

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ENTREGA DEL AGUA DE RIEGO POR DOTACION VOLUMETRICA

T E S I S

SERGIO OCHOA VILLANUEVA

1992

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



ENTREGA DEL AGUA DE RIEGO POR DOTACION VOLUMETRICA

T E S I S

**SOMETIDA A LA CONSIDERACION DEL
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DE LA**

UNIVERSIDAD DE SONORA

P O R

Sergio Ochoa Villanueva

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

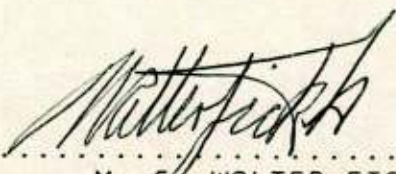
1992

Esta Tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO

CONSEJO PARTICULAR:

ASESOR:



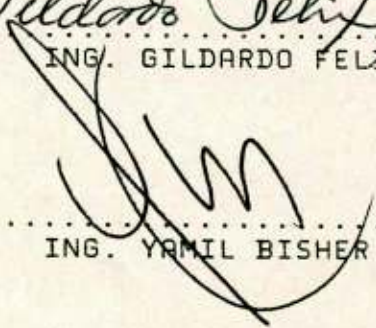
M. S. WALTER FICK AMMAN

CONSEJERO:



ING. GILDARDO FELIZ ESPINOZA

CONSEJERO:



ING. YAMIL BISHER ALVAREZ

C O N T E N I D O

	Pag. No.
I. INTRODUCCION	
Valle del Yaqui	1
Cuenca del Río Yaqui	3
Sistema de Presas	4
Texturas	8
Salinidad	8
Infraestructura	9
Disponibilidad Hidráulica	10
II. REVISION LITERATURA	
Palacios E. 1979	11
Isreelsen O. W. et. al 1975	12
III. MATERIALES Y METODOS	
Aforo con Medidor Totalizador Volumetrico	16
Dotación Volumétrica	22
Desarrollo de Trabajo	24
1. Antecedentes	24
2. Rotación de Cultivos Factibles	24
3. Balance Hidráulico	24
3. Establecimiento de una Sección Piloto	27
3.1 Normas establecidas Sección Piloto	27

3.2	Resultados Obtenidos	29
3.3	Conclusiones en la Sección Piloto	31
IV.	COMPARACION RESULTADOS DE LA SECCION PILOTO CON LOS DEL DISTRITO DURANTE LOS MISMOS AÑOS AGRICOLAS	34
V.	CONCLUSIONES GENERALES	35
VI.	RECOMENDACION PARA IMPLANTAR SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO	36
VII.	PROPUESTA	40

A N E X O D E F I G U R A S :

- No. 1. RECETA DE RIEGO (TECNICA DE RIEGO).
- No. 2. PATRONES DE RIEGO PARA DIFERENTES ROTACIONES DE CULTIVOS.
- No. 3. DISPONIBILIDAD HIDRAULICA DEL DISTRITO.
- No. 4. SUPERFICIES, VOLUMENES Y LAMINAS NETAS DE RIEGO APLICADAS EN LA SECCION DE RIEGO No. 6 (PILOTO).
- No. 5. EFICIENCIAS DE LA SECCION PILOTO.
- No. 6. RESUMEN DE DISTRIBUCION DE AGUAS, EN EL DISTRITO DE RIEGO.

A N E X O D E P L A N O S

- No. 1. CUENCA DEL RIO YAQUI Y SUBCUENCAS.
- No. 2. TRAZO DE RIEGO (TOPOGRAFIA).
- No. 3. TOMA GRANJA PARA MEDIDOR VOLUMETRICO.
- No. 4. TIPOS DE SUELOS.
- No. 5. SECCION DE RIEGO: SEIS (C. P. B.).

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES +

A MI ESPOSA OFELIA
A MIS HIJOS MARIANA Y CARLOS,
SERGIO, TRICIA

A MI HERMANA LYDIA POR SU ESFUERZO
Y PACIENCIA
A LUIS Y LYDIA
A ENRIQUE
A JOSE Y RAQUEL
A MAX Y ESTHER
A MARIANO Y NOEMI
A MIS SOBRINOS

A ING. FAUSTO MENDOZA RIVERA +
A ING. ARMANDO FLORES RUIZ

A MIS MAESTROS
A MIS COMPAÑEROS DE GENERACION
A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO

R E C O N O C I M I E N T O S

AL ING. ILDEFONSO DE LA PEÑA, por su invaluable colaboración, por idear, calcular, conformar y hacer posible que se realizará éste trabajo en la Sección Piloto.

A todos y cada uno de mis compañeros que tomaron parte en forma directa para conformar y llevar a la práctica este trabajo.

A Ing. José Enriquez Duarte

A C. Manuel Limón Espinoza.

A mi Asesor ING. WALTER FICK AMMAN.

A Margarita Curiel R. por su inapreciable labor.

A mis compañeros de Oficina.

R E S U M E N

Demostrar que con la Dotación Volumétrica se puede eficientizar los riegos, provoca el ahorro del agua y da por resultado el aumento del área de siembra, y por ende una mayor producción de alimentos.

Se justifica el trabajo, principalmente porque en los Análisis Hidrométricos, aparecen láminas de agua de riego altamente desproporcionadas que no se apegaban a los usos consuntivos de todos los diferentes cultivos que se siembran en el Distrito, se vió que por regar con el método de libre demanda, muchos de los riegos no se justificaban, además de que los cargos que se le hacen a los usuarios son muy onerosos, por no tener los usuarios en que apoyarse para hacer los reclamos en los cargos que muchas veces sí eran justificados, ya que al no tener un Patrón de Riegos y una estructura aforadora confiable, no había una limitante, ya que se guiaban solamente por turnos de riegos, y a veces no les surtían el gasto efectivo para cubrir el número de hectáreas en las 24 horas.

Se escogió demostrar éste Método de Riego, porque siendo la limitante, la falta de agua en el Distrito por la escasez de lluvias teníamos que verificar que con ésta método, se debe y puede ahorrar el agua de riego, y además eficientizando el mismo y obtener mayores producciones, y además de contar con la Infraestructura necesaria podíamos adecuarla para este propósito y teniendo la técnica y el personal capacitado, podíamos cambiar la mentalidad a los usuarios, ya que ellos se adaptan a los cambios para su mejoramiento.

I. INTRODUCCION.

EL VALLE DEL YAQUI

Es una planicie que emergió del Golfo de California y que con el correr del tiempo y las constantes aguas torrenciales, regadas por el Río Yaquí, dió forma y nombre al Valle del Yaquí.

Esta región en un tiempo fué habitada solamente por indios Yaquis, los que se dedicaban a la caza, a la pesca y a la recolección de frutos para subsistir.

El 5 de Octubre de 1533, los españoles llegaron hasta el margen izquierdo del Río Yaquí, y fué hasta 1623 que los padres Jesuitas comenzaron a evangelizar y colonizar estas tierras y fundaron los tradicionales Pueblos Yaquis: Cócorit, Bácum, Vícam, Torím, Pótam, Huírivis, Rahum y Belem.

En el año de 1890, Don Carlos Connant Maldonado, se le otorga la concesión de abrir al cultivo 300,000 Has., en las margenes de los ríos Fuerte, Mayo y Yaquí. El Sr. Connant formó en Nueva York la compañía Sonora & Sinaloa Co., con capital norteamericano y se proyectó y contruyó sobre el lecho del Río, en el Poblado de Hornos, la represa derivadora de la bocatoma del canal construido de 40 Kilómetros de longitud.

Después de declararse en quiebra esta Compañía en 1902, en esos

años el Gobierno Federal, nombra a la Comisión Científica, quien diseñó y construyó el Canal Porfirio Díaz y Marcos Carrillo, abriéndose al cultivo 4,000 has.

Posteriormente se formó La Compañía Constructora Richardson, que en 1905 se hizo cargo de la concesión otorgada a La Compañía Sonora & Sinaloa, y ésta compañía puso en uso 40,000 has., y fué obligada a vender al Gobierno Federal sus acciones en 1928.

En 1941 la Comisión Nacional Irrigadora, terminó de contruir La Presa Lázaro Cardenas "La Angostura", por Decreto Presidencial se establece el Distrito de Riego el 27 de Junio de 1951 y su operación queda a cargo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Por lo cual en las décadas de los 40 a los 70, se inicia la construcción del sistema de presas "Alvaro Obregón" de 1947 a 1951, Plutarco Elías Calles de 1954 a 1964, así como la apertura de las áreas de riego del Canal Bajo de 120,000 Has., Canal Alto 100,000 Has., Canal Colonias Yaquis 25,000 y todos los canales y drenes.

CUENCA DEL RIO YAQUI

La cuenca hidrológica del Río, está situada entre los paralelos 27 y 32 grados longitud norte y los meridianos 106 y 111 grados longitud oeste, cuenta con una superficie de 95,000 Km² de estos de 23,548 Km². están situadas aguas abajo de la Presa del Oviacnic o sea el desembocadura del Río y Cuencas de arroyos que no se pueden utilizar sus aguas. Los otros 71,452 Km² que son la parte alta de la cuenca, está dividida en varias subcuencas de los afluentes del Río Yaqui, que son: (Vease Plano 1)

RIO PAPIGOCHIC	15,583 KM ² .
RIO HAROS	13,082
RIO BAVISPE	23,477
RIO MOCTEZUMA	7,168
RIO YAQUI	12,142

La parte norte de la cuenca, cuenta con pequeñas áreas de 4,000 Km². en los estados de Arizona y Nuevo México en los Estados Unidos y otra parte, también en la región cercana del vecino Estado de Chihuahua y tiene sobre esta su máxima altura 3,000 Mts. snm.

Sus precipitaciones son las de verano en los meses de Julio a Octubre y en invierno es menor su precipitación, pero es cuando ocurren sus mayores avenidas. El estiaje es de Mayo a Junio, su precipitación mayor ocurre sobre la cuenca del Río Haros 1,400 mms. anual, la menor 250 mms de precipitación en el valle.

La temperatura también varía a través de la cuenca, lo que

LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES :
TERMOPLUVIOMETRICAS

ISOYETAS (Lluvia media anual en m.m.)
PERIODO 1931 - 1970

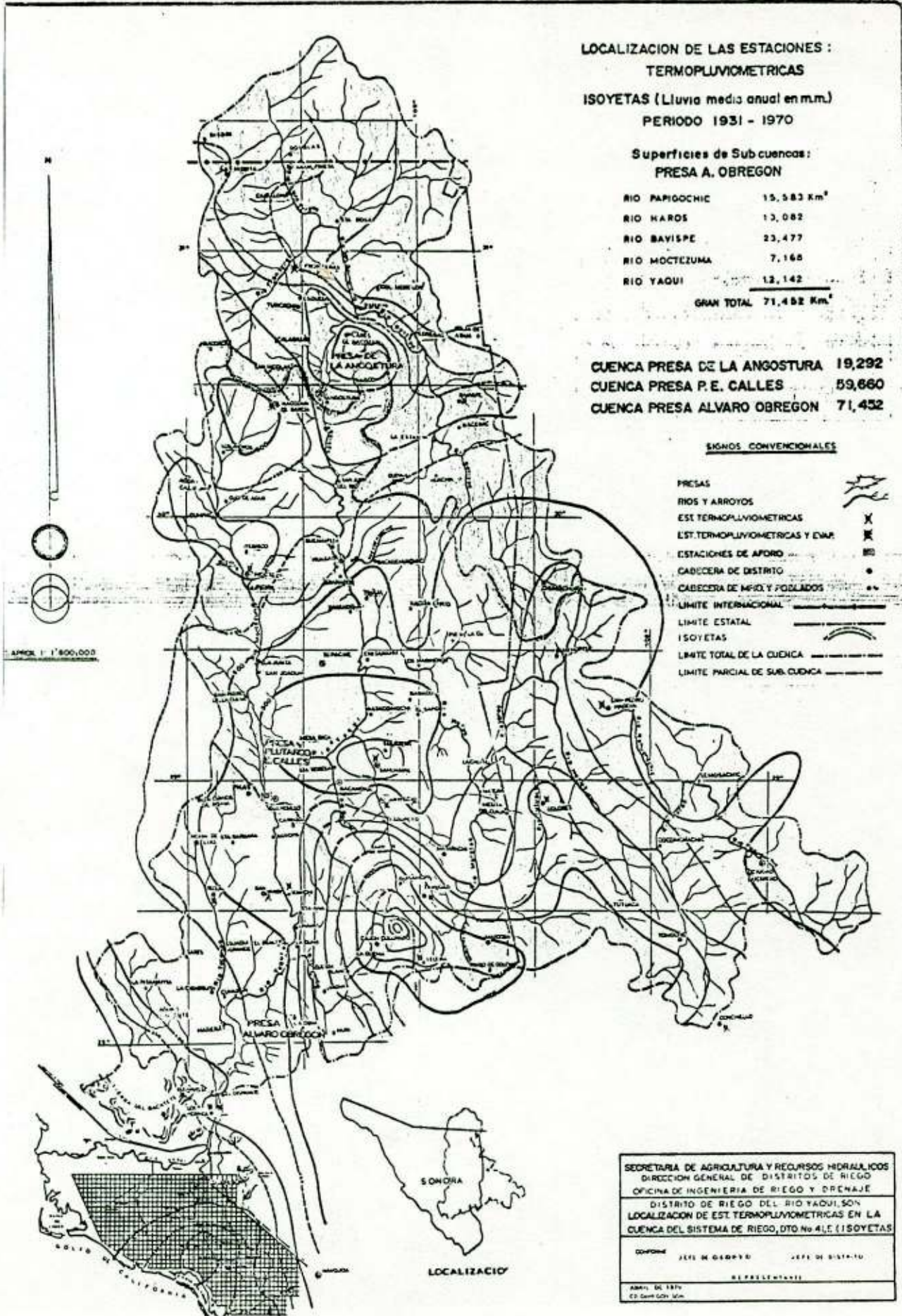
Superficies de Subcuencas:
PRESA A. OBREGON

RIO PAPIOCHIC	15,583 Km ²
RIO HAROS	13,082
RIO BAVISPE	23,477
RIO MOCTEZUMA	7,160
RIO YAQUI	12,142
GRAN TOTAL	71,482 Km²

CUENCA PRESA DE LA ANGOSTURA	19,292
CUENCA PRESA P. E. CALLES	59,660
CUENCA PRESA ALVARO OBREGON	71,452

SIGNOS CONVENCIONALES

PRESAS	
RIOS Y ARROYOS	
EST. TERMOPLUVIOMETRICAS	X
EST. TERMOPLUVIOMETRICAS Y EVAP.	⊗
ESTACIONES DE AFORO	⊠
CABECERA DE DISTRITO	•
CABECERA DE NEGRO Y FODILADOS	⊙
LIMITE INTERNACIONAL	—•—•—•—•—
LIMITE ESTATAL	—•—•—•—•—
ISOYETAS	
LIMITE TOTAL DE LA CUENCA	—•—•—•—•—
LIMITE PARCIAL DE SUBCUENCA	—•—•—•—•—



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
 OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE
 DISTRITO DE RIEGO DEL RIO YAQUI, SON
 LOCALIZACION DE EST. TERMOPLUVIOMETRICAS EN LA
 CUENCA DEL SISTEMA DE RIEGO, DTO No 41E (ISOYETAS)

CONFORME JEFE M. GARRIDO JEFE DE DISTRITO

REPRESENTANTE

ABRIL DE 1979
 CD. Juan Soto, M.C.

ocasiona fuertes nevadas y los deshielos dan fuertes aportaciones al caudal del río. En el valle se registran las temperaturas máximas hasta 47 grados, con el verano, también hay a lo largo de las poblaciones del río, estaciones pluviométricas así como estaciones para medición de escurrimientos.

El Río tiene una longitud de 800 Kms. con escurrimiento medio anual de 2914.9 millones de M3., estos escurrimientos se han hecho a través de 60 años de observaciones (ver Plano de Cuenca).

EL SISTEMA DE PRESAS

La primera presa que se contruyó sobre la cuenca hidrológica del Río Yaquí, fué la Presa Lazaro Cárdenas " Angostura " y está construída de concreto armado en los años de 1937 a 1941, sobre el Río Bavispe.

Su capacidad total es de 864,2 MM3 a 830.7 Mts. de elevación snm., con un embalse de 3,792 Has., con la sobre elevación en el vertedor con agujas de 1.50 Mts. se captan 921.2 MM3 con un embalse de 3,945 Has. Su capacidad total con esta sobre elevación es de 1,266.8 MM3 y su capacidad de azolve es de 126.6 MM3 con embalse útil de 794.6 MM3.

La Presa Gral. Plutarco Elías Calles " El Novillo ", es también de tipo de concreto armado y se contruyó en los años 1959 a 1964, con el objetivo de generar energía eléctrica con capacidad de 135,000 KW en sus 3 turbinas, fué contruída por la C. F. E.

Está localizada en los municipios de Villa Pesqueira y San Pedro de la Cueva, a 250 Kms. de la Presa La Angostura.

Su cuenca abarca una superficie de 40,348 Km². y la forman los Ríos Moctezuma, Bacanora, Haros, Bacadehuachi, Mulatos, Tutuaca, Nahuerachic y Papigochic; tiene una precipitación media de 5,431 mms. y evaporación de 2,391 mms., con capacidad de 3,020 MM³ con elevación de 291 Mts. snm (nivel de compuertas cerradas), con un embalse de 10,200 Has. y una longitud del embalse sobre el cauce de 70 Kms.

Su capacidad máxima con sobre elevación de agujas es de 3,660 MM³. y su capacidad a nivel de turbinas es de 602.5 MM³., a éste nivel se generan 14,000 KW, quedando una capacidad disponible de 2,417.5 MM³.

Presa Alvaro Obregón "OVIACHIC", nombre con que se le conoce por el cerro en que se contruyó, su cortina es del tipo flexible mixto material impermeable consolidado arcillas, grava arena y enrocamiento, está ubicada en el Municipio de Cajeme a 40 Kms. de Obregón, 200 Kms. aguas abajo de la Presa "El Novillo" y 130 Kms. de la desembocadura del río en el Golfo de California. Su cuenca tiene una superficie de 11,192 Km² y la forman los Ríos Yaqui y Tecoripa Chico, con una precipitación anual de 413,9 mms. y una evaporación de 2,615 mms.

Se construyo ésta Presa, para aprovecharla como almacén de agua de riego y generar energía eléctrica, genera 19,200 KW.

Su capacidad es de 2,989.2 MM3 a nivel cresta del vertedor con una superficie de embalse de 16,456 Has., longitud del vaso sobre el cauce es de 60 Kms., con la sobre elevación en el vertedor con agujas, capta 3,226.7 con un embalse de 17,224 Has.

Su capacidad total al máximo central de avenidas es de 4,200 MM3 con capacidad de azolve de 500.4 MM3, su capacidad de embalse útil incluyendo sobre elevación es de 2,726.3 MM3.

El Valle abarca un área de 23.548 Km2, tiene un clima desértico con humedad deficiente todo el año, tiene una precipitación anual de 261.6 mms., con lluvias en verano donde se registran 10 veces más número de lluvias en el mes más húmedo comparado con el más seco. La temperatura media anual es de 22 grados centígrados con mínimas extremas de 0 a 5 grados centígrados en los meses de Enero y Febrero y una máxima de 47 grados centígrados en Julio y Agosto; la insolación máxima se presenta en tiempos de sequía en los meses de Marzo a Julio, las horas sol al mes y al año es elevado con relación a días nublados.

Los vientos dominantes de Otoño e Invierno son moderados al Norte y Noroeste y del Sur Suroeste el resto del año, estos llegan a ser fuertes antes de llover y es común en los meses de Septiembre y Octubre cuando hay formación de tormentas en el Pacífico.

Los suelos del Valle se formaron por el constante y milenario acarreo del Río Yaqui, por lo cual están formados por diversos materiales minerales.

El Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui, Sonora, se localiza en la parte sur del Estado de Sonora; en la planicie costanera del Golfo de California, abarca parte de los Municipios de Guaymas, Bacúm, Navojoa, Etchojoa y Cajeme.

Está comprendido entre los paralelos 27 y 27.40 grados y meridianos 109.45 y 110.20 grados, su altitud sobre el nivel del mar, varía de 5 a 50 Mts. con una altura media de 30 Mts., una pendiente media que corre hacia el Suroeste de 1.50 Mts/Kilómetros hacia el Golfo de California.

Este Distrito fué diseñado uniformemente en un área compacta y repartida en Manzanas, formadas por calles situadas a cada 2 Km., orientadas astronómicamente de Norte a Sur y de Oriente a Poniente.

Drenes y Canales se construyeron paralelos a las calles para su mejor manejo del agua de riego y desalojo de aguas plubiales y drenaje profundo en las Manzanas de 400 has.

En la parte Norte de la cuadrícula está la Calle Base de Oriente a Poniente y atravezada a ella, está la Calle Meridiano en la parte central de la cuadrícula, las calles paralelas es la Meridiano, ubicadas al oeste se numeran Nones y hacia el Este de la Meridiano se numeran Pares, lo mismo sucede con las calles paralelas a la Base hacia el Sur se numeran a la 100, 200, 300, etc.

Uno para su nomenclatura, toma primero el número de la calle que pasa por su lado Sur, enseguida si está al Oeste de la Calle

Meridiano, el número de la calle está a su lado Oeste, pero si está al lado Este de la Meridiano, toma el número de la calle que está en su lado Este.

La superficie total del Distrito es 233,166 Has., de la cuales 218,000 Has. son regables, la distribución es como en el siguiente cuadro:

UNIDAD	No. ZONA	No. A.C	E J I D A L		C O L O N O		PEQ. PROP.	
			USUARIO	SUP.	USUARIO	SUP.	USUARIO	SUP.
01 CAJEME	3	14	4,071	32,437	25	411	725	15,444
02 V. JUAREZ	4	16	4,588	35,141	365	5,354	1,685	28,963
03 BACUM	4	11	3,823	31,557	218	2,013	1,799	27,858
04 P. YAQUI	3	09	3,466	31,689	45	597	1,158	22,302
<hr/>								
T O T A L:	14	50	15,948	130,224	656	8,375	5,347	94,567

TOTAL DTTO.

USUARIO	SUP.
4,521	48,292
6,635	69,458
5,820	61,428
4,672	53,988
<hr/>	
21,951	233,166

TEXTURAS

Por su textura se tiene un 60% de suelos pesados (barrial), 30% de suelos medios y 10% de suelos ligeros.

SALINIDAD

La salinidad en el Distrito de debe a que está en la planicie

costera y en épocas pasadas el valle estuvo invadido por el mar, que al retirarse dejaron depósitos de sales alcalinos, además del acarreo de los arroyos y ríos al desintegrarse las rocas y conducidos en soluciones.

La salinidad en algunos terrenos ha sido por drenaje deficiente para lo cual IDRYD, se ha dado a la tarea de hacer estudios y aplicar los métodos de riego más avanzados para abatir sales, aplicar mejoradores de suelos y construcciones de drenes interiores.

Por análisis del PSI a 1989, terrenos analizados y clasificados del Distrito:

NORMAL	206,015
SALINO	8,993
SALINOSODICO	10,538
SODICO	3,177

	228,273 Has.

INFRAESTRUCTURA

El Distrito se divide en 4 Unidades, 14 Zonas, 96 Secciones y éstas últimas integradas en 50 Asociaciones Civiles, esto como primer paso a la transferencia del Distrito a los Usuarios.

La red de distribución, cuenta con 2,774 Kms. de canales, Canal Principal Alto 120 Kms., con 45 Kms. revestidos con capacidad de 110 M3/Seg. riego 100,000 Has. El Canal Principal Bajo, 96 Kms. de largo con capacidad de 120 M3/Seg., riega 120,000 Has., los

laterales, sublaterales y ramales, alcanzan una longitud de 2,558 Kms. con una eficiencia de conducción de 60% y a nivel de parcela alcanzará el 75%.

Cada año conducirá más de 2,000,000 MM3 y los pozos proporcionan 500 MM3.

Tenemos 431 Kms. de drenes colectores. 1,920 Kms. de drenes primarios y secundarios, 668 Kms. de drenes parcelarios, todo esto para abatir la salinidad y recolectar aguas pluviales.

Muchos de los drenes colectores, acarrean agua dulce y ligeramente salinas, por lo que tienen equipos de bombeo para utilizarla como agua de retorno con 169 equipos y se recuperan 60 MM3 por año.

DISPONIBILIDAD HIDRAULICA

Los escurrimientos del Río Yaquí, a través de 60 años de observaciones es de 2,9419.9 MM3 y tenemos 3 Presas para su almacenamiento y tienen una captación de 6,873 MM3 normalmente, pero con sobreelevación de agujas en el vertedor tenemos 7,168.0 MM3., tenemos 335 pozos y nos aportan 450 millones de M3.

II. REVISION DE LA LITERATURA

PALACIOS E. 1979

Cuando se habla de la Distribución del Agua, es comun hacer referencia al método de entrega, aunque para lograr un manejo eficiente de los canales solo se utilizan dos métodos de características similares, suele mencionarse un tercero, que es la entrega en demanda libre; sin embargo, solo en distritos con característica muy especial puede utilizarse este sistema, ya que requiere mantener los canales llenos casi a toda su capacidad y desde luego no puede programarse la entrega al usuario; además en época de gran demanda, lo comun es que el canal no sea capaz de abastecer todas las tomas porque la suma de capacidad de todas las tomas es varias veces superior a la del caudal, este método se utiliza en algunos distritos de riego en Francia en donde su parte de distribución se realiza por tubería para riego por aspersión.

Los métodos de entrega son la demanda bajo el control y el tandeo para los casos donde hay escasez de agua, el tandeo permite una distribución más eficiente; sin embargo también en muchos distritos es difícil establecer un orden de riegos debido a la diversificación de cultivos y otros problemas que impiden seguir un tandeo bien programado.

Por otra parte, con éste método se entrega el agua de acuerdo al período de tandeo que, por lo general, no coinciden con los

requerimientos del cultivo, ocasionando altas tensiones en el suelo que puede reducir considerablemente los rendimientos.

Por lo tanto, el método más utilizado es la demanda controlada, en el cual los usuarios solicitan el agua, se formula un programa y se les entrega de acuerdo a éste, como se ha visto anteriormente.

ISRAELSEN O. W. ET. AL. 1975

La ciencia del riego no se limita a la aplicación del agua al suelo, sino que comprende todo el proceso desde la cuenca hasta la parcela y desde ésta al canal de drenaje, a los expertos en riegos les incumbe el estudio de las fuentes de agua, de las corrientes que las transportan, regulación y la distribución y los problemas de drenaje que surgen como consecuencia de las prácticas de riego, la consideración de una parte del sistema de riego, sin tener en cuenta los otros componentes, conduce a proyectar deficientemente y sin un plan adecuado.

Las características de los manantiales, entre las que se consideran la naturaleza de la vegetación y la capacidad de retención del suelo y el subsuelo, influyen considerablemente sobre el rendimiento del agua de riego, de la misma manera, las características del curso del agua, las ramificaciones construidas y las medidas encaminadas a remediar las pérdidas por filtración, así como la utilización del agua a lo largo del curso de los canales,

constituyen datos fundamentales para el Ingeniero en Irrigación, en la parcela es de primordial importancia, la distribución, sistema de aforo y las acequias, el trazado del sistema de riego en la parcela, el método de control y la disposición del agua en exceso tiene también vital interés.

La disposición del agua en exceso tiene la misma importancia que su adquisición, aunque desgraciadamente sucede con demasiada frecuencia que los riegos se proyectan sin planear adecuadamente la utilización de las aguas residuales.

ECONOMIA DEL RIEGO

Como quiera que la implantación del riego se realiza en gran parte para aumentar beneficios, la economía tiene un papel importante a la hora de la valoración y los beneficios mayores que se producen como consecuencia de una mayor eficiencia productiva, repercuten en los precios más bajos a los consumidores, que a su vez motivan mayor consumo de alimentos y fibras.

III. MATERIALES Y METODOS

Se hicieron mejoras en todas las estructuras sobre el canal lateral, compuertas, represas; además de hizo limpia de canales, control de malas hierbas, limpia y acondicionamiento de drenes laterales e interiores, etc.

A cada una de las parcelas en la Sección Seis Piloto, se le hizo un levantamiento topográfico para buscar el más adecuado trazo de riego, se levantaron las cotas con bancos de nivel ya establecidos, en cuadrícula sobre el terreno a cada veinte metros, se tomó nivel de agua máxima en regadera, fondo del canal y entrada de agua; todo esto se hizo con una brigada topográfica, consistente en un topógrafo, cuatro estadaleros y cinta métrica.

Se empezó midiendo el terreno con banderillas ó estacas visibles a ambos lados de la parcela, y se empezaba tomando las cotas de cada uno de los puntos sobre el terreno, siempre y cuando la parcela estuviera uniforme, pues se partía de líneas en ángulo recto pero si había disconformidad se medía los trozos, ejemplo: curvas sobrantes fuera de línea, posteriormente se hacía el trazo de gabinete y se vaciaban los datos en papel cuadrículado en escala 1:2000, posteriormente se interpolaban cotas del mismo nivel con cotas por cada 10 metros.

A través de éste plano se podía dictaminar la necesidad de nivelar científicamente, emparejar con Landplane de acuerdo a los desniveles que presentaban.

Posteriormente sinó había la necesidad de nivelar, sobre el mismo plano se sacaba la pendiente natural del terreno para proyectar trazos de riego, con la pendiente más adecuada según texturas, se trazaban contra canales si era necesario, así mismo los desagües.

Ya con el plano del terreno se le entregaba al usuario con dirección de surquería, separación de surcos dependiendo del cultivo, distancia máxima de riego y todo esto se le trazaba en el campo.

A los usuarios ó mayordomos se les daba instrucciones y ellos realizaban el trabajo en el campo. Vease Plano 2.

Posteriormente de acuerdo al plano topográfico, se instalaron las estructuras aforadoras de concreto con diámetros de 18 y 24 pulgadas, de acuerdo con la capacidad del canal con anclajes de aluminio atornilladas a las estructuras a la salida del orificio, para así instalar el medidor volumétrico, ya fuera en determinado momento ó permanentemente, vease Plano No. 3.

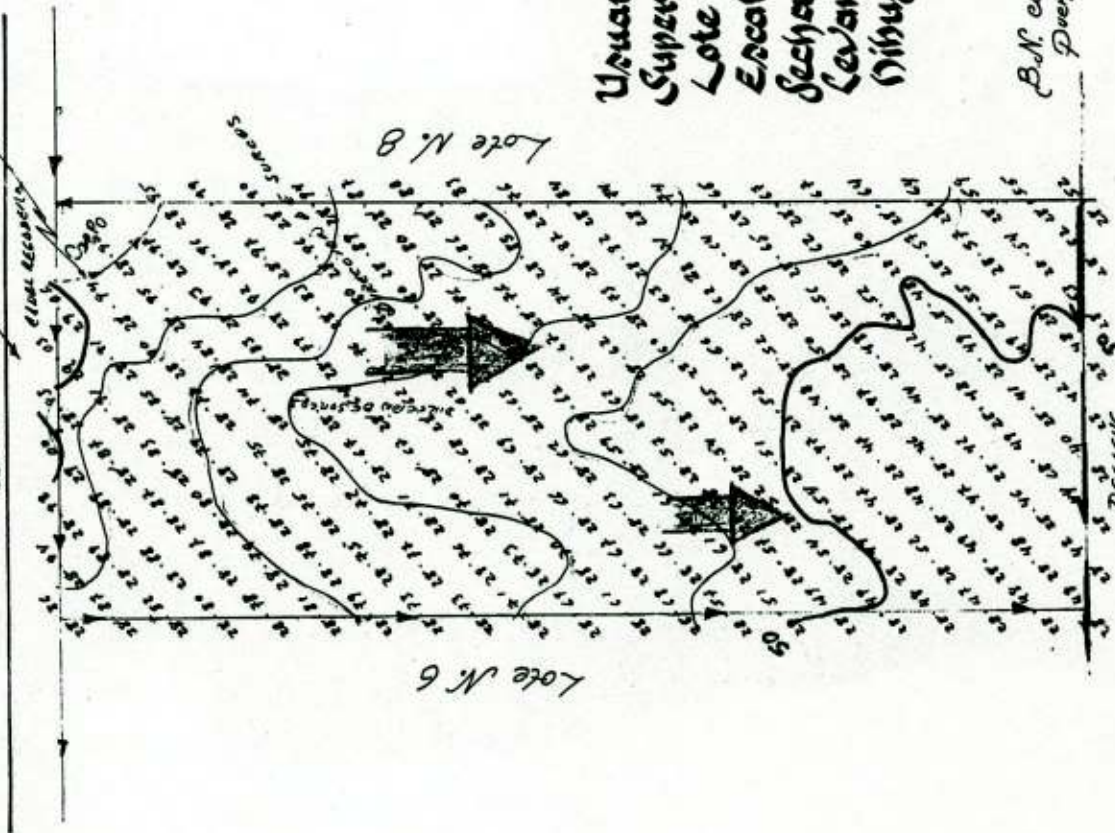
Estas estructuras deben tener una longitud no menor de 3 Mts. y hasta 6 Mts. de largo para que trabajen ahogadas. Se instalarón en las entradas de las parcelas regularmente y previniendo que la parte superior del orificio esté a nivel del fondo del canal regadera y la estructura tiene entrada y salida de concreto en forma de abanico con un ángulo de 27 grados para evitar entrada de azolves.

El medidor volumétrico de un sistema de relojería, semejantes a los que se utilizan para medir gastos y volúmenes en pozos, de

Block 709

Colle 609

F.C. 2855
P.M. 2910



Block: 709
 Usuario: Rufino Rochin Leyva
 Superficie: 10.00.00 Has.
 Lote: 7
 Escala: 1:2500
 Fecha: 17/05/89
 Levanto: Juan Maccareño V.
 Dibujo: G. Barco. S.

B.N. elev. 30.252 %
 Puente sobre Colle 609 y 7

fabricación nacional hechos en Navojoa, Sonora; marca Crockwell.

**AFORO CON MEDIDOR TOTALIZADOR VOLUMETRICO.
TOMADO DE BOLETIN INFORMACION TECNICO 1986 No. 9 S.A.R.H.**

Para hacer un aforo con medidor totalizador volumétrico, se debe contar con una estructura volumétrica de orificio circular, las estructuras que se usaron para este propósito (Sec. 6), son de 18" y 24" (diámetro). Al hacer el aforo, primero se ve si la estructura es de 18" ó 24" de diámetro, si es de 18" se utilizará un medidor calibrado para esa medida, si es de 24" se hará lo mismo, ya que para cada diámetro de tubos hay medidores calibrados.

Para determinar el gasto instantaneo, se deberá cronometrar una vuelta completa de la aguja del medidor (reloj). En los medidores calibrados para 18" de diámetro, una vuelta completa equivale a 1M3; y en los medidores de 24" de diámetro una vuelta completa equivale a 10M3.

Al conocer el tiempo que tarda en pasar ese volúmen, se puede determinar el gasto, ya que:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Suponiendo que para pasar 1M3 se necesitarán 10 segundos, para determinar el gasto ó volúmen por segundo, se divide el volúmen entre el tiempo.

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{1M3}{10 \text{ Seg.}} = 0.1 \text{ M3/seg.} = 100 \text{ L/S}$$

Si se quiere utilizar un medidor calibrado para una estructura de 18" de diámetro en una estructura de 24", es gasto que dé se deberá multiplicar por 1.7778

$$Q \text{ Real} = Q \text{ Aforado} \times 1.7778$$

Si se quiere utilizar un medidor calibrado para una estructura de 24" de diámetro en una estructura de 18", el gasto que dé deberá multiplicarse por 0.5625

$$Q \text{ Real} = Q \text{ Aforado} \times 0.5625$$

RELACION TIEMPO - GASTO REAL UTILIZADO
 MEDIDOR DE 18", TANTO PARA ESTRUCTURAS
 DE 18" COMO DE 24" DE DIAMETRO

FACTOR DE CORRECCION = 1.7778 (SOLO PARA ESTR. DE 24" DIAMETRO)

Tiempo de 1M3 en Segundos	Q (L.P.S.) Estr. 18"	Q (L.P.S.) Estr. 24"
7	143	254
8	125	222
9	111	197
10	100	178
11	91	162
12	83	148
13	77	137
14	71	126
15	67	119
16	63	112
17	59	106
18	56	100
19	53	94
20	50	89
21	48	85
22	45	80
23	43	76
24	42	75
25	40	71

RELACION TIEMPO - GASTO REAL UTILIZANDO
 MEDIDOR DE 24", TANTO PARA ESTRUCTURAS
 DE 18" COMO DE 24" DE DIAMETRO

FACTOR DE CORRECCION = 0.5625 (SOLO PARA ESTR. DE 18" DIAMETRO)

Tiempo de 1M3 En Segundos	Q (L.P.S.) Estr. 242	Q (L.P.S.) Estr. 18"
4	250	141
5	200	113
6	167	94
7	143	80
8	125	70
9	111	62
10	100	56
11	91	51
12	83	47
13	77	43
14	71	40
15	67	37
16	63	35
17	59	33
18	56	31
19	53	30
20	50	28
21	48	27
22	45	26

Después de hacer lo anteriormente expuesto, a cada usuario se le formuló una guía de riego para cada cultivo, donde se le indicaba la lámina de riego por aplicar, el intervalo de riego en días, tiempo ó avances de riego por turno de acuerdo con el gasto que se utilizó. Vease Plano No. 2 y Figura 1.

Se le hacían las lecturas del medidor al inicio del riego, se tomaba la numeración del reloj (cuando se dejaba permanentemente hasta finalizar el riego), se tomaba otra lectura al medio día y otra por la tarde, de acuerdo con la guía de riego programada y con el gasto establecido y de acuerdo a los avances por turno ó por cada 12 horas se hacían los ajustes necesarios, para aplicar la lámina de riego preestablecida. Las lecturas se hacían en una bitácora diaria para cada usuario y al final del día se pasaba a una hoja individual el gasto promedio, así como volúmen por turno al final del riego se cuantificaba volúmen y tierra regada para obtener lámina aplicada.

Antes de dar la guía de riego a los usuarios ó en su defecto a los regadores, se les daba una explicación de como debía distribuir el gasto por sifones y cuanto debían descargar cada uno de ellos, como debían hacerlos trabajar para hacerlos descargar ó acortar el gasto, a que distancia debía de cortar el riego para evitar coleos, etc.; inspeccionar que el medidor no se obstruyera principalmente con ramas, zacate ó algas sueltas, antes de cada riego se calibraban los medidores en el canal de tara de la S.A.R.H., y se prevenía a los zanjeros que evitaran que los medidores se golpearan para evitar se desfasaran en la medida.

MANZANA	709
Nº DE LOTE	7
USUARIO	Rufino Rochin Leyva
SECCION	SEIS
UNIDAD	IV

TECNICA DE RIEGO

RECOMENDACIONES PARA EL RIEGO		PROGRAMA Y CALENDARIO			
CULTIVO: <u>TRIGO</u>		RIEGO DE LAS TABLAS			
SEPARACION ENTRE SURCOS <u>0.70</u> O AMELGAS -----	MANTENER EL NIVEL EN LA MARCA DE LA ESTRUCTURA MEDIDORA	Número de Amelgas en que Aplicar Todo el Agua	Días Entre Riegos	Avance del Riego En 24 Horas Número de Surcos y Amelgas	Hectáreas Regadas
NUMERO DE SIFONES <u>143</u>	TAMAÑO DE LOS SIFONES <u>1 1/2"</u>	1	0	143 SURCOS	5-00-00
INSTALACION ----- Instalarlos en posición intermedia (de acuerdo con La carga Calculada) para poder hacer ajustes	AVANCE DEL RIEGO ----- Debe ser igual en todos los surcos y Segun se indican en los Cuadros	2	40	143 "	5-00-00
NIVELAR EL AVANCE DEL AGUA EN LOS SURCOS ----- Levantar la Boca de Salida de los Sifones en los Surcos que Avanzan más, y Bajar en los que Avanzan Menos Hasta Nivelar	AJUSTES DEL RIEGO ----- Si no se llega al No. de Surcos que se indican en los Cuadros cada 12 Horas. Hacer lo siguiente:	3	30	143 "	5-00-00
SI SE AVANZA MENOS ----- Quitar Algunos Sifones y Bajar la Salida para que los que Quedan Trabajen con más Agua y los Surcos Salgan mas Pronto.	SI SE AVANZA MAS ----- Aumentar el número de Sifones y Subir la Salida para que cada uno Trabaje con Menos Agua y el Riego sea mas Lento	4	30	143 "	5-00-00
SI NO SE CORRIE ----- Consultar al Personal Técnico de Riego y Drenaje	LOS AVANCES DEBEN CHECARSE CADA 12 HORAS	RIEGO DE LA TABLA No.			
		RIEGO DE LA TABLA No.			

CULTIVO <u>TRIGO</u>					
PROGRAMA DE RIEGO <u>20</u> % DE HUMEDAD <u>-0.50</u>					
Nº. RIEGO	LAMINA TEORICA	LAMINA POR APLICAR	INTERVALO POR RIEGO	LAMINA APLICADA	INTERVALO CORREGIDO
1	13.96	15	0	14.81	0
2	11.03	12	40	11.37	37
3	9.16	10	30	10.10	28
4	9.12	10	30	8.60	24

Antes de iniciar los ciclos de cultivos, se les motivó a los usuarios en todas las fases que comprendía la dotación volumétrica, se tuvieron pláticas con usuarios y especialmente directo a los regadores, a los usuarios se les motivó en cuanto a densidad de siembra, fecha de siembra óptima, fertilización, labores culturales, además de los servicios de laboratorio de suelos así como de asistencia técnica en cuanto a plagas, ajustes de sembradoras y por supuesto los encargados de la sección, motivaban directamente en el campo, en cuanto y como regar.

Previamente se hicieron muestreos de suelo de 0.0 a 0.30 Mts., de 0.30 a 0.60, de 0.60 a 0.90 y de 0.90 a 1.20 Mts.; para determinar texturas, fertilidad y salinidad.

Vease Plano 4.

PLANO N° 4.



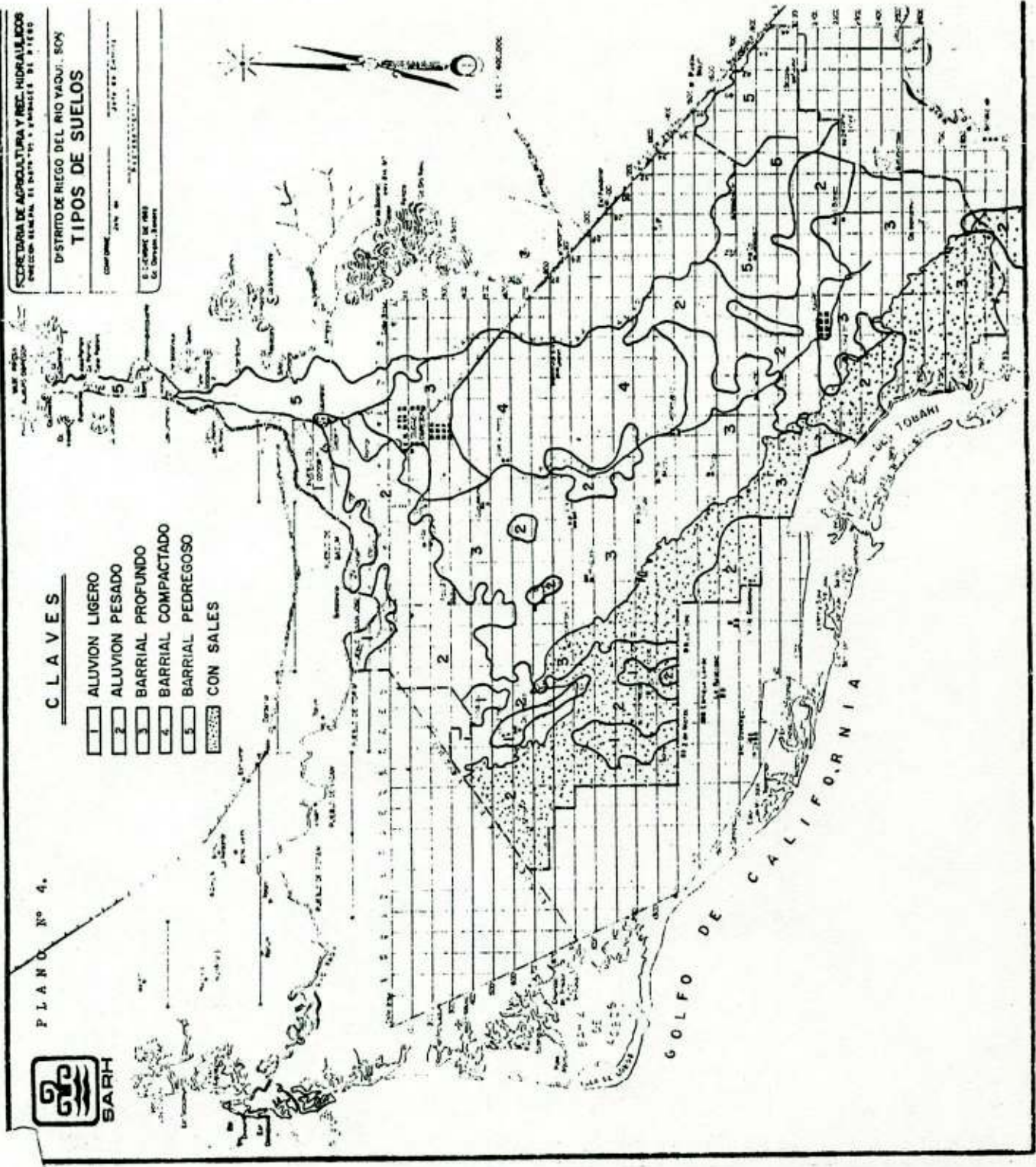
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS
DISTRITO DE RIEGO DEL RIO YAQUI, SON.

TIPOS DE SUELOS

COMPAÑIA S.A. DE RIEGO
D. L. CÁDIZ DE 1963
C. Durán, S. Serrano

CLAVES

- 1 ALUVION LIGERO
- 2 ALUVION PESADO
- 3 BARRIAL PROFUNDO
- 4 BARRIAL COMPACTADO
- 5 BARRIAL PEDREGOSO
- CON SALES



DOTACION VOLUMETRICA

Es de todos conocido que una de las limitaciones por la que atraviesa nuestra agricultura es la falta de agua, ya que las aportaciones que nos provee nuestro río y sus afluentes, se presentan en demasía en forma cíclica, de 1 a 2 años antes o después de cada período decenal y el resto de los años entre períodos, puede que las aportaciones se realicen de una forma por decir estables, muy raquíticos y a veces se salen de su patrón de comportamiento.

Por lo tanto se ha buscado un procedimiento por el cual se haga una mejor utilización del agua de riego y así poder obtener mayores cosechas y una mayor área de riego por sembrar, y la Dotación Volumétrica provee estos factores. Se entiende por Dotación Volumétrica, la distribución del agua de riego conforme a una dotación anual por hectárea, resultado de dividir el volumen anual disponibles entre el número de hectáreas físicas por regar.

A través de los años se ha probado diferentes métodos de distribución de agua, como son: por ciclo agrícola, por tandeo, por demanda controlada (por millares M3) y dotación volumétrica.

Las tres formas se han utilizado y ninguna de ellas mostró al usuario hacer un mejor uso del agua, haciendo del uso del agua con una mediana ó deficiente eficiencia del riego, debido a muchos factores, entre ellos: canalización, mala preparación del

suelo, desconocimiento de un programa de riego, etc.

En cambio la Dotación Volumétrica, motiva al usuario a hacer mejor uso del agua, ya que su aplicación tiene como finalidad acrecentar la producción por hectárea en el ciclo agrícola al aumentar el aprovechamiento anual del terreno y motiva al usuario a mejorar sus métodos de riego.

DESARROLLO DEL TRABAJO.

ANTECEDENTES:

Para establecer la Dotación Volumétrica se requirió estudiar en forma práctica dentro del Distrito de Riego No. 041, Las ventajas y desventajas que pueden resultar al aplicarse en forma extensiva a nivel de un Distrito, considerando las bases técnicas para su establecimiento.

1. ROTACIONES DE CULTIVOS FACTIBLES.

Con los cultivos dominantes en el Distrito se formaron diferentes rotaciones de los mismos, considerando las combinaciones que permitan hacer un manejo adecuado de los suelos. Al considerar la siembra de 5 cultivos a realizarse en 3 ciclos agrícolas y las láminas netas de riego obtenidas en Parcelas de Prueba, en Areas de Asistencia Técnica establecidas según lineamientos del PLAMEPA y a nivel del Distrito de los cultivos considerados, se estructuraron sus respectivos Patrones de Riego siendo éstos los que se indican en la Figura No. 2.

2. BALANCE HIDRAULICO.

Al hacer un balance entre las disponibilidades hidráulicas totales de las fuentes de escurrimiento superficial y de los

acuíferos subterráneos que en conjunto representan un volúmen neto disponible para riego de 1 773 millones de M3 y considerando las láminas netas totales requeridas se vió que la superficie factible de sembrar en cada ciclo agrícola sería la siguiente: Vease Figura No. 3

2.1. Con Patrones de Riego estructurados con láminas netas obtenidas en Parcelas de Prueba:

$$\frac{1773 \times 5}{2.58} = 343\ 605 \text{ Ha.}$$

2.2. Con Patrones de Riego estructurados con láminas netas obtenidas en áreas de Asistencia Técnica:

$$\frac{S = 1773 \times 5}{2.78} = 318\ 885 \text{ Ha.}$$

2.3. Con Patrones de Riego estructurados con láminas netas obtenidas a nivel de Distrito:

$$\frac{S = 1773 \times 5}{2.98} = 297\ 483 \text{ Ha.}$$

FIGURA 2
PATRONES DE RIEGO PARA DIFERENTES ROTACIONES DE CULTIVOS.

ROTACION	PARCELA PRUEBA	AREA ASISTENCIA TECNICA	DISTRITO
Trigo	48	49	50
Soya	58	67	76
Algodón	58	66	73
Trigo	48	49	50
Soya	58	67	76
Suma:-	270	298	325
Trigo	48	49	50
Soya	58	67	76
Cártamo	40	40	30
Maíz	52	53	60
Algodón	58	66	73
Suma:-	256	275	289
Trigo	48	49	50
Ajonjolí	36	36	34
Trigo	48	49	50
Maíz	52	53	60
Algodón	58	66	73
Suma:-	242	253	267
Cártamo	40	40	30
Maíz	52	53	60
Algodón	58	66	73
Trigo	48	49	50
Soya	58	67	76
Suma:-	256	275	289
Sorgo	58	62	69
Trigo	48	49	50
Soya	58	67	76
Trigo	48	49	50
Soya	58	67	76
Suma:-	270	294	321
Cártamo	40	40	30
Maíz	52	53	60
Soya	58	66	73
Trigo	48	49	50
Soya	58	67	76
Suma:-	256	275	289
Promedio:-	258	278	297

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.
 DISTRITO DE RIEGO No. 41, RIO YAQUI, SONORA.

FIGURA " DISPONIBILIDAD HIDRAULICA DEL DISTRITO "

Capacidad almacenamiento total Presas.	=	7 168	Millones M3.
Aportación media anual Río Yaqui (15 años)	=	2 900	" "
Evaporación media anual Presas.	=	360	Millones M3.
Vol. para Cía Mexicana del Cobre.	=	30	" "
Vol. para riego Pueblos Riberenos.	=	60	" "
Vol. para riego DR-18 COL. YAQUIS.	=	700	" "
<hr/>			
Vol. extrañble Presa A. Obregon para DR-41	=	2 200	Millones M3.
Vol. medio anual extrñble acuífero subterraneo.	=	450	" "
<hr/>			
Vol. bruto total disponible para DR-41	=	2 650	Millones M3.
Volúmen neto (en parcelas) aguas de presa (E=65.0%)	=	1 430	" "
Volúmen neto (en parcelas) aguas de pozos (E=85.0%)	=	383	" "
<hr/>			
Volúmen neto total disponible para DR-41	=	1 813	Millones M3.
Vol. neto necesario para uso doméstico y otros.	=	40	" "
<hr/>			
Vol. neto total disponible para riego DR-41	=	1 773	" "

Los resultados anteriores indican que al utilizar la totalidad de los volúmenes disponibles, se podría lograr diferentes aprovechamientos del agua de riego, que corresponden a distintas áreas de riego, con mayor incremento en la superficie cuando se apliquen las láminas de riego, utilizadas en las Parcelas de Prueba, en las cuales siempre se han obtenido rendimientos más altos que los medios.

3. ESTABLECIMIENTO DE UNA SECCION PILOTO.

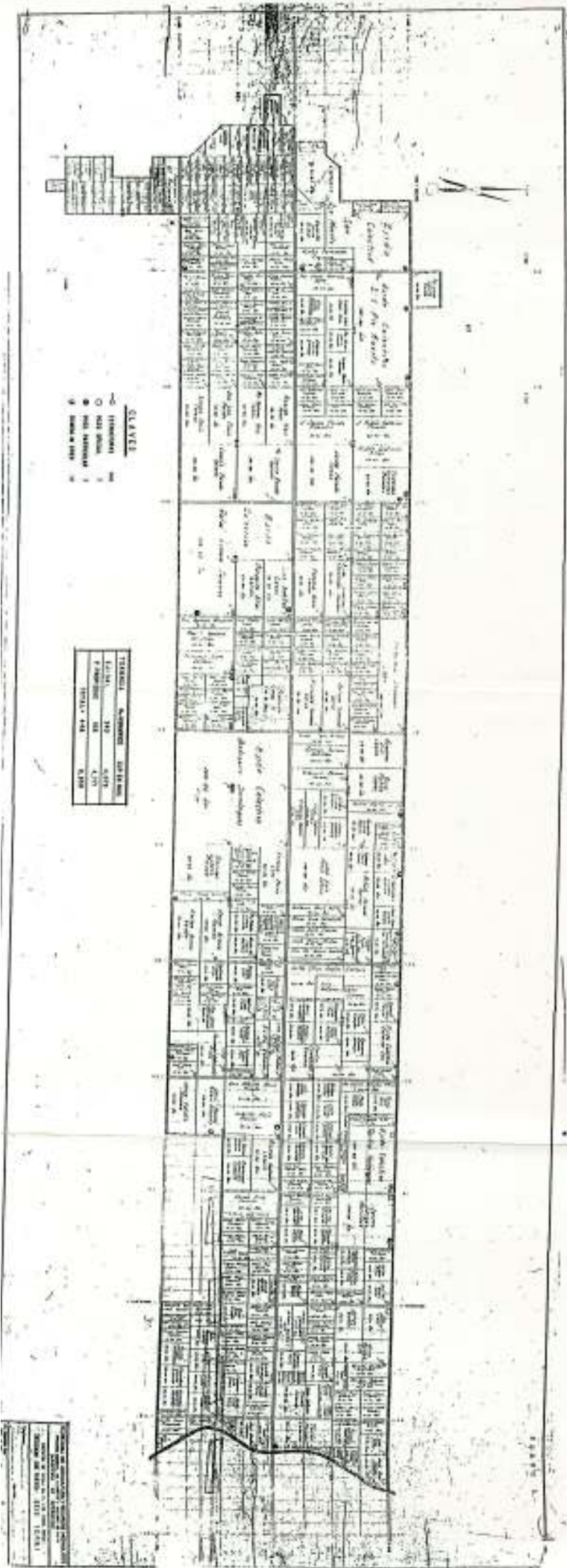
La interrogante de verificar si los patrones de rotación son aplicables en una explotación extensiva, determinó la necesidad de establecer la Sección de Riego No. Seis como Sección Piloto con una superficie de 8,850 hectáreas, pertenecientes a 448 Usuarios, para verificar y obtener resultados.

(Vease Plano No. 5)

3.1. Normas establecidas en al Sección Piloto.

Al establecer el área piloto hubo necesidad de imponer las siguientes condiciones:

1o Cada Usuario tenía libertad para adoptar cualquiera de los Patrones de Riego propuestos, para aplicar las láminas obtenidas en las Parcelas de Prueba ó en caso de preferir otro cultivo sería siempre con la base de que cada hectárea debía utilizar únicamente una lámina neta total de 2.58 cm. en tres ciclos ó



CLAVES

- LIMONERA
- MAL BOMBA
- MAL BOMBA
- MAL BOMBA
- MAL BOMBA

TIPO	VALOR	VALOR	VALOR
TERRENO	100	100	100
CONSTRUCCION	100	100	100
PLANTAS	100	100	100
OTROS	100	100	100

1. NOMBRE DEL DUEÑO
 2. DIRECCION DEL DUEÑO
 3. DISTRITO
 4. MUNICIPIO
 5. DEPARTAMENTO
 6. PAIS

86 cm. por ciclo agrícola.

2o La medida del agua entregada a nivel parcelario se efectuó por medio de estructuras aforadoras volumétricas ubicadas a distancia no más alejadas de 500 m de la Parcela, lo que obligó a construir estructuras y consecuentemente hacer erogaciones.

3o Cada Usuario recibió asistencia técnica en riego, que se inició con la elaboración de los proyectos topográficos y la recomendación adecuada para el mejor y más eficiente uso del agua.

4o Se realizaron en parte el mejoramiento de la canalización interior y parcelaria que maneja el Usuario.

5o Se auxilió en la elaboración de proyectos y cálculo para la nivelación y emparejamiento de los terrenos.

6o Para controlar el cumplimiento de los patrones de riego, por parte de los Usuarios, se estableció que las láminas de riego utilizadas en cada cultivo fueran acumulativas y en caso de que en un cultivo determinado la lámina utilizada resultará mayor de la programada, el excedente se descontaba del volumen a utilizar en el cultivo siguiente, obligando al Usuario a reducir la superficie a sembrar para lograr la no utilización de mayores volúmenes.

7o Estos ajustes dieron libertad al Usuario a intercam-

bien cultivos dentro de la rotación cubriendo las reducciones del área siempre en los Segundos Cultivos.

3.2. Resultados Obtenidos.

En las Figuras No. 4 y 5 se resumen los resultados del funcionamiento de la Sección Piloto bajo la entrega por Dotación Volumétrica durante los ciclos agrícolas 71-72, 72-73, 73-74, 74-75 y 75-76.

De la información contenida en la Figura 4, podemos observar lo siguiente:

- 1o La superficie media sembrada en la Sección en los 5 ciclos agrícolas fué de 12 168-96-40 hectáreas.
- 2o El volumen medio utilizado considerando los 5 ciclos agrícolas fué de 68 395.43 millones M³.
- 3o. La lámina neta media entregada a los Usuarios de la Sección Piloto fué de 56.2 cm.
- 4o. La lámina neta media total por ciclo entregada a los Usuarios de la Sección Piloto, considerando una superficie de 8 850 hectáreas fué de 77.3 cm/ha. (68 395.43 millones m³ ÷ 8 850 hectáreas).
- 5o. El coeficiente de repetición en los 5 ciclos agrícolas resultó de 1.38 veces (12 168-96-40 Has. ÷ 8 850 Has.), en lugar de 1.66 veces que es el que debía haber resultado con las rotaciones propuestas.

FIGURA 4

SUPERFICIES, VOLUMENES Y LAMINAS NETAS DE RIEGO APLICADAS EN LA SECCION DE RIEGO No. 6 (PILOTO).

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMBRADA HECTAREAS	%	VOLUMEN UTILIZADO MILES DE M3.	LAMINA CM.
INVIERNO:				
TRIGO	25 954-66-52	42.7	121 681.11	46.9
CARTAMO	2 911-92-25	4.8	12 290.17	42.2
LINAZA	1 552-50-00	2.6	5 852.89	37.7
GARBANZO	435-69-69	0.7	1 271.02	29.2
VARIOS	195-15-35	0.3	1 106.71	56.8
SUB-TOTAL	31 049-93-81	51.0	142 201.90	45.8
PRIMAVERA:				
SORGO	1 276-14-70	2.1	8 121.37	63.6
ALGODON	6 614-21-59	10.9	45 729.64	69.1
SUB-TOTAL	7 890-36-29	13.0	53 851.01	68.2
PERENNES:				
ALFALFA	275-00-00	0.4	2 786.60	101.3
FRUTALES	60-00-00	0.5	305.35	50.9
SUB-TOTAL	335-00-00	0.5	3 091.95	92.3
TOTAL 1ros.CULT	39 275-30-10	64.5	199 144.86	50.7
SEGUNDOS CULTIVOS:				
SOYA	19 782-76-98	32.5	134 657.71	68.1
AJONJOLI	72-21.05	0.1	161.62	22.4
MAIZ	1 714-54-20	2.8	8 012.97	46.7
TOTAL	21 569-52-23	35.4	142 832.30	66.2
TOTAL 1o y 2o.	60 844-82-33	100.0	341 977.16	56.2
MEDIAS:	12 168-96-46		68 395.43	56.2

En la Figura 4 se observa:

- 1o El volúmen medio entregado a la Sección en los 5 ciclos agrícolas fué de 92 998.44 millares de M3 y el volúmen medio entregado a los usuarios fué de 68 395.45 millares de M3.
- 2o La Sección operó con una eficiencia promedio de 73.5% siendo menor en los dos últimos años en función del volúmen manejado.

3.3. Conclusiones en la Sección Piloto.

- 1o Se implantó la entrega por Dotación Volumétrica en la Sección Piloto, donde cada usuario debía utilizar un máximo de 25.8 millares de M3. por hectárea, en 3 ciclos lo que representaba 8.6 millares de M3 por hectárea por cada ciclo agrícola.
- 2o Los Usuarios de la Sección Piloto se mostraron receptivos a las recomendaciones e indicaciones que se formularón para el buen desarrollo.
- 3o Los Patrones de Riego elegidos para cada uno de los Usuarios se cumplieron solo parcialmente, mostrando los Usuarios tendencia general a la rotación Trigo-Soya. Así como a incrementar las siembras de Cártamo por ser cultivo de baja demanda. Esta tendencia se estuvo controlando en los últimos dos años.

40 El cuidado del agua durante los riegos registró una notable mejoría que se cuantificó a través de las láminas netas obtenidas. Sin embargo, se observaron deficiencias en aquellos terrenos que por sus condiciones topográficas desfavorables ocasionaron fuertes desperdicios.

50 La facilidad que se dió a los Usuarios para transferir saldos de agua de una parcela a otra, dió lugar a que Usuarios que habían agotado sus láminas por realizar riegos inadecuados, emplearan el agua ahorrada por otros. Esa facilidad no es conveniente.

FIGURA 5

EFICIENCIAS DE LA SECCION PILOTO.

CICLO AGRICOLA	VOLUMEN ENTREGADO A LA SECCION, MILES DE M3.	VOLUMEN ENTREGADO A USUARIOS, MILES DE M3.	EFICIENCIA %
1971 - 72	105 404.75	80 712.53	76.57
1972 - 73	94 027.21	73 140.58	77.79
1973 - 74	95 764.28	72 733.30	75.95
1974 - 75	86 522.50	60 016.32	69.36
1975 - 76	83 273.46	55 374.43	66.60
TOTAL	464 992.20	341 977.16	73.54
PROMEDIO	92 998.44	68 395.43	73.54

VI. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LA SECCION PILOTO CON LOS DEL DISTRITO DURANTE LOS MISMOS CICLOS AGRICOLAS.

En la Figura 6 se resumen los resultados del funcionamiento del Distrito, según los datos del informe de Distribución de Aguas, del cual podemos observar lo siguiente:

- 1o La superficie media sembrada en el Distrito en los 5 ciclos agrícolas fué de 260 472 Has.
- 2o El volúmen medio entregado a Usuarios fué de:
1 682 166.2 millares de M³.
- 3o La lámina neta media entregada a Usuarios fué de 64.6 Cm.
- 4o La lámina neta media total por ciclo entregada a Usuarios considerando una explotación de 210 000 Has. fué de 80.10 Cm. por Ha. (1 682 166.2 millares de M³ - 210 000 Has.)
- 5o El coeficiente de repetición en el Distrito en los 5 ciclos agrícolas fué de 1.25 veces.
(260 472 Has. - 210 000 Has.)

V. CONCLUSIONES GENERALES.

1º EN LA SECCIÓN PILOTO LA LÁMINA NETA MEDIA TOTAL POR ciclo fué de 77.3 Cm. por Ha. que es menor a los 86.0 Cm. por Ha. que fué la programada según la lámina de 25.8 Cm. propuesta para 3 ciclos agrícolas y que se estructuró con las láminas obtenidas en Parcelas de Prueba.

2º En el Distrito, la lámina neta media total por ciclo fué de 80.1 Cm. por Ha.

3º El coeficiente de repetición de segundos cultivos fué de 1.38 veces en la Sección Piloto y de 1.25 veces a nivel de Distrito.

FIGURA 6. RESUMEN DE DISTRIBUCION DE AGUAS EN EL DISTRITO DE RIEGO
No. 41, DURANTE LOS CICLOS AGRICOLAS 1971-72 A 1975-76.

CICLO AGRICOLA.	SUPERFICIE SEMBRADA HECTAREAS.	VOL. BRUTO DE- RIVADO P/RGO. MILES DE M3.	VOLUMEN NETO ENTREG. A USUA RIOS MILES M3.	EFICIENCIA %	LAMINA BRUTA CM.	LAMINA NETA CM.	LAMINA NETA TOTAL.
1971-1972	256 160	2 492 729.8	1 653 888.7	66.35	97.31	64.56	78.76
1972-1973	306 017	2 893 928.3	1 901 729.0	65.71	94.57	62.14	30.56
1973-1974	264 321	2 842 155.3	1 920 301.2	67.56	107.53	72.65	91.44
1974-1975	263 303	2 578 958.4	1 663 170.2	64.49	97.95	63.16	79.20
1975-1976	212 557	2 030 888.2	1 271 741.9	62.62	95.55	59.83	60.56
<hr/>							
S U M A S.	1 302 358	12 838 660.0	8 410 831.0	65.61	98.58	64.58	80.10
<hr/>							
PROMEDIO.	260 472	2 567 732.0	1 682 166.2	65.61	98.58	64.58	80.10

- N O T A S. : 1. Se considera cultivos de Verano hasta terminar el Ciclo vegetativo.
2. En los volúmenes están incluidos pozos en Plan Colectivo.
3. LAMINA NETA TOTAL es la entregada en el Ciclo considerando 210 000 hectáreas de explotación.

VI. RECOMENDACIONES PARA IMPLANTAR EL SISTEMA DE DOTACION VOLUMETRICA EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RIO YAQUI.

La distribución de derechos de riego y entrega del agua por Dotación Volumétrica a los Usuarios del Distrito exige además del acondicionamiento de las obras, la adecuada organización del personal encargado de realizarla y de los propios usuarios, por lo que es necesario establecer de principio una serie de normas, mismas que deberán cumplirse estrictamente para asegurar su correcta realización, siendo las principales las siguientes:

- 1o El sistema se establecerá en forma gradual abarcando Secciones de Riego completas.
- 2o Los volúmenes de agua con que se dote a los usuarios en cada ciclo agrícola se operará por Períodos de Dotación de 3 ciclos agrícolas consecutivos para así dar oportunidad a que se realicen rotaciones de cultivos que aseguren el mantenimiento de la productividad de sus parcelas.
- 3o Antes de iniciarse cada Período de Dotación, los Usuarios deberán notificar al Distrito la rotación o Patrón de cultivos a realizar durante el mismo, el que deberá incluir por lo menos 1 año con un solo cultivo que podrá ser de Invierno, Primavera ó Verano según lo cual podrán realizar la siembra como máximo de 5 cultivos en 3 años.

4o En todos los casos los Usuarios contarán con el agua necesaria para realizar la siembra de su primer cultivo en toda su parcela, quedando la superficie del segundo cultivo sujeta al resultado de la aplicación de los riegos a su primer cultivo, es decir, que ésta podrá incrementarse en función del ahorro que haya tenido en los riegos del primer cultivo ó disminuirse en caso de que la lámina de riego aplicada resulte mayor de la autorizada.

5o La distribución del agua a los Usuarios se realizará por el sistema de Programa Semanal con un ajuste a media semana, por considerarse el más adecuado a las necesidades de los Usuarios. Para ello se requerirá que las solicitudes de riego se presenten con 72 horas de anticipación a la fecha de iniciación de los riegos.

6o Toda el agua que se entregue a los Usuarios se aforará con medidores volumétricos totalizadores que se instalarán en las Tomas Granja de cada parcela.

7o La construcción ó acondicionamiento de las Tomas Granja para la instalación de los medidores volumétricos totalizadores lo realizará el Distrito por cuenta de los Usuarios de cada Sección de Riego, de acuerdo a un programa de trabajo en el que se incluirá también el acondicionamiento de los canales y las estructuras necesarias para su correcta operación.

- 80 Los medidores volumétricos totalizadores que se requieran para la medición del agua serán adquiridos y conservados por el Distrito por cuenta de los Usuarios.
- 90 En el análisis de disponibilidad de agua del Distrito para fijar y otorgar las láminas de riego ó volúmenes de agua a que tendrán derecho los usuarios en cada ciclo agrícola, se consideró el aprovechamiento total de las aguas del subsuelo, por lo que todos los pozos del Distrito (Oficiales y Particulares) operarán integrados al Plan Colectivo del mismo de manera que se evite la formación de zonas de abatimiento y se controle la salinidad de las aguas.
- 100 Para asegurar el cumplimiento de las Láminas de riego consideradas para cada cultivo y la adecuada realización de sus labores agrícolas, el Distrito proporcionará a los usuarios la Asistencia Técnica necesaria.
- 110 El establecimiento y operación de éste sistema exige un eficiente manejo de los canales y vigilancia en la entrega del agua, así como aplicar a todos los usuarios los mismos criterios en la medida, entrega y cobro del agua, por lo cual, la distribución de la misma hasta las parcelas lo realizará el Distrito con personal debidamente capacitado.

12o El servicio de riego lo pagarán los usuarios mediante cuotas volumétricas que se aplicarán en las cantidades de agua que reciban de las Tomas Granja de sus parcelas. Su monto será necesario para cubrir los gastos de operación, conservación y administración del Distrito, incluyendo las pérdidas y la operación de pozos profundos y plantas de bombeo del Plan Colectivo y el Servicio de Asistencia Técnica a los Usuarios. Estas cuotas serán aprobadas por el Comité Directivo al inicio de cada ciclo agrícola.

P R O P O S I C I O N .

Habiéndose realizado este trabajo en una de las secciones de riego típicas del Distrito y habiendo obtenido un éxito al alcanzar todas las metas. Me atrevo a proponer se reactive este método de entrega del agua al usuario del distrito, ya que anteriormente se trato de establecer pero no se logró el éxito esperado, precisamente una de las causas fué la falta de agua y motivación exhaustiva a los usuarios, por no contar con los medio económicos para efectuar mejoras en los 2 canales principales (revestimiento) ó implantar métodos de riego como aspersión, goteo ó entubar el agua de riego y teniendose las estructuras medidoras alrededor de 100 000-00-00 Has., sería la única opción de obtener un ahorro en el agua, y mejorar la producción.

No habría necesidad de hacer grandes inversiones, solamente se remotivaría al usuario, a hacer todas las prácticas de riego y medidas aprovechadas para cada cultivo por medio de prácticas directamente en el campo.

Será necesario reacondicionar estructuras que dejaron de usarse, esta medida de reimplantar el sistema, deberá hacerse por convenio, por contrato, legislar para hacer obligatorio ó también proponer a cada usuario que cuente con su estructura aforadora, adoptar este método para así hacerse acreedor a todos los beneficios que provee este método de entrega del agua y así motivaría a otros usuarios a adoptar este sistema paulatinamente.

Este método de entrega del agua también es de gran beneficio para los nuevos cultivos que se han incorporado a la rotación de los mismos, como son las legumbres, deberá contemplarse la demanda de riegos por medios turnos, ya que algunos de ellos solamente se riegan de día para evitar los sobrierriegos. Debe pensarse en establecer dichos cultivos en áreas compactas de riego, para su mejor manejo en sus prácticas del uso del agua y suelos, así como las agrícolas, inclusive se puede pensar en compactarlas en las proximidades de los pozos con buena calidad del agua, para así tener la disponibilidad del agua, cuando sea necesario.

Todo esto es posible debido a la Transferencia del Distrito de Riego a los Usuarios, para su manejo y también en la nueva forma en que pueden asociarse de acuerdo a la nueva legislación sobre la tenencia de la tierra y así se podrán hacer todos los cambios y mejoras procedentes para una mayor eficiencia.

B I B L I O G R A F I A

- C.N.A. 1991 Generalidades del Valle del Yaqui y Distrito de Riego No. 041.
- GRASSI J. C. 1965 Estudio de Los Requerimientos del Agua por Cultivos, Mérida, Venezuela. CIDIAT.
- ISRAELSEN O. W. 1950 Irrigation Principles and Practicess, New York, U. S. A. John Wiley and Sons.
- ISRAELSEN O. W. et. al 1975 Principios y Prácticas de Riego, Edit. Reverte, Barcelona España.
- LUTHIN J. N. 1957 Drainage of Agricultural Land, Madison Wisconsin, U.S.A. American Society of Agronomy.
- PALACIOS E. 1979 Manual de Operación de Distritos de Riegos, U.A. Chapingo, 3ra. Ed.
- PEÑA I. DE LA 1987 Uso y Manejo del Agua de Riego, S. A. R. H.
- S. A. R. H. 1986 Boletín de Información Técnica, Distrito de Desarrollo Rural No.148, Cajeme Año 5 No. 9.
- TRUEBA C. S. 1982 Hidráulica, Cía. Edit. Continental S. A. de C.V., México 22, D. F.