad y esto requiere control y medida del flujo en canales y obras de cabeza. Los operadores del canal principal tratarán las obras de cabeza de los canales secundarios y terciarios como tomas. Una vez que el canal principal ha sido automatizado con control aguas arriba, llega a ser importante que las tomas de los canales principales sean estables y que se conozcan con exactitud.

Los canales secundarios y terciarios también serán operados bajo control aguas arriba. La naturaleza del control aguas arriba es distribuir un gasto conocido en la cabeza de los canales, con el fin de proporcionar gastos exactos necesarios en las tomas aguas abajo, más alguna consideración debido a pérdidas y transporte de agua. Dicho gasto permanecerá constante hasta que los operadores quieran cambiarlo. Es por esta razón que en esta etapa de la modernización se incluye la palabra control, tanto como la de medida. El control automático de las obras de cabeza implica que el gasto dentro de un canal secundario permanecerá constante, despreocupándose de los cambios en el nivel del agua o en el gasto en el canal abastecedor, hasta que el operador del canal secundario quiera cambiar el gasto.

Se recomienda que se usen compuertas automáticas eléctricas para mantener un nivel constante en la calidad de una estructura medidora tipo Replode. La estructura medidora tipo Replode, es un tipo de medidor, que es simple, barato de construir, exacto y tolerante a errores de instalación y se presentan en él bajas pérdidas.

En esta etapa también se incluye el monitoreo remoto del sitio y la capacidad para realizar cambios en los gastos en las obras de cabeza. La electricidad será necesaria para realizar estas actividades.

En complemento a esta etapa, los gastos en las

cabeceras de todos los niveles de los canales, deberá controlarse y medirse. Esto garantiza la equidad y la confiabilidad de esos puntos. Deberá también tenerse una flexibilidad razonable del canal principal en este punto.

El monitoreo centralizado remoto de los niveles de agua y de los gastos en las colas finales de los canales de cada uno de los canales secundarios y terciarios, deberá también completarse en esta fase. Tal monitoreo permitirá conocer a los operadores que también chequean las entradas del canal con las entregas actuales a lo largo del mismo.

Diseño de nuevas tomas y capacidad de medición del flujo o gasto. Las tomas sobre canales secundarios y terciarios típicamente abastecen en México a muchos cultivos de parcelas pequeñas. Esto parece estar no controlado o no ser flexible más allá de la distribución en las tomas, debido a que al final de los canales de distribución hay una pobre conservación y faltan estructuras de medida y control adecuadas. Por lo tanto, las tomas en sí mismas a menudo carecen de capacidad para medir y controlar el agua. Es innegable que el manejo de un sistema moderno de riego requerirá de una mejor alternativa de distribución final que en los pequeños canales.

Muchas de las tomas actuales son más pequeñas

que lo necesario, están sin reparar o son inadecuadas para hacer varias mediciones. El diseño de nuevas tomas deberá considerar los sistemas de distribución futuras de aguas arriba de ellas. Por ejemplo, si el sistema de distribución considerará o estará integrado por tuberías, las estructuras de las tomas pueden ser completamente diferentes que si el sistema de distribución final es a base de canales. Por lo tanto, la capacidad de las tomas debe rediseñarse a la luz de una operación flexible futura más bien que usar viejos procedimientos de diseño basados sobre la distribución por rotación. Las experiencias en otras áreas muestran que es una necesidad para un gasto más grande que el tradicional, el cual será entregado por menos horas a la semana que bajo los diseños actuales.

Hay dos casos generalizados para el diseño de tomas; uno es para el caso de terrenos extremadamente planos y prácticamente sin disponibilidad de la cabecera desde el canal de abastecimiento y grandes gastos. En este caso se requerirá un sistema de distribución de canales aguas abajo de la toma. En otros casos, el sistema de distribución recomendado sería a base de tuberías.

#### DISTRIBUCION POR TUBERIA (CON SUFICIENTE CARGA)

Las líneas de tubería tienen las siguientes ventajas:

1. Requieren un mínimo de mantenimiento.



2. Pueden cruzar campos en cualquier dirección si es necesario.
3. No necesitan alojarse alrededor del contorno.
4. Permiten el movimiento del equipo sobre ellas.
5. No dejan suelo fuera de producción, y quizás lo más importante.
6. Permiten el suministro y control a pequeñas parcelas en una forma más fácil que por medio de canales.

El tiempo de retraso a la entrega del agua es muy pequeño, puesto que generalmente están llenos todo el tiempo. No hay desperdicios y el operador puede suministrar agua a múltiples parcelas inmediatamente y es posible cortar el agua en cualquier momento si el canal puede absorber este cambio de gasto.

7. El gasto puede ser controlado en la salida en lugar de la toma. Este es un punto crítico en algunos sistemas de riego, especialmente en aquellos en que la bomba puede pararse en cualquier momento.

Debido a estas ventajas, se cree que las líneas de tubería van a reemplazar a las regaderas en el futuro, siempre y cuando haya carga suficiente. Si se cuenta con una carga de 40 cm (incluyendo los cambios de elevación) puedan considerarse líneas de tubería. En estos casos, estructuras nuevas y aparatos para medir los

gastos tendrán que diseñarse para adaptarse a las líneas de tubería en el futuro. Un medidor vertical de hélice ha sido tradicionalmente el aparato que más éxito ha tenido en los registros que surten las líneas, el cual es transportable. Este medidor transportable puede colocarse en los registros sólo mientras se suministra agua. En el método más económico (perdiendo un cierto porcentaje de precisión) el medidor puede insertarse en los registros sólo durante el tiempo en que se ajusta el gasto de salida.

Nuevos aditamentos de medición están siendo diseñados para incorporar la hélice detrás del eje vertical (en lugar de estar al frente), con hélices en forma de aleta de tiburón que cortan cualquier alga o hierba. El orificio de descarga deberá ser diseñado aguas abajo de la localización del medidor para mantener el medidor sumergido en todas las condiciones. En otras condiciones las medidas del gasto pueden hacerse en la salida de la descarga para la parcela (algunas veces lejos del registro).

Puesto que la distribución por tubería probablemente no se ha construido en las primeras fases, la compra del medidor en esta fase no es esencial. Si el registro descarga en una regadera, un tubo barato calibrado puede instalarse aguas abajo de la descarga para medir el gasto. Sin embargo, si hay posibilidades de que

se presentan problemas mayores en la localización de las descargas, sería preferible comprar algunos medidores portátiles para cada asociación.

Se conoce que se están desarrollando nuevos tipos de medidores para las descargas de la distribución del agua por tubería.

DISTRIBUCION POR MEDIO DE CANAL (CON CARGA INSUFICIENTE).- En terrenos muy planos con poca carga en el canal de suministro y grandes gastos, probablemente se necesiten canales en lugar de tubería a nivel de distribución.

Desde el punto de vista de control y mantenimiento, - las tuberías son preferibles, pero algunas veces la topografía indica las soluciones ingenieriles.

Si se usan los canales para la distribución éstos operarán preferentemente con control aguas arriba. Esto es, el gasto va a estar controlado en la toma. Una estructura simple y confiable es un módulo hidráulico, por ejemplo (los módulos AQUACONTROL) manufacturados en México, éstos módulos tienen los siguientes atributos:

- Suministrar y cortar el gasto.
- Control del gasto. Estos aparatos proveen una compensación para las fluctuaciones en los niveles del canal.
- Medición del gasto. Cada juego de compuertas proveen un cierto rango de gasto seleccionado.

- Fácil verificación del gasto. Una mirada a los módulos le dicen al operador qué gasto está suministrándose.
- Simplicidad en la operación.

Una vez que esta fase se ha complementado, los gastos pueden medirse en todos los puntos del sistema. Sin embargo, los gastos de las tomas no permanecerán constantes después de que el operador se retira de la toma. Esto es debido a que las represas en los canales no pueden mantener una presión constante en las tomas si el gasto del canal varía con el tiempo.

En muchos casos, los nuevos controles reguladores en los canales primarios y terciarios (que suplen a las tomas) deberán ser instaladas al mismo tiempo que las tomas son modificadas. Esto es debido a que ambas estructuras están físicamente ligadas y la construcción será menos cara si se hacen simultáneamente en lugar de dos épocas diferentes.

**CONTROL IDIOMATICO LOCAL EN CANALES SECUNDARIOS Y TERCIARIOS.**- Un sistema que provea descargas confiables y equitativas a las tomas debe ser capaz de mantener un gasto constante en la toma una vez que se pone en operación.

Las tomas grandes de los canales principales pueden ser automatizadas de manera que puedan suministrar

una descarga constante independiente del nivel del canal. Sin embargo, ésto es prohibitivo por su costo en canales chicos.

Por lo tanto, el gasto constante en una toma de canales pequeños se obtiene manteniendo el nivel del agua constante (por lo tanto la carga en la toma permanece constante), el control del nivel del agua se obtiene por alguna forma de represa automática proveyendo un control aguas arriba. En el diseño de canales pequeños no deberá considerarse el uso de electricidad, debido a que puede no ser económico suministrarla a cada represa reguladora. Generalmente es innecesario monitorear las represas pequeñas.

Los dos tipos más comunes de regular automáticamente el nivel aguas arriba son:

1. Vertedores de cresta larga. Aunque éstos verdaderamente no son aditamentos automáticos, el control del agua es excelente durante el día. Estos generalmente incorporan una compuerta al final de la cresta vertedora que permite descargar los azolves y hacer ajustes finos en el nivel del agua.
2. Compuertas hidráulicas.- Estas incluyen los bien probados diseños de Nierpic (compuertas amid) para terrenos planos y también compuertas verticales (envisagradas) que son apropiadas

cuando hay caídas aguas abajo de la represa reguladora.

En adición hay un diseño muy popular en USA, que utiliza una compuerta de descarga superior controlada por una computadora. Tanto la compuerta como la computadora reciben energía de una celda solar. Aunque los niveles de agua pueden ser controlados mejor con esta tecnología, el mejoramiento sobre los vertedores de cresta larga y compuertas hidráulicas es relativamente pequeño y el riesgo de alguna falla es mayor.

La automatización de los canales pequeños eliminarán la mayoría de los problemas de control a lo largo del canal, pero amplificarán los problemas en la cola del canal. Los problemas se amplifican comparados con las condiciones presentes, debido a que en la actualidad un aumento en el gasto del canal origina que todas las tomas a lo largo del canal aumenten su gasto. Por lo tanto, estas tomas absorberán el problema, de manera que en la cola del canal se verán una fracción del aumento del gasto no considerado. Con la automatización, la carga de las tomas permanece constante y por lo tanto, el gasto de la toma permanece constante, de manera que todo el gasto inesperado del canal fluye al final de éste.

La existencia de problemas al final de los canales en una pequeña área, es preferible a un manejo deficiente

del riego de todo el proyecto. Los problemas al final de los canales se minimizan con el uso del control remoto en los niveles en la cola del canal y la habilidad de ajustar remotamente el gasto de las obras de cabeza para adaptarlas más cercanamente el ingreso a la demanda de las tomas. Los problemas al final de los canales son típicos, asociados con el flujo del agua, debido a la indeterminación en las medidas del gasto, a inesperadas aberturas o cierres de las tomas o cambio en el gasto de las mismas. Es difícil usar pozos a lo largo del canal (poniéndolos en operación o apagándolos para resolver los problemas de las colas de los canales), debido a que la magnitud de estos problemas cambia frecuentemente en forma inesperada. Sin embargo, en un canal largo, bombas que descargan al canal para reducir el tiempo de retraso en la respuesta y pueden ponerse en operación o apagarse a través de control remoto en respuesta del déficit o exceso del agua al final del canal.

REVISION DE LAS CONDICIONES EN ESTE ESTADO DE LA MODERNIZACIÓN. La modernización en este punto ha consistido en instalar compuertas de mejor diseño (con capacidades basadas en la predicción de futura operación), considerando gastos y volúmenes con una medida apropiada y estructuras de control y mejorar la comunicación y el control. Formación de organizaciones efectivas

de usuarios del agua y definición de sus derechos son prerequisites para estas mejoras físicas.

En esta etapa no se nota un gran aumento en la productividad y eficiencia. Esto es debido a que esta modernización simplemente ha instalado una infraestructura capaz de sostener futuras mejoras parcelarias.

La experiencia mundial en proyectos de irrigación, claramente ha mostrado que el desarrollo de la infraestructura hasta este punto es necesaria.

Suponiendo que haya un programa de buena conservación, la operación en esta fase debe ahora caracterizarse por lo siguiente:

1. Suministro equitativo a las tomas, excepto en algunas áreas de capacidad insuficiente del canal (problemas originales de diseño).
2. Control excelente del gasto en las tomas.
3. Suministro razonablemente flexible, con capacidad para proveer entregas individuales en el campo, con uno o dos días de requerimiento por adelantado.
4. Algunos problemas en las colas de los canales en forma de desperdicios en todos los secundarios y terciarios. Este desperdicio puede representar de un 5 a 10% de toda el agua suministrada, la que no ha sido contaminada y por lo tanto no causa daño ecológico aguas abajo.



La infraestructura para el suministro del agua no es perfecta pero es confiable, equitativa y razonablemente flexible.

Fuera de esta etapa de modernización, la decisión para las inversiones no son tan obvias como en estas primeras etapas. Los diseñadores tienen que referirse a los objetivos iniciales de la modernización para que puedan permanecer enfocados, puesto que usualmente se presentan muchas maneras posibles de gastar el dinero.

Se reitera que el objetivo primario, que es permitir al agricultor mejorar la calidad y cantidad de sus cosechas, además de asegurar una sostenibilidad ecológica y económica de la parcela. Un eslabón débil del objetivo primario, puede ser como sigue (el listado para la mayoría de las áreas).

1. Tecnologías de riego y su administración en la parcela deficientes. Las eficiencias parcelarias de riego pueden variar en el rango del 50%. Si este es el caso (y generalmente lo es) la significancia del manejo del agua en la parcela es mucho más grande que las pérdidas en el canal que pueden ser del 5 al 10%.

Eficiencia parcelaria =  $\frac{\text{Agua de riego usada benéficamente}}{\text{agua de irrigación aplicada}} \times 100$

Sin embargo, la infraestructura actual permite a los agricultores adoptar tecnologías y administración

más eficientes. Antes de esta fase de la modernización, suministro de agua inflexible y confiable, pueden haber descorazonado a los agricultores de invertir en sistemas de irrigación excelentes. Otra medida importante de qué tan bien se están obteniendo los objetivos de la modernización, puede llamarse "uso eficiente del agua" que es diferente "eficiencia de irrigación". En esta fase del proceso de modernización seguramente será también baja.

$$\text{Eficiencia del uso del agua} = \frac{\text{Rendimiento de la cosecha/agua de riego aplicada} \times 100}{\text{Rendimiento de la cosecha/agua de riego aplicada} \times 100}$$

La eficiencia del uso del agua incluye la combinación de factores parcelarios de riego, así como la canasta de toda la tecnología e insumos agrícolas.

2. Tecnología agronómica inadecuada e insumos (fertilizantes, variedades de semillas, aplicaciones apropiadas de pesticidas, etc.).
3. Cuellos de botella en el sistema de entrega del agua, que evitan una adecuada entrega del agua en algunas áreas.
4. Suministro inflexible y falta de control en las tomas parcelarias.
5. Problemas de drenaje parcelario y de proyecto de drenaje.
6. Algún suministro del agua inflexible a las tomas y desperdicio en los coleos al final

del canal.

Es aquí donde las herramientas de investigación son importantes para decidir cuál es la mejor inversión futura de los fondos. Los fondos deberán ser invertidos para fortalecer los eslabones más débiles del objetivo primario y puede no ser tan obvio cuál es el eslabón más débil. En esta etapa pueden ser implementadas las dos tecnologías adicionales siguientes para el suministro del agua:

1. Mejoramiento de la distribución del agua entre la toma y las parcelas individuales.
2. Conservar los registros computarizados y procedimientos de ordenación para el suministro del agua.

Esto se discute a continuación:

MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DEL AGUA ABAJO DE LA TOMA.- Ya antes se a cubierto este tema. Diseños modernos en riego parcelario y estrategias administrativas requieren una rápida, simple y flexible conexión entre los canales y las parcelas.

DISTRIBUCION POR TUBERIA (CON SUFICIENTE CARGA).- En la mayoría de las áreas de riego de México, los requerimientos de las tuberías pueden ser obtenidos con tubería de baja presión (concreto no reforzado de baja presión) (300 kP PVC). Tubería no reforzada

se fabrica en Sonora. Las plantas para la manufactura de tubos de concreto son simples de operar y construir. Aunque la mayoría de los tubos de concreto no reforzados se unen con mortero, puede ser ventajoso usar juntas con empaques porque permanecerán impermeables por gran tiempo.

El diseño de descargas (abajo de la toma) podrá necesitar algún estudio. Una válvula alfalfera simple puede costar poco y los gastos y volúmenes individuales pueden medirse con el uso de un hidrante y un aforador de hélice en una sección corta (de un metro) de tubo. Esto será aplicable a ambas superficies y métodos de riego en la parcela.

DISTRIBUCION POR MEDIO DE REGADERAS. La medida del gasto y su control al principio de las regaderas puede hacerse con una compuerta de descarga inferior o por un módulo AquaControl. Los mismos canales deberán ser rediseñados para que tengan acceso para su conservación.

Si éstas continúan sirviendo como zanjas de tierra, es posible renovarlas con tractores y zanjadoras. La rehabilitación periódica de estas zanjas mantienen su forma y eliminan los problemas de hierbas.

En muchas áreas un mejor diseño incluirá su construcción de concreto con forma deslizante. Esto requiere accesos de excelente equipo para formar el relleno

y el revestimiento. Una adecuada preparación del suelo y técnicas de construcción son esenciales para una larga vida y mínima conservación.

REGISTROS COMPUTARIZADOS Y PROCEDIMIENTOS DE SOLICITUD  
DES.- Un aumento en la flexibilidad del suministro del agua se asociará con el cobro volumétrico. El mejoramiento en el riego parcelario va a requerir gastos fijos durante el suministro a cada parcela. La complejidad y magnitud de las órdenes y su cobro va a requerir un proceso computarizado. Este proceso permitirá comprobar a los operadores la demanda de agua con relación a la capacidad de los canales y también permitirá a la asociación entregar las facturas exactas a tiempo.

## **2.7 Desarrollo Tecnológico e Investigación**

ANTECEDENTE.- La modernización de la irrigación en México ha procedido a un paso rápido. Sin embargo, los fondos disponibles son insuficientes para proveer una completa modernización. La investigación que actualmente se conduce proveerá de una información útil para futuras investigaciones. Deberán desarrollarse técnicas de Diagnóstico para medir el funcionamiento de los sistemas de irrigación. Otras investigaciones deberán ser realizadas para la solución de problemas específicos.

### 2.7.1 Desarrollo de la investigación de técnicas de diagnóstico para medir el funcionamiento de acciones

La investigación por medio de diagnósticos se define aquí como la medida a una amplia gama de índices, con el objeto de definir los eslabones débiles e identificar la solución a dichos problemas. El examen de un diagnóstico puede definir el actual nivel de operación y proveer una indicación de cuál es el nivel posible e identificar la manera de alcanzar ese potencial.

La investigación por medio de diagnósticos difiere de la investigación clásica en agricultura o ingeniería. La investigación clásica generalmente ocurre en pequeña escala y de un ambiente controlado. Pone mucho énfasis en estadísticas y repetición de ensayos.

La investigación por diagnósticos, por otro lado, mide la operación de un medio incontrolado (desde el punto de vista del investigador). La investigación por diagnósticos realiza un rápido y conciso análisis con un objetivo específico en mente. Únicamente se colectan los datos esenciales. Con una investigación por diagnósticos, es menos importante conocer la respuesta exacta dentro de 5% y que se puede forjar una imagen de las causas y efectos y estar en capacidad de estimar una respuesta con precisión razonable.

El peligro con la investigación por diagnósticos

es que la causa real y su relación con el efecto puede no ser definida propiamente durante la investigación. Para evitar este problema es esencial que el investigador tenga una excelente comprensión de todos los niveles de diseño en los proyectos de irrigación. Más aún, el investigador debe estar bien versado en las alternativas para el mejoramiento de los sistemas de suministro del agua, del drenaje y riego parcelario.

La investigación por diagnósticos requiere conocimientos del investigador más amplios, que los que requiere una investigación clásica porque existen muchos factores interrelacionados en un proyecto de irrigación. Un investigador casi tiene que ser una combinación de sociólogo, ingeniero y agrónomo.

La investigación por diagnósticos debe examinar los factores que afectan el objetivo total para obtener rendimientos de alta calidad y cantidad. Un aspecto importante deberá ser el análisis del riego parcelario. Por ejemplo, una investigación por diagnóstico para riego por surcos deberá realizarse en un campo particular, con el fin de estimar la uniformidad de distribución de lo siguiente:

- Variaciones del gasto a la parcela durante el tiempo.
- Tiempo de avance del agua en un surco.
- Tiempo de avance del agua entre los surcos.

- Tiempo total por grupos de surcos.
- Destino del agua de coleos.
- Tiempo de oportunidad de infiltración de algunos surcos.
- Otras medidas simples, tales como estabilidad de los surcos y la existencia de erosión.

Este análisis simple visual, combinado con un programa experto de computación, suministra una medida de la uniformidad de la distribución (U.D.) y la importancia relativa de las causas de la falta de uniformidad (tiempos de avance lento, falta de nivelación, diferentes tipos de suelos, desigual duración entre grupos y surcos individuales). Si se evalúa un grupo de parcelas regadas por surcos en una área, se tiene una buena perspectiva - el promedio de la U.D. y la variación de U.D. en el área y la importancia relativa de varias categorías de la falta de uniformidad. Estas causas de no uniformidad pueden determinarse y hacerse un análisis económico de los beneficios de las diferentes soluciones.

Se puede anticipar que al finalizar la investigación por diagnóstico de la primera fase de la modernización, los cuellos de botella en el suministro del agua incluirán:

1. La inadecuada flexibilidad y seguridad del suministro entre la conexión de la toma y la parcela.



2. Inflexibilidad de los canales principales.  
Una vez que se haya instalado tubería entre la toma y los campos individuales, va a ser necesario una mayor flexibilidad. El sistema de control aguas arriba necesitará mejorarse.
3. La necesidad de mantener computarizados los registros.
4. Falta de capacidad de los canales principales o sus estructuras.

En California existe abundante documentación del funcionamiento del riego parcelario y alguna documentación del funcionamiento de los sistemas de suministro. Esta documentación ha destruido muchos mitos acerca del funcionamiento y ha iluminado áreas de interés que antes no se reconocían. Los reportes iniciales serán recibidos con sorpresa y una actitud defensiva porque van a indicar funcionamientos inferiores a los esperados. Después de recobrase de este choque inicial y conociendo resultados similares de otras áreas, los administradores empezarán a realizar cambios significativos en las herramientas y administración para remediar los problemas. Es de esperarse que al afinar los proyectos en México, se beneficiarán por una acción similar.

Las técnicas para la investigación por diagnóstico pueden desarrollarse y probarse durante el tiempo que aún queda bajo el presente préstamo del Banco Mundial

para la modernización de los sistemas principales de distribución. Técnicas deberán desarrollarse para evaluar, entre otros casos:

1. Calidad del suministro a cada nivel en el sistema de distribución, que incluirá medidas de confiabilidad, flexibilidad (frecuencia, gasto y duración) y equidad.
2. Duración y capacitación del personal.
3. Funcionamiento del riego parcelario.
4. Una canasta de tecnología disponible para los agricultores que finalmente afectarán el uso eficiente del agua, incluyendo crédito, semillas apropiadas y fertilizante.

Los primeros escalones en la planeación de la modernización, se beneficiarán de una buena investigación por diagnóstico, pero no hay tiempo suficiente durante el tiempo del préstamo para desarrollar las técnicas de análisis, realizar la investigación y hacer recomendaciones. En cambio, el uso de técnicas impuestas deberán ser suficientes.

#### **2.7.2 Investigación de métodos mejorados para la conservación y el control de malezas**

El control de las malezas en los bordos y el canal mismo, es uno de los principales problemas en los grandes Distritos de México. Haciendo un buen estudio de las

técnicas de control en varias áreas de México y en el extranjero deberá ser realizado para determinar la efectividad, costo y facilidad de usar varios métodos de control de las malezas y de las prácticas de conservación.

### **2.7.3 Investigación en el control centralizado o aguas abajo en los canales principales**

Las primeras etapas en la modernización de los sistemas del suministro del agua serán utilizadas en construir un mejoramiento en el riego parcelario. Tan pronto como los sistemas de riego parcelario empiecen a requerir el suministro de agua más flexible, los canales principales tendrán mayor carga.

Dentro de 5 o 10 años, a partir de hoy, los resultados de las investigaciones en los E.U.A. y otros países producirán una multitud de métodos nuevos para el control flexible de los canales principales. El sistema más promisorio es el de control aguas abajo en canales con pendientes, que pueden suministrar el agua por demanda real sin problemas del coleo al final del canal. Este sistema de control aguas abajo mantendrá un nivel preestablecido al final de los embases de los canales. Estos incluirán el monitoreo remoto y la habilidad que en forma remota, ajustar el nivel del agua preestablecido en anticipación a los cambios de suministro. Se

recomienda que algunos especialistas en irrigación y control de México unan sus esfuerzos con otros expertos internacionales en su investigación de las nuevas técnicas de automatización.

Deberá ser relativamente simple y barato un proceso de convertir un sistema de control aguas arriba en uno de control aguas abajo. Estas compuertas controladoras y sistemas de comunicación deberán ser funcionales. Las pequeñas complicaciones ya estarán resueltas. Los cambios principales serán:

1. Un nuevo algoritmo de control se incorporará a la microprocesadora.
2. Puede ser necesario medir algunos niveles de agua en cada embalse del canal, lo que puede requerir algunos puntos adicionales de medición y su transmisión del dato a los controladores locales.

#### **2.7.4 Investigación en diseño de estructuras de entrega (tomas) de agua y dispositivos de medición**

La medida volumétrica del agua es la clave de la modernización. Los volúmenes pueden ser medidos en una de dos formas:

1. Un gasto conocido se mantiene constante durante el tiempo total del suministro. Esto requiere

un dispositivo de medición y una pérdida de carga constante del dispositivo de medición. El tirante aguas arriba puede mantenerse constante por el uso de un regulador en el canal.

2. Se puede usar un medidor totalizador del flujo, aún cuando el gasto cambie con el tiempo.

Los medidores totalizadores tienen problemas inherentes (hierbas en las hélices de los medidores y la necesidad de microprocesadores de presión en el ducto). Por lo tanto, se sugiere una investigación en dispositivos apropiados que puedan aprovecharse de una aceptable carga constante, que será obtenida con los reguladores automáticos en las represas. En particular, medidores de flujo para tuberías (en la toma o a nivel de campo) necesitan investigación. Se sugiere que un tipo portátil (a nivel de campo) o uno permanente (a nivel de la toma) con una sección de Vénturi pueden ser apropiadas. Los dispositivos con Vénturi tienen una pérdida de carga pequeña, no tienen obstrucciones para coleccionar hierbas y pueden ser exactos. La investigación debe tomar en cuenta cómo el dispositivo medidor de flujo se ajusta a las diferentes estructuras de descarga.

## 2.8 Cuestionario sobre la Operación Normal

Preguntas sobre la operación normal.

A.- NECESIDADES DE PERSONAL Y ENTRENAMIENTO.- Estas preguntas diferirán dependiendo del nivel de servicio al que sean preguntadas. Unicamente se da aquí la naturaleza general de las preguntas.

1. Conocimiento de varias alternativas de automatización hidráulica y conservación.
2. Disponibilidad de manuales técnicos de varios tópicos.
3. Familiarización con computadoras.
4. Habilidad de mantener y suplir una variedad de tecnología.
5. Percepción de prioridades y metas de la modernización.

B.- REGISTROS Y CUOTAS DEL AGUA

1. Cuota básica para tener acceso al agua (ninguna o \$/Ha).
2. Cuota para el suministro actual del agua (pesos por m<sup>3</sup>. Ha o parcela).
3. Método de llevar las cuentas (a mano o computarizadas).
4. Frecuencia con la que se le proporciona al agricultor el registro de los volúmenes usados (nunca porque no se mide el volumen), nunca, \_\_\_\_\_ meses, \_\_\_\_\_ semanas, inmediatamente después

del riego.

5. Hay un límite máximo que pueda usar un agricultor (si o no).

Interpretación: La meta es suministrar y cobrar el agua en base volumétrica a las parcelas (con cierto límite superior). Los agricultores conocerían el volumen que recibieron varios días después del riego.

C.- SUMINISTRO DEL AGUA POR EL MODULO.- Estimación burda.

1. Area aproximada de varios cultivos (forma tabular).
2. Requerimiento de varios cultivos por mes (forma tabular).
3. Requerimiento total (ET) del agua dentro del módulo por mes (forma tabular).
4. Lluvia efectiva en el módulo por mes (forma tabular).
5. Usando una eficiencia estimada de "eficiencia de riego", para incluir ambos, eficiencia parcelaria y de conducción dentro del módulo. Calcular por mes:
  - Requerimiento de la demanda bruta (forma tabular).
  - Suministro actual al módulo, incluyendo pozos privados y del Distrito por mes.
  - Calcular el suministro adecuado con los suministros actuales.

$$\text{Suministro adecuado} = \frac{\text{suministro actual}}{\text{requerimiento bruto}}$$

- Posibles suministros que pudieron haber sido entregados por los canales que alimentan al módulo, pero que no pudieron ser suministrados por restricciones dentro del mismo módulo. Únicamente conteste ésto, si el "suministro adecuado" es mejor de 1.0.

$$\text{Posible suministro adecuado} = \frac{\text{suministro posible}}{\text{requerimiento bruto}}$$

Interpretación: Si los suministros exceden la demanda bruta, no hay necesidad de buscar suministros adicionales. El reto es en la flexibilidad, confiabilidad y equidad en el suministro del agua, más el mejoramiento de eficiencia de riego parcelario.

Si el suministro actual es menor que la demanda bruta, las alternativas serán:

- Limitar el área, lo que puede ser forzado por una asignación fija del volumen.
- Cambio de cultivos, que también se ajustarán a la asignación volumétrica.
- Incremento en el uso consuntivo (si se cuenta con agua subterránea).
- Suministros adicionales superficiales.
- Aumento en la capacidad del gasto, en el módulo o en el canal que surte el módulo. El índice de "posible suministro adecuado" indica si el problema está a nivel de la conducción en





durante un suministro = \_\_\_\_\_%.

% de veces que los suministros al final del canal no son realizados de acuerdo al programa.

% de veces que los suministros no se realizan de acuerdo al programa al principio del canal  
= \_\_\_\_\_%

4. Frecuencia y duración de los suministros.

- Solicitud por adelantado antes de recibir el agua \_\_\_\_\_ Hr/días.
- Están capacitados los operadores de suspender el riego si reciben la solicitud antes de un día por adelantado (si o no).

Caracterice los suministros como sigue:

- Son gastos en las tomas fijos o variables.
- Es la duración de los suministros fijos o variables.
- El gasto está determinado por el operador del canal o por el usuario.
- Se hacen los suministros en base a un arreglo o en base de rotación, o en base a una rotación arreglada.

5. Desperdicios del lateral. Caracterice los desperdicios a lo largo del canal como sigue:

- Número de desperdicios al año.
- Localización de la mayoría de los desperdicios.
- Costo para reparar los daños de los desperdicios.
- Hectáreas servidas por el canal aquí descrito

\_\_\_\_\_ ha.

- Por ciento del total del agua suministrada por el canal, cuyos desperdicios = \_\_\_\_\_%.

6. Desperdicio al final del canal. Caracterice los desperdicios al final del canal como sigue:

- Número de desperdicio al año = \_\_\_\_\_

Siempre se desperdicia continuamente agua al final del canal.

- Se usa el desperdicio benéficamente aguas abajo?

- Por ciento del total suministrado por el canal, cuyos desperdicios son = \_\_\_\_\_%

Interpretación: La meta después de la modernización inicial es el haber programado con un día de anticipación, pero con la habilidad de hacer ajustes horarios, eliminando los desperdicios a lo largo del canal y menos del 5% de desperdicio al final del canal. Los usuarios al final y principio del canal recibirán la misma calidad de servicio.

#### E.- SUMINISTRO DEL AGUA ABAJO DE LA BOCATOMA.

1. Se realizan los suministros individuales en base a una rotación convenida.

2. El gasto a los campos son determinados por: el agricultor, CNA, el canalero de la asociación de usuarios o la política de la Asociación de Usuarios.

3. La frecuencia del riego individual está determinada

por: el usuario, CNA, el operador del canal de la Asociación o la política de la Asociación de Usuarios.

4. La duración del suministro del agua a las parcelas está determinada por: el usuario, CNA, el canalero de la Asociación de Usuarios o la política de la Asociación de Usuarios.
5. Con cuánto tiempo de anticipación debe el usuario hacer su solicitud antes de recibir el agua?  
Respuesta: \_\_\_\_\_ días.
6. Puede el usuario cerrar su compuerta sin previo aviso?
7. Qué cantidad de agua se pierde por percolación en las regaderas?
8. Puede más de un usuario recibir agua abajo de una toma única?
9. Describa el número de parcelas servidas por una toma:  
Mínimo \_\_\_\_\_  
Máximo \_\_\_\_\_  
Promedio \_\_\_\_\_
10. Qué porcentaje de agricultura usa:
  - Surcos
  - Melgas
  - Inundación
  - Goteo
  - Aspersores

Interpretación: La meta es tener un suministro flexible a las parcelas individuales. Los suministros deberán ser disponibles en base a un convenio con flexibilidad en la frecuencia, gasto y duración. Solicitud con un día de anticipación probablemente será requerido.

F.- REQUERIMIENTO ACTUAL DE LABORES. (Para ser contestado en los tres niveles: canal principal, canales de módulo y canales distribuidores).

1. Debe ser un empleado quien personalmente haga los cambios en la bocatoma? (sí o no).

Toma del canal (sí o no).

2. Número de bocatomas (abrir y cerrar) que sirve un operador \_\_\_\_\_.

3. Frecuencia que un operador pasa por una bocatoma \_\_\_\_\_ horas.

4. Número de bocatomas servidos por un operador que están abiertas al mismo tiempo.

- Ocurrencia mínima

- Ocurrencia promedio

- Ocurrencia máxima

5. Número de cambios en el gasto que se hacen en una bocatoma por semana (no se incluyen los ajustes para obtener un correcto gasto).

6. Tiempo que un cambio en el gasto al principio del canal y su respuesta al final del canal bajo:

Condiciones de gasto bajo \_\_\_\_\_ horas.

Condiciones de gasto alto \_\_\_\_\_ horas.

7. Tiempo necesario para que un empleado inspeccione todas las bocatomas en un día típico= \_\_\_\_\_ horas.

Interpretación: la presente operación probablemente está retrazada por falta de monitoreo remoto y pobre acceso a los sitios de control. Más aún, los operadores están obligados a suministros rígidos debidos al sistema de control inflexible que requiere tiempo considerable para estabilizarse. Operaciones futuras deberán hacer uso extensivo de monitoreo remoto, mejorar el acceso a los sitios y requerir unicamente un ajuste en la bocatoma.

G.- MONITOREO ACTUAL A LO LARGO DEL CANAL (PARA CANAL PRINCIPAL)

1. Llene la siguiente tabla:

LOCALIZACION	FRECUENCIA	VISUAL (SI/NO)	REMOTO (SI/NO)	PRECISION \$1 MEDIO + - %
Nivel del agua al final del canal.				
Descarga al final del canal.				
Gastos en las tomas				
Niveles de agua en tomas				
Gasto en obras de cabeza				

2. Tiempo requerido para estabilizar el gasto en esa área de servicio después de un cambio total en los suministros, caracterizado como:

<u>% del cambio del gasto</u>	<u>Tiempo para estabilizar. Horas</u>
5	
10	
25	
50	

3. Número de ajustes necesarios en una bocatoma típica para un cambio de gasto (iniciar o cambiar el gasto) hechos en esa bocatoma = \_\_\_\_\_

Tiempo total requerido para esos ajustes \_\_\_\_\_.

4. Qué tiempo es necesario entre:

a) Ocurrencia de una emergencia y conocimiento del empleado = \_\_\_\_\_ horas.

b) Cuando ya tienen conocimiento de ellos y pueden corregir el gasto en la obra de cabeza del canal \_\_\_\_\_ horas.

Interpretación: Véase la sección anterior.

#### H.- PERDIDAS POR INFILTRACION.

1. Km de canal.

2. Características durante el período de máxima demanda.

Gasto máximo \_\_\_\_\_

Pérdida de gasto por infiltraciones \_\_\_\_\_

## 3. Características durante el período de gasto medio:

Gasto promedio\_\_\_\_\_

Gasto perdido por infiltraciones\_\_\_\_\_

Interpretación: Las pérdidas extremas por filtración impiden la operación y previenen suministros equitativos en algunos sistemas. En una primera modernización no se está encaminando a las pérdidas por infiltración, pero ellas deberán estimarse para evaluar su importancia. En general, los fondos empleados en reducir la infiltración pueden absorber un gran porcentaje del presupuesto del proyecto y puede resultar que no se mejore el servicio del suministro del agua.

1. Condiciones del equipo de control. Use la tabla a continuación, para clasificar la necesidad de reparación de varios dispositivos de control.

DISPOSITIVO	PORCIENTO DE DISPOSITIVOS QUE ESTAN				
	EXCELENTE	BUENA	ACEPTABLE	MALA	NO FUNCIONA
Represas					
Aforador a la cabeza del canal					
Mecanismo regulador de las Tomas					
Dispositivo aforador de las Tomas					



Interpretación: Muchas de las reparaciones se pueden deber a la conservación diferida. Estas respuestas pueden dar nociones del reto que tiene que hacer frente con la modernización. Estructuras excelentes pueden necesitar un mínimo de inversión para una conversión a automatización, mientras que estructuras que no funcionan pueden ser más costosas. Por otra parte, la reposición de estructuras completas con frecuencia permite diseños mejorados y de mayor capacidad.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Diagnóstico de la Operación del Distrito de Riego 061 Zamora

##### 3.1.1 Método de distribución de agua

La metodología utilizada actualmente en el Distrito de Riego 061-Zamora, de acuerdo a las condiciones respecto a las fuentes de abastecimiento en derivación corrientes, se utiliza la demanda libre.

##### 3.1.2 Programación del riego

El procedimiento que se sigue para integrar la demanda de agua parte en principio del Usuario-Comisariados Ejidales o Representante Usuario de Pequeños Propietarios al Jefe de Operación, el cual ordena la apertura de las represas sobre el Río y en caso de demanda crítica se instruye al presero para extraer volumen de auxilio de la presa de almacenamiento para auxiliar la derivación corrientes.

Los formatos que se utilizan para requisitar la información para la demanda de riego la presentan las autoridades ejidales y pequeños propietarios como solicitud. Esto con antelación a la plantación primera del cultivo fresa, después, una vez aprobado el plan de riegos en el mes de septiembre. Para la demanda de riego al canalero,

éste depurará la relación de los solicitantes, los cuales deberán de reunir los requisitos siguientes:

1. Tener cubierto el pago del cultivo anterior.
2. Tener en condiciones o conservados los canales que incluyen a usuarios.
3. Haber practicado las faenas y limpias, tanto en regaderas así como de desagües parcelarios.

La frecuencia de riego la determina el propio usuario, aunque ya se tiene establecido técnicamente dicha frecuencia, las láminas y gastos las determina CNA, como norma.

### 3.1.3 Distribución del agua

- a) Dentro del personal de distribución del agua como son los canaleros el perfil del personal, tanto como inspectores de riego, así como canaleros tienen una escolaridad hasta primaria y algunos hasta secundaria; además de tener experiencia de varios años y que en un momento dado estarían dispuestos para la entrega con oportunidad y suficiencia, dependiendo de las condiciones de la red. Respecto a la caracterización en las diferencias de carga en las compuertas de control de la red mayor, las fluctuaciones son mínimas, ya que es derivación de corrientes.

Durante la entrega varía hasta en un 30%, debido

- a ilícitos de los usuarios aguas arriba se tiene previsto montar guardia durante los tandeos.
- b) Dentro de la red de distribución los canales más importantes por módulo y sección de riego.
- c) Para definir las frecuencias y duración de las entregas de agua de los canales más importantes y sus fluctuaciones de gastos (en porcentaje) en período normal.

CANAL	"Q" MINIMA M <sup>3</sup> /SEG.	"Q" MEDIO M <sup>3</sup> /SEG.	"Q" MAXIMA M <sup>3</sup> /SEG.
P.CHAPARACO	0.063	2.673	3.834
TAMANDARO	0.100	0.490	0.835
CALVARIO	0.292	0.938	0.983
NUEVO ZAMORA	0.163	0.400	0.697
LA ESPERANZA	0.128	0.380	0.722
ALTO ORANDINO	0.137	0.182	0.289
V. DEL REY	0.080	0.333	0.850
SACA DE AGUA	0.595	1.200	1.683
EL LLANO	0.304	0.607	1.690
EL CERRO	0.822	1.354	1.960
EL CARBON	0.038	0.154	0.306
EL MORILLO	0.258	0.474	0.916

d) En cuanto a derrames y desfogues en la Presa de Urepetiro así como en la red principal y secundaria, ésto se cuantifica al final del Distrito, dependiendo de las condiciones hidrometeorológicas, beneficiando al Distrito vecino de la Ciénega de Chapala, o en su defecto, cuando es un exceso al Lago de Chapala.

Cuantitativamente escurren por la Subcuenca del Duero, alrededor de 400 millones de metros cúbicos, de los cuales el 50% se utilizan para el riego en el Distrito y el resto, como ya se dijo, beneficia al Distrito 024-Ciénega de Chapala.

e) Para notificar de la entrega de agua con respecto a los tandeos, ésto se trata en reunión de Subcomité de Operación y Conservación y posteriormente en pleno Comité Directivo Agrícola para su aprobación.

#### 3.1.4 Control hidrométrico de la distribución del agua

a) Para la medición y entrega de agua en red mayor y menor.

b) El sistema que se utiliza para la captura, manejo y procesamiento de la información hidrométrica.

Para el procesamiento se utilizan los formatos tradicionales.

## MEDICION Y ENTREGA DE AGUA EN RED MAYOR Y MENOR

MODULO	SECCION	CANAL	"Q" NORMAL M <sup>3</sup> /SEG.	"Q" ESTIAJE M <sup>3</sup> /SEG.
II	11	CHAPARACO *(2)	1.625	1.750
		TOMAS DIRECTAS - CHAPRACO (15)		
		EL AGUILA	0.098	0.138
	12	EL CALVARIO (2)	0.983	0.970
		NUEVO CALVARIO *(1)	0.350	0.385
		BOMBEO DRENES	0.120	0.120
		DESAGUE GRAL.DEL VALLE*(1)	0.095	0.120
	10	EL AGUILA *(3)	0.314	0.325
		BOMBEO DESAGUE GENERAL - DEL VALLE * (2)	0.120	0.120
		BOMBEO DREN PARTIDAS	0.160	0.200
		VALLADO DEL REY DERIVACION	0.333	0.266
		VALLADO DEL REY BOMBEO	0.340	0.260
		POZOS PROFUNDOS PARTIC.	0.064	0.064
	8	SACA DE AGUA	1.230	0.667
		EL COMPUESTO	0.170	0.210
		POZOS PROF.PARTIC. *(6)	0.190	0.190

\* Tramo

## MEDICION Y ENTREGA DE AGUA EN RED MAYOR Y MENOR

MODULO	SECCION	CANAL	"Q" NORMAL M <sup>3</sup> /SEG.	"Q" ESTIAJE M <sup>3</sup> /SEG.
III	7	NUEVO ZAMORA * (2)	0.360	0.321
		NUEVO CALVARIO * (1)	0.300	0.260
		SANTA CRUZ	0.231	0.210
		LA HACHERA	0.522	0.509
		HIGUERILLAS	0.209	0.204
	6	EL BERMEJO	0.262	0.139
		MIRAFLORES * (1)	0.296	0.153
		MIRAFLORES * (2)	0.333	0.241
		AGUA BLANCA	0.125	0.194
		DESAGUE GENERAL DEL VALLE * (3)	0.260	0.260
	5	BOMBEO RIO DUERO (3)	0.100	0.100
		EL LLANO	0.607	0.455
	4	LA LOBA	0.373	0.310
		LAS CRUCES	0.393	0.272
		LAS VIBORAS	0.221	0.148
		CANAL DE ENMEDIO	0.168	0.194
		CANAL ORILLA DEL RIO	0.110	0.090

\* Tramo

## MEDICION Y ENTREGA DE AGUA EN RED MAYOR Y MENOR

MODULO	SECCION	CANAL	"Q" NORMAL M <sup>3</sup> /SEG.	"Q" ESTIAJE M <sup>3</sup> /SEG.
IV	9	DESAGUE GENERAL DEL VALLE * (4)	0.160	0.100
		SAUCEDA	0.063	0.065
		ZANJA MADRE	0.070	0.050
		BOMBEO DREN "A" * (5)	0.160	0.160
	3	EL CERRO * (1)	0.180	0.170
		EL CARBON	0.100	0.146
		LA GUAYABERA	0.054	0.085
	1	EL CHILILLO * (1)	0.060	0.075
		BOMBEO DREN VALLADO - PRIETO	0.064	0.064
		BOMBEO RIO DUERO	0.064	0.064
		CANAL EL MORILLO	0.474	0.715
	2	CANAL EL CERRO * (3)	0.825	0.209
		MORILLO * (2)	0.160	0.178
		BOMBEO DRENES	0.360	0.360

\* Tramo



## NECESIDAD MENSUAL Y REQUERIDA POR CANAL

MODULO	CANAL	NECESIDAD MENSUAL	REQUER.TOTAL	F.P. %
I	MARGEN DERECHA	353.0	1412.2	8
	MARGEN IZQUIERDA	296.6	1186.6	7
	M.D.R.TLAZAZALCA	583.2	1143.2	15
	M.I.R.TLAZAZALCA	208.0	832.1	12
	EL REFUGIO	375.0	1875.3	24
	EL SETS	470.2	2351.2	27
	TAMANDARO	1690.5	8452.5	10
	EL TAJO	337.1	1685.5	8
	PRINCIPAL CHAPARACO * (1)	393.3	1966.5	4
	ZANJA MADRE LOS-POZOS	675.5	2026.6	14
	EL CALVARIO	372.2	1861.4	12
	LOS PACOS	83.7	418.9	9
	NUEVO ZAMORA	20.1	100.8	8
	RIO CELIO (TOMAS - DIRECTAS)	59.2	296.3	14
	LA ESPERANZA	1473.0	7365.2	18
	ALTO ORANDINO	670.7	3353.6	12
	LA ESTANCIA	215.3	1016.6	12
	BOMBEO RIO DUERO	140.7	563.0	6
	BOMBEO DRENES	130.2	521.0	6
	CALICANTO	592.3	2369.3	14
	TRUJILLO	208.5	834.2	10
	LA PURISIMA	114.4	457.8	10
	IGARTEÑO	60.2	241.1	10
	DISPARATE	34.7	139.1	11
	BOMBEO DE POZOS P.	-	-	-

\* Tramo

## NECESIDAD MENSUAL Y REQUERIDA POR CANAL

MODULO	CANAL	VOLUMEN MENSUAL NECESARIO	VOLUMEN REQUERIDO	F.P. %
II	CHAPARACO *(2) (TOMAS DIRECTAS)	3003.8	12,015.5	15
	EL AGUILA	292.1	1,168.4	15
	EL CALVARIO * (2)	1663.4	6,653.9	15
	NUEVO CALVARIO * (1)	822.9	3,291.6	10
	BOMBEO DRENES	317.2	1,269.0	2
	DESAGUE GRAL. V.*(1)	295.4	1,181.9	20
	EL AGUILA * (3)	480.1	1,920.7	18
	BOMBEO DREN GENERAL DEL VALLE * (3)	373.2	1,492.9	25
	BOMBEO D. PARTIDAS	423.0	1,692.0	2
	VALLADO DEL REY D.	361.8	1,447.3	25
	VALLADO DEL REY - BOMBEO	812.3	3,249.5	2
	POZOS PROFUNDOS ** PARTICULARES	-	-	
	SACA DE AGUA	1,815.0	7,260.3	18
	EL COMPUESTO	338.7	1,355.0	25
	POZOS PROFUNDOS - PARTICULARES * (6)	-	-	

\* Tramo

\*\* No se contabiliza en la derivación gravedad

## NECESIDAD MENSUAL Y REQUERIDA POR CANAL

MODULO	CANAL	VOLUMEN MENSUAL NECESARIO	VOLUMEN TOTAL REQUERIDO	F.P. %
III	NUEVO ZAMORA * (2)	1034.2	4136.6	10
	NUEVO CALVARIO * (1)	848.9	3395.4	10
	SANTA CRUZ	760.7	3042.9	20
	LA HACHERA	1690.7	6762.9	
	HIGUERILLAS	742.1	2968.2	
	EL BERMEJO	539.9	2159.5	
	MIRAFLORES * (1)	603.3	2413.0	
	MIRAFLORES * (2)	888.4	3553.5	25
	AGUA BLANCA	480.2	1920.6	15
	DREN GENERAL DEL - VALLE * (3)	949.9	3799.7	25
	BOMBEO RIO DUERO *(3)	371.9	1487.6	2
	EL LLANO	1404.8	5619.2	10
	LA LOBA	1021.7	4286.9	20
	LAS CRUCES	953.6	3814.2	20
	LAS VIBORAS	567.9	2271.4	20
CANAL DE ENMEDIO	630.1	2520.2	20	
CANAL ORILLA DEL RIO	418.6	1674.2	20	

\* Tramo

## NECESIDAD MENSUAL Y REQUERIDA POR CANAL

MODULO	CANAL	VOLUMEN MENSUAL NECESARIO	VOLUMEN TOTAL REQUERIDO	F.P. %
IV	DESAGUE GRAL. DEL - VALLE * (4)	432.8	1695.3	30
	LA SAUCEDA	346.1	1384.3	25
	ZANJA MADRE	286.0	1143.8	28
	BOMBEO DREN "A" *(5)	509.9	2039.6	2
	EL CERRO * (1)	571.6	2286.3	10
	EL CARBON	522.1	2088.3	15
	LA GUAYABERA	240.9	963.4	10
	EL CHILILLO * (1)	270.4	1081.6	18
	BOMBEO DREN VALLADO PRIETO	256.1	1024.3	2
	BOMBEO RIO DUTRO	256.1	1024.3	2
	CANAL EL MORILLO	1438.4	5753.4	10
	CANAL EL CERRO *(3)	693.6	2774.4	12
	MORILLO * (2)	551.4	2205.4	12
	BOMBEO DRENES	1188.5	4154.6	2

\* Tramo

ANALISIS DE LA REALIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA DE LOS ULTIMOS  
CINCO AÑOS (\$/MILLAR DE M<sup>3</sup>). PESOS ANTERIORES

CULTIVOS	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92
FRESA	162,884	380,606	387,467	396,809	564,167
CEBOLLA	617,193	1'011,992	948,477	5'162,571	1'316,2
JITOMATE	679,140	2'047,978	1'312,713	2'061,825	2'440,
O - I					
CARTAMO	93,961	307,536	221,242	190,128	1'400,1
JANAMARCO	263,775	526,738	564,014	1'622,838	356,0
FRIJOL	124,660	152,254	505,220	514,857	430,911
GARBANZO	63,582	129,324	152,628	245,576	88,904
LENTEJA	-	-	343,226	482,100	370,482
HORTALIZAS	262,399	645,811	574,055	1'737,192	342,606
PAPA	869,436	1'711,852	1'149,016	4'313,234	2'959,978
TRIGO	153,981	159,749	255,347	315,233	248,557
PERENNE					
OLLETO	143,757	196,868	386,652	246,668	307,356
ALFALFA	289,817	643,312	1'534,704	332,976	335,712
P - V					
FRESA VIVERO	-	-	336,889	113,219	8,538
FRESA SEMIDIRECTA	-	808,940	753,300	15,600	-
CEBOLLA	246,804	2'414,258	2'591,712	7'252,334	9'192,865
MAIZ	78,206	235,923	256,412	769,661	849,725
SORGO	282,381	414,192	395,546	487,552	548,362
JITOMATE	1'231,462	564,823	1'100,295	2'324,761	2'818,919
HORTALIZAS	428,135	825,935	433,824	2'091,811	2'699,023
PAPA	-	37'238,866	3'584,484	203,553	275,309

### 3.2 Necesidades de siembra y de agua en el Distrito

#### a) Cultivos y superficies a sembrar.

- Fresa	1,200
- Cebolla	450
- Jitomate	600
- Cártamo	50
- Janamargo	500
- Frijol	1,200
- Garbanzo	100
- Lenteja	100
- Hortalizas	1,000
- Papa	2,500
- Trigo	4,500
- Cebolla	300
- Maíz P.	1,700
- Sorgo P.	1,000
- Jitomate	300
- Hortalizas	600
- Papa M.	100
- Alfalfa	10
- Olleto Rie-Grass	60

b) Requerimientos de agua para riego y otros servicios se tiene una lámina calculada para las necesidades actuales de riego en cultivos de 99 cm, con una eficiencia de aplicación de 0.78% y una eficiencia

de conducción de 75%, con un volumen requerido programado actual de 179,947 mm<sup>3</sup>.

- c) Resumen de plan de riego realizados (últimos cuatro años).
- d) Productividad del agua para riego.

### 3.3 Disponibilidad de agua en el Distrito

- a) Series históricas de aportaciones de aguas superficiales.
- b) Funcionamiento histórico de las fuentes de abastecimiento de agua.
- c) Análisis de la capacidad de riego del Distrito.

Se consideran las siguientes alternativas, en base promedio de los volúmenes escurridos, del cual se dimensiona el siguiente Plan de Riego.

### 3.4 Planeación del Riego

- a) Plan de riegos para el año normal, desagregándose a nivel sistema de riego, de unidades de riego y módulos.

### 3.5 Suficiencia en el suministro de agua

Programa de necesidades de agua y los cultivos que se han sembrado en el Distrito y los volúmenes entregados de un plan de riego normal y la posibilidad que se tiene

## PLAN DE RIEGOS POR MODULOS. AÑO NORMAL

MODULO I	CULTIVO	SUPERFICIE	VOL./BRUTO	VOL./NETO
	FRESA	350	16800	14000
	CEBOLLA	150	1125	810
	JITOMATE	300	2280	1680
	O - I			
	PAPA	600	4320	3600
	TRIGO	500	5400	4000
	JANAMARGO	100	750	540
	GARBANZO	50	230	175
	FRIJOL	300	3360	2520
	LENTIJA	100	180	120
	HORTALIZAS	600	4560	3360
	P - V			
	JITOMATE	50	300	225
	CEBOLLA	70	525	378
	MAIZ	100	440	330
	SORGO	100	420	320
	HORTALIZAS	200	1600	1200
	PERENNES			
	OLLETO	10	180	144
	TOTAL: -	3,930	42470	33402
MODULO II	FRESA	400	19200	16000
	CEBOLLA	100	750	540
	JITOMATE	100	760	560
	O - I			
	PAPA	700	5040	4200
	TRIGO	700	7560	5600
	JANAMARGO	200	1500	1000
	GARBANZO	150	690	520
	FRIJOL	150	1680	1260
	HORTALIZAS	200	1520	1120
	P - V			
	PAPA	20	180	140
	JITOMATE	100	600	450
	CEBOLLA	100	750	540
	MAIZ	100	440	330
	SORGO	250	1050	800
	HORTALIZAS	200	1600	1200
	PERENNES			
	ALFALFA	15	138	114
	OLLETO	30	540	432
	TOTAL: -	3,515	43,998	34,891



ANALISIS DE LA REALIZACION DE LOS PLANES DE RIEGO DE LOS  
ULTIMOS CINCO AÑOS. (VOLUMENES NETOS ENTREGADOS)

C U L T I V O S	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92	PROMEDIO
FRESA	72,253.4	70,372.3	83,520.0	80,350.5	52,268.9	71,753.04
CEBOLLA	1,915.8	2,791.1	1,803.6	2,058.5	1,967.2	2,107.24
JITOMATE	4,341.8	4,085.2	1,722.1	3,549.0	970.2	2,933.66
CARTAMO	377.4	173.4	317.9	156.4	13.6	207.74
JANAMARGO	1,649.7	1,548.1	2,336.4	1,193.5	1,082.1	1,561.98
FRIJOL	5,327.9	5,592.6	8,661.6	13,156.3	3,372.0	7,222.18
GARBANZO	983.5	797.1	779.7	742.3	105.6	681.68
LENTEJA	9.4	36.0	66.0	4.3	20.8	27.4
HORTALIZAS	8,069.5	6,648.0	4,750.2	3,594.0	917.2	4,795.8
PAPA	13,007.3	10,613.7	12,597.0	11,382.0	9,679.5	11,455.9
TRIGO	24,001.0	39,519.0	27,710.0	20,016.0	23,316.0	26,912.4
OLLEJO	454.2	761.5	430.1	723.5	562.2	586.3
ALFALFA	114.6	101.7	43.2	173.3	49.0	96.5
FRESA VIVERO	-	-	1,907.8	735.0	1,142.0	1,261.6
FRESA SEMIDIREC.	-	287.1	127.8	63.0	-	159.3
CEBOLLA	2,278.8	763.2	884.1	817.7	736.1	1,091.0
MAIZ	472.8	478.7	396.0	2,042.7	4,767.7	1,631.6
SORGO	2,662.1	4,016.9	3,458.9	2,684.3	2,192.8	3,003.1
JITOMATE	1,332.0	633.0	1,248.7	1,059.0	362.3	927.0
HORTALIZAS	2,796.0	1,525.5	3,872.2	2,623.1	2,005.0	2,564.4
PAPA	-	18.2	241.6	278.5	198.8	184.3
T O T A L: -	142,047.0	150,762.3	156,774.8	147,405.9	105,729.0	141,169.1

ANALISIS DE LA REALIZACION DE LOS PLANES DE RIEGO DE LOS ULTIMOS  
CINCO AÑOS. (VOLUMENES BRUTOS ENTREGADOS)

C U L T I V O S	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92	PROMEDIO
FRESA	108,824.5	95,692.1	117,633.8	106,318.1	63,613.7	98,416.4
CEBOLLA	3,018.1	3,795.1	2,540.3	2,758.9	2,447.8	2,912.0
JITOMATE	6,839.9	5,555.1	2,425.5	4,678.1	1,190.9	4,137.9
CARTAMO	594.5	235.8	447.7	194.9	18.0	291.2
JANAMARCO	2,598.8	2,105.1	3,290.7	1,559.4	1,471.4	2,205.1
FRIJOL	8,393.3	7,604.8	12,199.4	17,347.9	4,496.0	10,810.3
GARBANZO	1,549.5	1,083.9	1,098.2	974.6	144.2	918.1
LENTEJA	14.8	49.0	93.0	6.0	31.1	31.1
HORTALIZAS	12,712.3	9,039.9	6,690.4	4,678.0	1,181.4	6,860.4
PAPA	19,491.1	14,432.5	17,742.3	15,008.8	11,815.0	15,787.9
TRIGO	35,810.0	53,737.9	39,428.2	26,509.1	31,660.0	37,429.0
OLLETO	715.5	1,035.5	605.8	974.6	703.0	806.9
ALFALFA	180.5	138.3	60.8	194.9	61.1	127.1
FRESA VIVERO	-	-	2,687.0	974.6	1,370.4	1,577.3
FRESA SEMIDIREC.	-	390.4	180.0	72.0	-	214.1
CEBOLLA	3,589.9	1,038.0	1,245.2	1,169.5	1,040.1	1,616.5
MAIZ	744.8	650.9	557.7	2,728.9	6,356.9	2,207.8
SORGO	4,193.7	5,462.2	5,116.9	3,508.6	2,878.1	4,231.9
JITOMATE	2,098.4	860.8	1,758.7	1,364.4	494.0	1,315.3
HORTALIZAS	4,186.0	2,074.4	5,453.8	3,508.6	2,679.7	3,580.5
PAPA	-	24.7	340.3	389.8	255.6	252.6
T O T A L : -	215,555.6	205,006.4	221,595.7	194,911.7	133,908.4	195,094.1

### 3.6 Eficiencias del Distrito

a) De las fuentes de abastecimiento.	
- Presa Urepetiro	60%
- Río Duero	70%
- Río Celio	80%
- Manantiales	80%
- Bombeo Drenes	95%
- Pozos Profundos	98%
b) Red de distribución	70%
c) Red de drenaje	30%
d) Red de caminos	50%
e) Estructuras principales	70%
f) Estaciones hidrométricas	70%

### 3.7 Pérdidas y déficits

a) En red mayor	25%
b) En red menor	40%
c) En red drenaje	30%

### 3.8 Manejo del agua y capacidades

a) Volúmenes de aportación de las diferentes fuentes de abastecimiento.	
- Presa de Urepetiro	11.0 mm <sup>3</sup>
- Río Duero	126.2 mm <sup>3</sup>
- Río Celio	28.3 mm <sup>3</sup>

- Manantiales 18.9 mm<sup>3</sup>
  - Bombeo Drenes 15.5 mm<sup>3</sup>
  - Pozos profundos 10.0 mm<sup>3</sup>
- b) En derivadoras y represas
- En Derivadora Chaparaco:
    - .7 m<sup>3</sup>/seg.
  - En Derivadora San Simón:
    - 3.1 m<sup>3</sup>/seg.
  - En Represa Río Duero:
    - 3.3 m<sup>3</sup>/seg.
  - Río Celio:
    - 400 m<sup>3</sup>/seg.
- c) Volumen de agua en red de drenaje
- Drenaje principal
    - 20 m<sup>3</sup>/seg.
  - Drenes secundarios
    - 8 m<sup>3</sup>/seg.
  - En colectores
    - 30 m<sup>3</sup>/seg.
- d) Problemáticas principales en general
- Se tiene déficit de drenaje por la conservación diferida.

### 3.9 Características de la producción agrícola por ciclos y por módulo

- a) Superficie cultivada y cosechada
- Cultivos último año 16,126 has..

- Superficie cosechada 15,534 has.
- b) Rendimientos físicos por hectárea
  - Rendimiento de todos los cultivos y subciclos es de 12.44 Ton/ha.
- c) Volumen y valor de la producción
  - Volumen de la producción 192,527 Ton.
  - Valor de la producción 276,431 millones de pesos.

## COSTOS DE PRODUCCION

CULTIVO	COSTO EN MILLONES DE \$/HA.
FRESA	18.0
JITOMATE	4.5
CEBOLLA	3.0
CARTAMO	1.5
JANAMARGO	1.2
FRIJOL	2.5
GARBANZO	1.4
LENTEJA	0.8
HORTALIZAS	3.5
PAPA	12.0
MAIZ	3.0
SORGO	2.8
ALFALFA	2.3
OLLETO	2.0

## RELACION GASTO BENEFICIO

CULTIVO	COSTO EN MILLONES \$/HA.	VALOR PROD. MILLONES \$/HA.	BENEFICIO MILLONES \$/HA.
FRESA	18	25	7
JITOMATE	4.5	10	5.5
CEBOLLA	3.0	8	4.0
CARTAMO	1.5	3	1.5
JANAMARGO	1.2	2.8	1.6
FRIJOL	2.5	3.5	1.0
GARBANZO	1.4	1.8	0.4
LENTEJA	0.8	1.0	0.2
HORTALIZAS	3.5	5.0	2.5
PAPA	12.0	12.0	0.0
MAIZ	3.0	12.0	9.0
SORGO	2.8	1.4	2.0
ALFALFA	2.3	3.4	0.9
OLLETO	2.0	3.0	1.0
TOTALES :	58.5	92.4	58 %

### 3.10 Organismo operador

- a) Formas y sistemas de cobro.
  - Canaleros.
  - Usuario.
  - Recaudación.
- b) Equipo de medición.
  - Se cuenta con cuatro molinetes completos.
- c) Personal de operación de campo.
  - Preseros (1).
  - Controladores de obra de toma (1).
  - Canaleros (7), y jefes de zona (2).
- d) Personal de oficina.
  - Jefe de Operación (1).
  - Encargado de la Hidrometría (1).
  - Encargado de Padrón de Usuarios (1).
  - Auxiliares de Hidrometría (2).
  - Secretaria (1).
- e) Eficiencia.
  - Se tiene una eficiencia del 85%.
- f) Problemática en general.
  - Falta de personal y capacitación y actualización adecuada.
- g) Forma de entrega y tarifas de agua.
  - La forma de entrega del agua se efectúa por el método de demanda libre y tandeos.



h) Problemática en general.

Para la transferencia existe cierta resistencia por la incertidumbre de la toma interna del manejo del sistema y falta de personas capacitadas para llevar a cabo la operación, conservación y la administración del Distrito, falta de apoyo del Sector Oficial al Distrito de Riego.

#### IV. CONCLUSIONES

Los esquemas de modernización propuestos para la operación de los Distritos de Riego, llegan en su concepción hasta la automatización de las bocatomas, a la vez que plantean en poco tiempo un giro total en la forma tradicional de hacer la operación por parte de las autoridades así como la concepción que se tiene de la misma por parte de los usuarios del Distrito de Riego en donde dada la naturaleza de la fuente de abastecimiento por derivación directa del río y por lo mismo, siempre han visto correr el agua por sus tomas.

Lo anterior implica un problema al planteamiento de esta modernidad; sin embargo, pensando en una cultura del agua que no debe ver regionalismos y debe tender a un consenso más nacionalista.

Repercute en la modernización de los sistemas tradicionales en la entrega del agua de riego, más aún, ahora bajo el esquema de administración de los Distritos de Riego por parte de los usuarios.

Los esquemas planteados de capacitación deberán crecer o modificarse para adecuarlos a la región y problemática de que se trate.

Nunca la problemática del riego del Noroeste será igual a la del Bajío y más aún al Bajío Michoacano, aunque si la cultura del agua y la optimización del recurso, así como la adopción gradual de sistemas de producción agrícola en riego de alto rendimiento y de concepción de racionalización del recurso agua, deberá cubrir todos estos espacios, considerando quizá, diferencias de tiempo en la aplicación de los esquemas, permitiendo con ésto la capitalización de experiencias en los lugares de vanguardia.

## V. BIBLIOGRAFIA

- 1.- APARICIO, M.F. 1982. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Ed. Limusa.
- 2.- BOLETIN Hidrológico No. 51. Región Hidrológica No. 12 Parcial, Cuenca del Río Lerma entre la Presa Solis y la Cortina Poncitlán.
- 3.- BOS, M.G. et al. 1986. Aparadores de caudal para canales abiertos. ILRI. Publicación 38.
- 4.- DIRECCION General de Distritos de Riego. SARH. 1962. Conocimientos generales para que los aforadores y canaleros desempeñen eficientemente sus labores. Memorandum técnico 192.
- 5.- ERNES F. B. et al. 1976. Handbook of Hydraulics. Ed. Mc Graw-Hill. Inc. 8a. edición.
- 6.- PALACIOS V.E. 1979. Manual de operación de Distritos de Riego. Depto. Irrigación. Universidad Autónoma de Chapingo.
- 7.- SECRETARIA de Recursos Hídricos. 1967. La medida de agua para riego. Memorandum técnico 242.
- 8.- SOTELO, A.G. 1979. Hidráulica general. Volumen 1. Ed. Limusa.

- 9.- SPRIRGELL G. R. 1970. Hidrología. Instituto de Ingeniería. UNAM.
- 10.- TECNICA del Riego, Fertilidad y Explotación de los Suelos. 1963. D.W. Thorne. Ph.D. Primera edición español.
- 11.- ZIEROLD R.L. 1973. Utilización de las compuertas de las bocatomas y represas como estructuras aforadoras. Memorandum técnico No. 196. S.R.H.

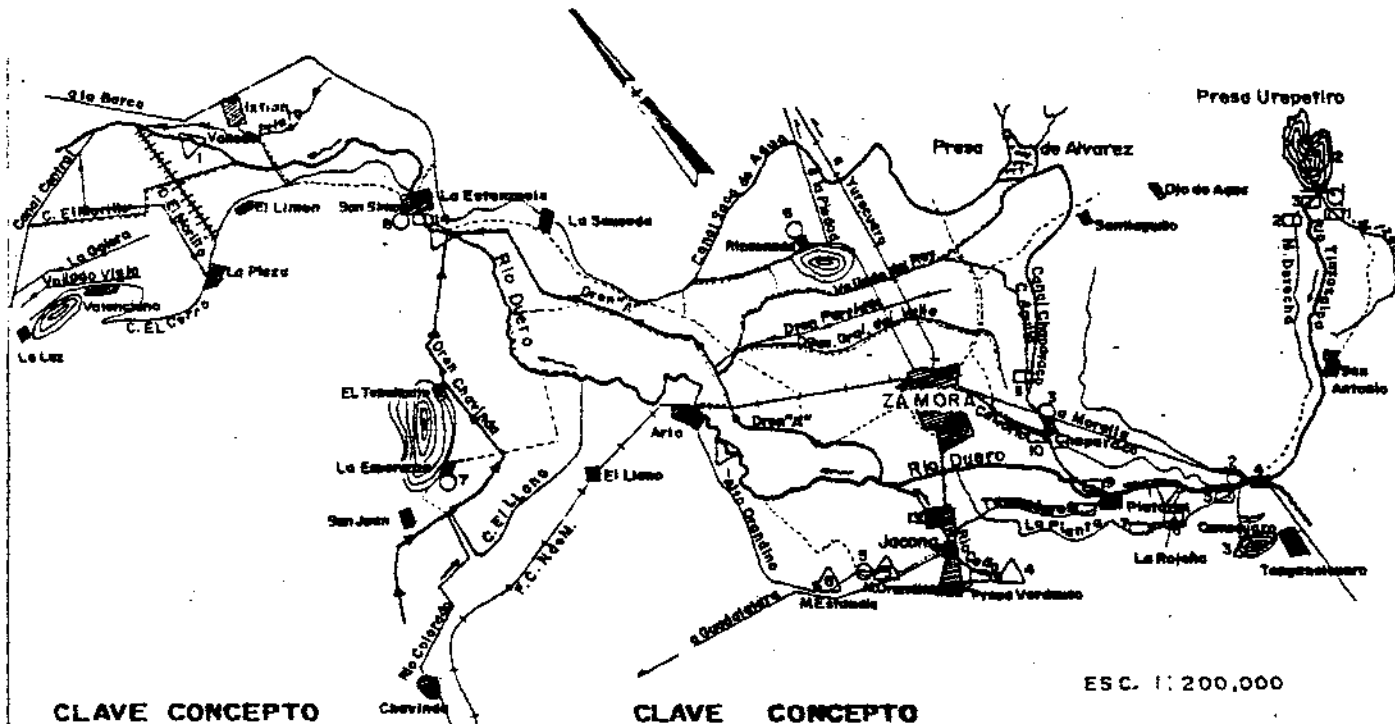


SARH

DIRECCION GENERAL DE DISTritos  
Y UNIDADES DE RIEGO.

DISTRITO DE RIEGO No. 61

ZAMORA, MICH.



ESC. 1:200,000

CLAVE CONCEPTO

△ FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

1. RIO DUERO
2. PRESA UREPETIRO
3. CAMECUARO
4. PRESA VERDUZCO
5. M. ORANDINO
6. M. LA ESTANCIA

□ PRINCIPALES PUNTOS DE CONTROL HIDROM.

1. MARGEN IZQUIERDA
2. DERECHA
3. RIO TLAZAZALCA
4. RIO DUERO (Adjuntas)
5. LA PLANTA
6. LA ROJENA
7. EL SEIS
8. TAMANDARO
9. CHAPARACO
10. EL CALVARIO
11. EL AGUILA
12. RIO CELIO (Inicio)
13. RIO CELIO (Puente Carretera Zamora, Jacoma)
14. RIO DUERO (San Simón)

CLAVE CONCEPTO

○ ESTACIONES EVAPOTERMOPLUVIOMETRICAS

NOMBRE	COORDENADAS DE LOCALIZACION		
	LONGITUD	LATITUD	ASNM. (m)
UREPETIRO	102° 18'	19° 37'	1734
ADJUNTAS	102° 12'	19° 37'	1630
CHAPARACO	102° 31'	19° 31'	1633
ZAMORA	102° 35'	20° 00'	1567
ORANDINO	102° 25'	19° 32'	1633
RINCONADA	102° 11'	20° 02'	1570
LA ESPERANZA	102° 21'	20° 03'	—
SAN SIMON	102° 24'	20° 03'	1550

CARACTERISTICAS

GENERALES  
Y  
VARIABLES

1984