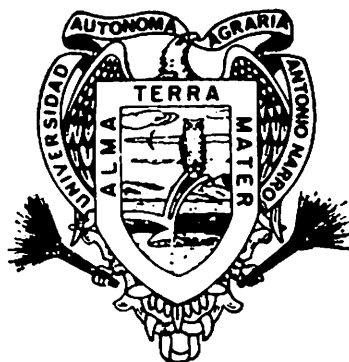


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA



**"ESTUDIO DEL USO DEL AGUA EN EL
VALLE DE CUATRO CIENEGAS, COAHUILA"**

POR :

MAURICIO MANDUJANO ZENTENO

**TRABAJO DE OBSERVACION, ESTUDIO Y OBTENCION DE IN-
FORMACION QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURA-
DO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FORESTAL.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

"ESTUDIO DEL USO DEL AGUA
EN EL VALLE DE CUATRO CIENEGAS, COAHUILA".

por

MAURICIO MANDUJANO ZENTENO

TRABAJO DE OBSERVACION, ESTUDIO Y OBTENCION DE INFORMACION,
QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO FORESTAL.

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

ING. M.C. ALEJANDRO ZARATE L.

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



BIBLIOTECA

VOCAL

Julián

ING. M.S. JULIO A. CARRERA L.

VOCAL

Juan M. Covarrubias

ING. M.C. JUAN M. COVARRUBIAS R.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

"ESTUDIO DEL USO DEL AGUA
EN EL VALLE DE CUATRO CIENEGAS, COAHUILA".

por

MAURICIO MANDUJANO ZENTENO

TRABAJO DE OBSERVACION, ESTUDIO Y OBTENCION DE INFORMACION,
QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO FORESTAL.

APROBADO POR:

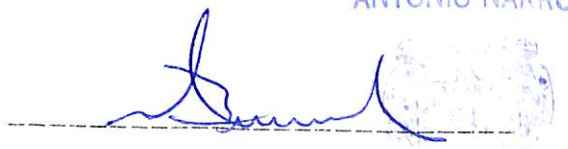
PRESIDENTE DEL JURADO



ING. ALEJANDRO ZARATE L.

COORDINADOR DE LA DIVISION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
DE AGRONOMIA "ANTONIO NARRO"



DR. MARCO A. BUSTAMANTE G.

División de Agronomía
Coordinación.

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas e instituciones, que de alguna forma colaboraron en mi formación académica y al desarrollo del presente trabajo; y en forma muy especial a la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", a la Fundación Manzes, al World Wildlife Found y a PROFAUNA A.C.

DEDICATORIA

A RICARDO E IRMA, MIS PADRES.

INDICE DE CONTENIDO

	pag.
Indice de figuras	i
Indice de cuadros	ii
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	5
2.1.- Datos Históricos	5
2.2.- Descripción del Valle de Cuatro Ciénegas	7
2.2.1 Ubicación geográfica	7
2.2.2 Población	8
2.2.3 Orografía	8
2.2.4 Clima	10
2.2.5 Hidrología	12
2.2.5.1 Ubicación y Usos	12
2.2.5.2 Aforos	15
2.2.5.3 Calidad del Agua	18
2.2.6 Suelos	19
2.2.6.1 Tipos de Suelos en el Valle	20
2.2.7 Fauna	24
2.2.8 Vegetación	26
2.2.8.1 Matorral Desértico Micrófilo	27
2.2.8.2 Matorral Crasicaule	30
2.2.8.3 Matorral Desértico Rosetófilo	31
2.2.8.4 Vegetación Halófila	32

2.2.8.5	Vegetación Gypsófila	33
2.2.8.6	Pastizal Halófilo	34
2.2.8.7	Mezquital	35
2.2.8.8	Matorral Submontano	36
2.3.-	Aspectos de Utilización de los Recursos	
	Naturales	37
2.3.1	Agua	37
2.3.2	Actividad Forestal	42
2.3.3	Actividad Pecuaria	43
2.3.4	Actividad Agrícola	44
2.3.5	Extracción de Yeso	45
2.4.-	Distribución del Agua para Riego	46
2.4.1	Clasificación de los Métodos de Riego	46
2.4.2	Conducción del Agua en Canales	48
2.4.3	Revestimiento de los Canales	49
III	MATERIALES Y METODOS	51
3.1.	Red de Canales	51
3.2.	Aforo de las Corrientes Superficiales	53
3.2.1	Area Seccional	53
3.2.2	Velocidad del Agua	55
3.3.	Toma de muestras	56
3.3.1	Muestras de suelo	56
3.3.2	Muestras de Agua	56
3.4.	Fluctuaciones	57

RESULTADOS Y DISCUSIONES.	58
CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFIA	79

INDICE DE FIGURAS

	pag.
Fig. 1 Ubicación de Cuatro Ciénegas	2
Fig. 2 Ubicación Geográfica del Valle de Cuatro Ciénegas	9
Fig. 3 Orografía del Valle de Cuatro Ciénegas	11
Fig. 4 Ubicación Hidrológica del Valle de Cuatro Ciénegas	14
Fig. 5 Tipos de Suelos en el Valle de Cuatro Ciénegas	21
Fig. 6 Vegetación del Valle de Cuatro Ciénegas	28
Fig. 7 Determinación de una sección	54
Fig. 8 Mapa del Valle de Cuatro Ciénegas.	73
Fig. 9 Relación de las concentraciones de Sodio y Calcio, a diferentes distancias.	76

INDICE DE CUADROS

Cuadro I	Red de canales en el Valle de Cuatro Ciénegas	59
Cuadro II	Origen y destino de los canales	60
Cuadro III	Relación de compuertas por canal	62
Cuadro IV	Causas de las fugas por canal	63
Cuadro V	Número de canales por unidad de riego	64
Cuadro VI	Longitud de los canales	65
Cuadro VII	Resultado de los aforos	67
Cuadro VIII	Análisis de suelo	68
Cuadro IX	Características químicas del agua	69
Cuadro X	Diferencias encontradas respecto a la longitud de los canales principales revestidos y los gastos.	72
Cuadro XI	Pérdidas por día y sus causas.	74

INTRODUCCION

El Valle de Cuatro Ciénegas pertenece a la región conocida como el Desierto Chihuahuense, y está ubicado en la parte Centro-Oeste del Estado de Coahuila de Zaragoza (Fig. 1) (SPP., 1983).

Cuatro Ciénegas es comparado con otros lugares del mundo en cuanto a endemismos, presentándose en mayor número en dicho valle, algunos ejemplos son los reportados para:

El Lago Lanao (Filipinas: peces).

El Lago Baikal (Rusia: peces).

El Lago Ohrid (Yugoslavia y Albania: moluscos).

Los Lagos del Rift (Africa: peces).

Las Islas Galapagos (Ecuador: varios grupos).

Las Islas del Golfo de California (México: reptiles),
(Contreras, 1976).

El Lago Titicaca (Bolivia y Perú: Caracoles) (Taylor, 1966).

La preservación de los hábitats acuáticos y semiacuáticos de las zonas desérticas, como los presentes en

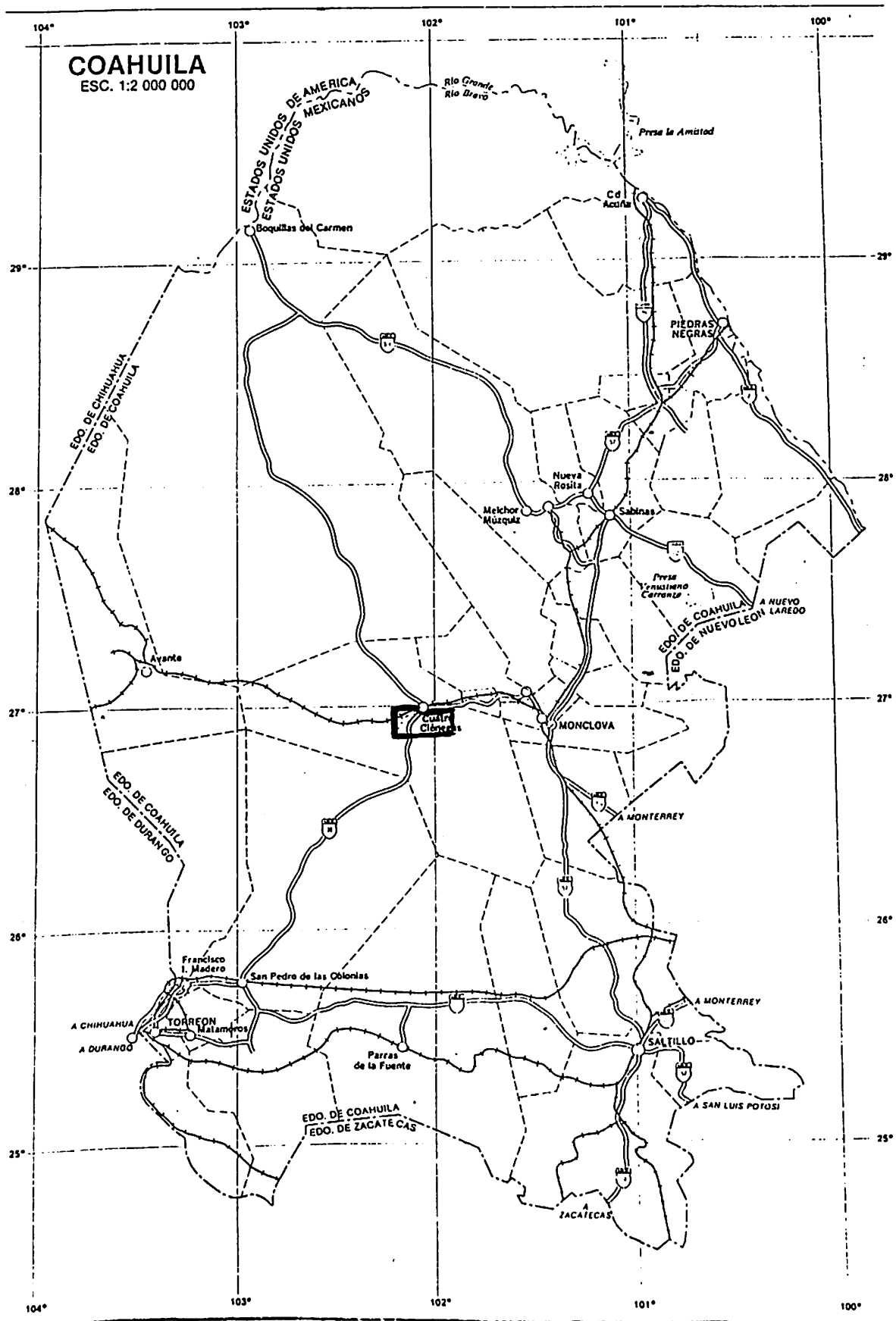


Fig. 1.7 Ubicación de Cuatro Ciénegas.

el Valle de Cuatro Ciénegas son de vital importancia por que sustentan una alta diversidad biológica con un alto grado de especies endémicas y relictos, tanto vegetales como animales. El Valle tiene otra característica peculiar la cual es, que se encuentra dentro de una cuenca cerrada, por tales razones se deben de mantener dichos hábitats en su estado natural para poder así conocer la biodiversidad total existente en el área de estudio, ya que hasta nuestros días, no han sido clasificadas taxonomicamente en su totalidad y será un gran error perderlas sin conocerlas y más aún, sin saber como pudieron haber sido útiles al hombre.

Los indios nómadas que habitaban en alguna época el valle, no practicaban la agricultura. Tal actividad se comenzó a llevar a cabo con la llegada de los primeros europeos a la región y por ende, a utilizarse el agua del valle para la agricultura (Robles, 1938).

Actualmente la red de canales revestidos y no revestidos es grande y compleja, y ha permitido comunicar a pozas que por miles de años estuvieron aisladas en forma natural, produciéndose una hibridación entre especies compatibles; además de reducir el nivel del agua aumentándose así la densidad poblacional en áreas menores; y que ciertas pozas y pantanos desaparezcan totalmente.

El objetivo a cubrir en el presente trabajo .es el siguiente:

Conocer el grado de eficiencia en la conducción de agua en el Valle de Cuatro Ciénegas, calidad del agua, destino y su impacto en las características del suelo.

REVISION DE LITERATURA

2.1. Datos Históricos.

Antes de la llegada de los españoles al Valle de Cuatro Ciénegas, los habitantes nativos de esos parajes desérticos eran tribus semisalvajes de indios nómadas, dentro de éstos los más conocidos fueron los Tobosos, Coahuiltecos y Colorados, entre otros (Robles, 1938).

La primera expedición española que consta en mapas de recorrido del norte de la Nueva España, marcan que atravesó el Valle de Cuatro Ciénegas, y fué guiada por Don Pánfilo de Narváez en el año de 1562; las expediciones de Fray Pedro de Espimara entre 1566 y 1567, así como la del Alcalde Mayor del Mineral de Mazapil en Zacatecas, Don Francisco Cano en 1568, se encuentran en duda la llegada de ambos al valle. Para los años de 1599 un jesuita de nombre Nicolás de Anaya, menciona ya la existencia de una pequeña población llamada Cuatro Ciénegas, situada a setenta leguas al norte de la Laguna de Mayrán. Según registros, en 1616 el General Francisco de Urdiñola es dueño de una gran extensión de tierras, incluyendo al Valle de Cuatro

Ciénegas. En 1729, el Capitán explorador Berroterán, realizó una expedición entre los puntos de las actuales ciudades de Monclova y Cuatro Ciénegas. En 1744 se mercedaron al Marquesado de San Miguel de Aguayo, 98 sitios de ganado mayor (un sitio de ganado mayor equivale a 780.27 ha) en la Provincia de Coahuila; dicha propiedad abarcaba la región de Cuatro Ciénegas, según el inventario de las propiedades del marquesado, que en 1761 se conocía bajo el rubro de "LABOR DE NUESTRA SEÑORA DE LOS DOLORES DE LAS CUATRO CIENEGAS". Don Julián de la Riva pagaba veinticinco pesos anuales por la renta de la Hacienda de Cuatro Ciénegas en 1781. Para los años de 1797 la Hacienda de Cuatro Ciénegas, estaba totalmente abandonada por el continuo ataque de las tribus indígenas de la región (Portillo, 1886).

El día 25 de Abril de 1800 , el Comandante General de las Provincias Internas Don Pedro de Nava, dispuso se erigiese una villa en el punto de las Cuatro Ciéngas, que era una de las haciendas del Marquesado de San Miguel de Aguayo, quien hizo agencias ante el gobernador para que se le indemnizase el valor del terrreno. El 24 de Mayo del mismo año y estando constituido en el lugar el Teniente Coronel de Caballería Don Antonio Cordero y Bustamante, Gobernador Militar y Político de la Provincia de San Francisco de Coahuila, se funda la Villa de Cuatro Ciénegas (Portillo, 1886).

En 1945 el Congreso del Estado la reconoce con el nombre de Villa Venustiano Carranza y pasado algún tiempo se le cambió nuevamente a su actual nombre: Cuatro Ciénegas de Carranza, y finalmente el día 29 de Diciembre de 1975, el Congreso del Estado decretó como Ciudad Prósper a Cuatro Ciénegas de Carranza (Méndez, Com. Pers).

2.2. Descripción del Valle de Cuatro Ciénegas.

2.2.1 Ubicación Geográfica.

El Valle de Cuatro Ciénegas se encuentra ubicado al Oeste de la región Centro del Estado de Coahuila, a 80 km de la ciudad de Monclova sobre la Carretera Federal No. 30 a San Pedro de las Colonias y Torreón; se localiza en el municipio del mismo nombre, y colinda al Norte con el municipio de Ocampo, al Este con los municipios de Lamadrid, Sacramento y Castaños, al Sur con los municipios de Ramos Arizpe y Parras, y al Oeste con los municipios de San Pedro y Sierra Mojada. Se localiza en el área de la Provincia de la Sierra Madre Oriental y dentro de las subprovincias de las Sierras y Llanuras Coahuilenses (SPP., 1983).

Las coordenadas geográficas entre las cuales se encuentra el Valle de Cuatro Ciénegas son las siguientes: $26^{\circ}45' 00''$ y $27^{\circ} 00' 00''$ de latitud Norte y los 101°

48' 49" y 102 ° 17' 53" de longitud Oeste (Fig. 2) (Cetenal, 1976).

2.2.2 Población.

El Área ocupada por el municipio es de 8056.7 km², el valle ocupa menos de 1500 km² y cuenta con 79 localidades de asentamientos humanos; 65 de éstas cuentan con menos de 99 habitantes, 13 localidades con un rango de 100 a 499 habitantes y sólo una con más de 10000 habitantes. La población en el municipio es menor de 13000 habitantes y es algo incierta, ya que muchas personas emigran en busca de mejores fuentes de trabajo, y por la población flotante de Ocampo y Sierra Mojada que se encuentra en el municipio (SPP., 1990).

2.2.3 Orografía.

El Valle de Cuatro Ciénegas se encuentra incluido dentro de la subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses, la cual presenta sierras de roca caliza, plegadas, en su mayoría escarpadas y más bien pequeñas con los parteaguas erosionados (SPP., 1983).

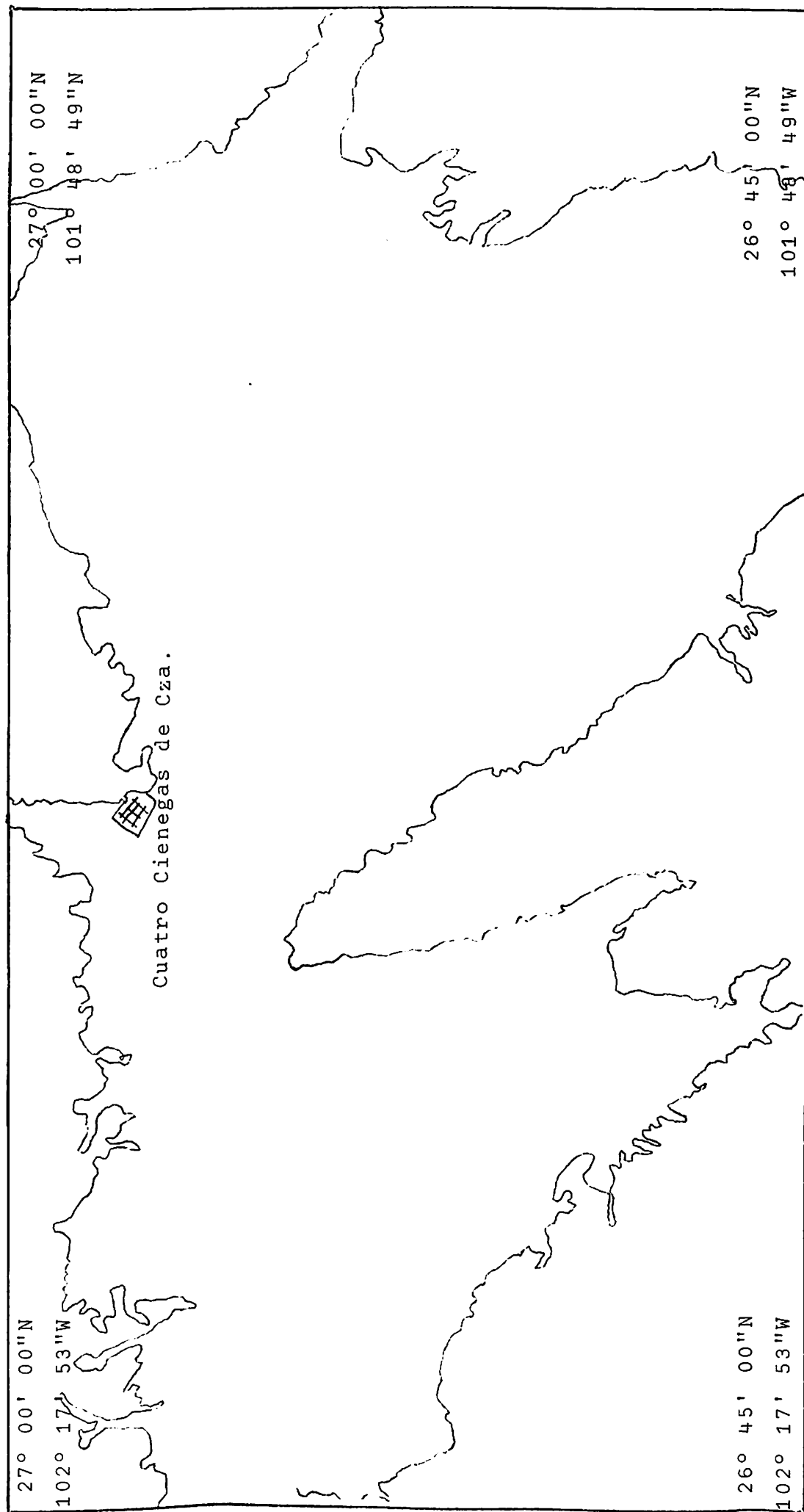


Figura 2.- Ubicacion Geografica del Valle de Cuatro Cienegas.

Para tener una mejor ubicación de la geografía del mencionado valle, tomaremos como punto de referencia a la Ciudad de Cuatro Ciénegas de Carranza, encontrando así en la parte más baja del valle una altitud de 700 m.s.n.m.; al Norte y Noroeste la Sierra de la Madera, con una altitud máxima de 1900 m.s.n.m.; al Suroeste la Sierra de la Fragua con una altitud máxima de 1500m.s.n.m.; al Noreste la Sierra de la Menchaca con sus 1000 m.s.n.m.; al Sur la Sierra de San Marcos y Pinos con la altitud de 2200 m.s.n.m.; al Sureste la Sierra La Purísima con una altitud de 1700 m.s.n.m. y al Este tenemos la Sierra de San Vicente con 1300 m.s.n.m.; las altitudes antes referidas son las máximas encontradas dentro de las coordenadas geográficas ya mencionadas (Fig. 3) (Cetenal, 1976).

2.2.4 Clima.

El clima del valle es árido, con una estación de lluvias de Mayo a Octubre, la precipitación pluvial media anual es menor de los 200 mm, en ocasiones presentándose lluvias considerables, durante el invierno el viento persiste algunas veces por varios días; las temperaturas invernales pueden bajar de 0°C en la noche cuando se presentan heladas y nevadas, siendo éstas raras durante el día; en verano la temperatura del aire puede exceder los

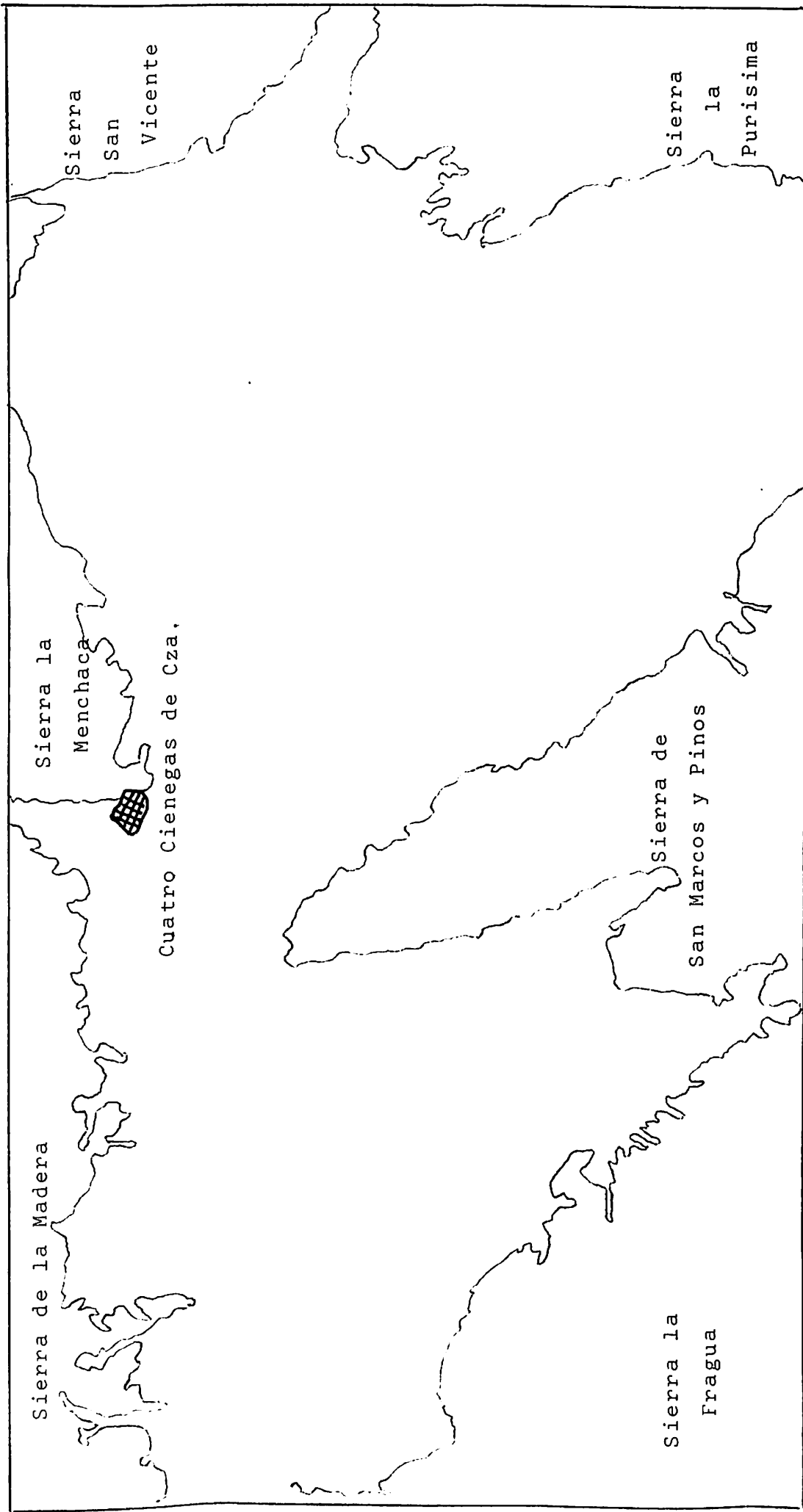


Figura 3.- Orografía del Valle de Cuatro Ciénegas,

44°C durante el día y tener relativamente noches frescas (Minckley, 1969).

De acuerdo a la clasificación climática de Koeppen modificada por García (1969), se reportan para este valle los siguientes climas:

BWhw'(x')(e'): muy seco, semicálido, con invierno fresco, régimen de lluvias en verano, muy extremoso, y

BSokw"(x')(e): seco, templado con veranos cálidos, régimen de lluvias de verano, extremoso .

Las precipitaciones pluviales extremas reportadas para el valle son 416.5 mm en el año de 1958 y 70.2 mm en el año de 1956, la temperatura media anual reportada es de 21.91°C, con 46 años de toma de datos por la dependencia SARH. (SPP., 1986).

2.2.5 Hidrología.

2.2.5.1 Ubicación y Usos.

La Cuenca Hidrológica del Valle de Cuatro Ciénegas se encuentra en la Región Hidrológica No. 24 Bravo-Conchos, dentro de la cuenca "D" Presa Falcon-Rio Salado y en la

subcuenca "g" Río Salado de Nadadores (Fig. 4) (Cetenal, 1981).

En la cuenca intermontana de dicho valle el agua es abundante, presenta pozas con diámetros desde unos cuantos metros hasta casi quinientos metros o más; las más conocidas son: La Poza de la Becerra, Churince, El Venado, Los Riachuelos, Los Cuates, Los Hundidos, Los Pozos Azules, El Anteojo, Juan Diego, Escobedo, La Tecla, El Tío Cándido y un mayor número sin nombre; las pozas de mayor tamaño son la Laguna Churince y la Puente Zumbadora (Las Playitas) (Cetenal, 1976).

El término POZA es usado localmente para denominar a las lagunas más pequeñas.

Gran parte del agua del valle es subterránea y la red de drenaje es moderadamente densa (Cetenal, 1981^a); la mayoría de las corrientes superficiales son intermitentes (Cetenal, 1981).

La evaluación del agua superficial en zonas áridas ha sido poco frecuente debido a la dificultad que reviste su estimación por la falta de estaciones de aforo en las corrientes intermitentes de dichas zonas (SPP., 1986).

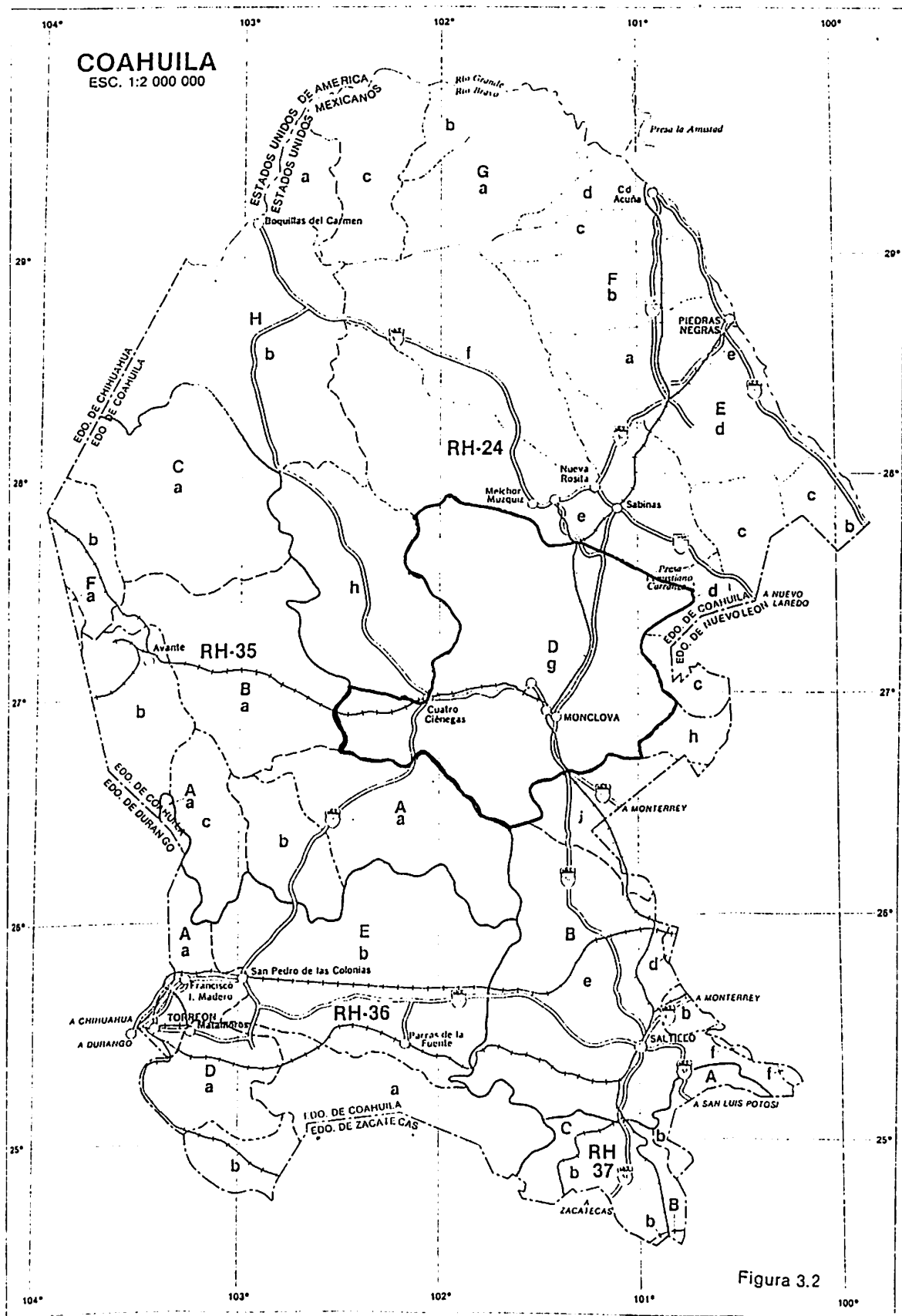


Fig. 4.- Ubicación Hidrológica del Valle de Cuatro Ciénegas.

2.2.5.2 Aforos.

"El empleo eficiente del agua de riego depende en gran medida de su aforo" (FIRA, 1985), el cual sirve para poder calcular el gasto hidráulico en m^3/seg , y así saber cuanta agua se va a usar.

Los Métodos de Aforo son (Rodríguez, 1981):

- 1.- Volumen y Tiempo.
- 2.- Secciones hidráulicas por vertedero y orificios.
- 3.- Medidor Parshal.
- 4.- Sección y Velocidad, determinando la velocidad con:

a).- Dispositivos Mecánicos:

- Molinete o Correntómetro.
- Dinamómetro.
- Flotador.
- Tubo de Pitot.

b).- Métodos Químicos.

El Molinete:

Se pueden reconocer dos tipos de molinete, los de eje vertical (Gurley, Pierce) y los de eje horizontal (Aoot, Faisa), de acuerdo con la orientación del eje giratorio que contiene unas copas en los verticales o una hélice en los de eje horizontal siempre referidos a la dirección del escurrimiento; el mecanismo que gira con el impulso de la corriente traslada su movimiento a un contador mecánico o a un sistema eléctrico, que emite llamadas al cerrarse un circuito cada cierto número de vueltas de la rueda o molinete, cuanto mayor sea la velocidad de la corriente, tanto o más gira la rueda con aspas o copas. Conociendo el número de vueltas que da la rueda y el tiempo que tarda en darlas, se puede conocer, la velocidad del agua con ayuda de una tabla calculada al efecto para cada rueda o molinete. Los datos a tomar del canal son las siguientes:

a).- Obtener el área seccional del canal (forma del cauce en el sitio de aforo).

b).- Ubicar en la base del canal 10 puntos de medición a una distancia equidistante.

c).- Tomar las lecturas con el molinete en cada punto de medición en revoluciones minuto.

ch).- Repetir al menos tres veces cada lectura.

d).- Conociendo el área seccional y la velocidad del agua en el sitio de aforo se puede calcular el gasto en m^3/seg o lt/seg por la siguiente fórmula:

$$\text{Gasto} = \text{Area Seccional} * \text{Velocidad del Agua.}$$

El Flotador:

Con este método se puede obtener una determinación aproximada de la velocidad, cuando no se requiere un método muy preciso o cuando se requiera de una lectura inmediata y se carezca de los elementos de medición necesarios. Un flotador consiste de un trozo de cualquier material que flote en la superficie del agua y que pueda ser acarreado por la corriente. Para medir la velocidad de una corriente con el flotador, se selecciona un tramo con una longitud conocida y se lanza el flotador al centro de la corriente, midiendo el tiempo que emplea en recorrer el tramo conocido deduciendo la velocidad de la ecuación siguiente:

$V = D/T$, donde:

V = velocidad del agua,

D = distancia del tramo conocido, y

T = tiempo empleado por el flotador.

La velocidad calculada debe multiplicarse por 0.8 ó 0.9 para tener un valor más real de la velocidad media de la corriente (Rodríguez, 1981).

2.2.5.3 Calidad del Agua.

En lo que al agua para riego respecta, la calidad del agua está determinada por la concentración y composición del total de constituyentes disueltos que contenga. Lo más importante a determinar en el agua destinada al riego es:

- 1.- La concentración total de sales solubles.
- 2.- La concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes.
- 3.- La concentración de boro u otros elementos que en algún momento puedan ser tóxicos, y

4.- Bajo ciertas condiciones, la concentración de bicarbonato con relación a la concentración de $\text{Ca} + \text{Mg}$ (USDA., 1982).

2.2.6 Suelos.

Para fines prácticos, lo referente a salinidad de los suelos, en este trabajo se agruparán en tres grupos: salinos, sódicos salinos y sódicos no salinos, (USDA., 1982):

El término salino se aplica a suelos cuya conductividad del extracto de saturación (CE) es mayor de 4 mmhos/cm a 25°C con un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) menor de 15. Generalmente el pH es menor de 8.5. En estos suelos el establecimiento de un drenaje adecuado, permite eliminar por lavado las sales solubles, volviendo nuevamente a ser normales. Las características químicas de los suelos salinos quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de sales presentes.

Suelos sódicos salinos, llámanse así aquellos suelos cuya CE es mayor de 4 mmhos/cm a 25°C y el PSI mayor de 15. Este tipo de suelo se forma como resultado de los procesos combinados de salinización y acumulación de sodio. Siempre que contengan un exceso de sales su apariencia y

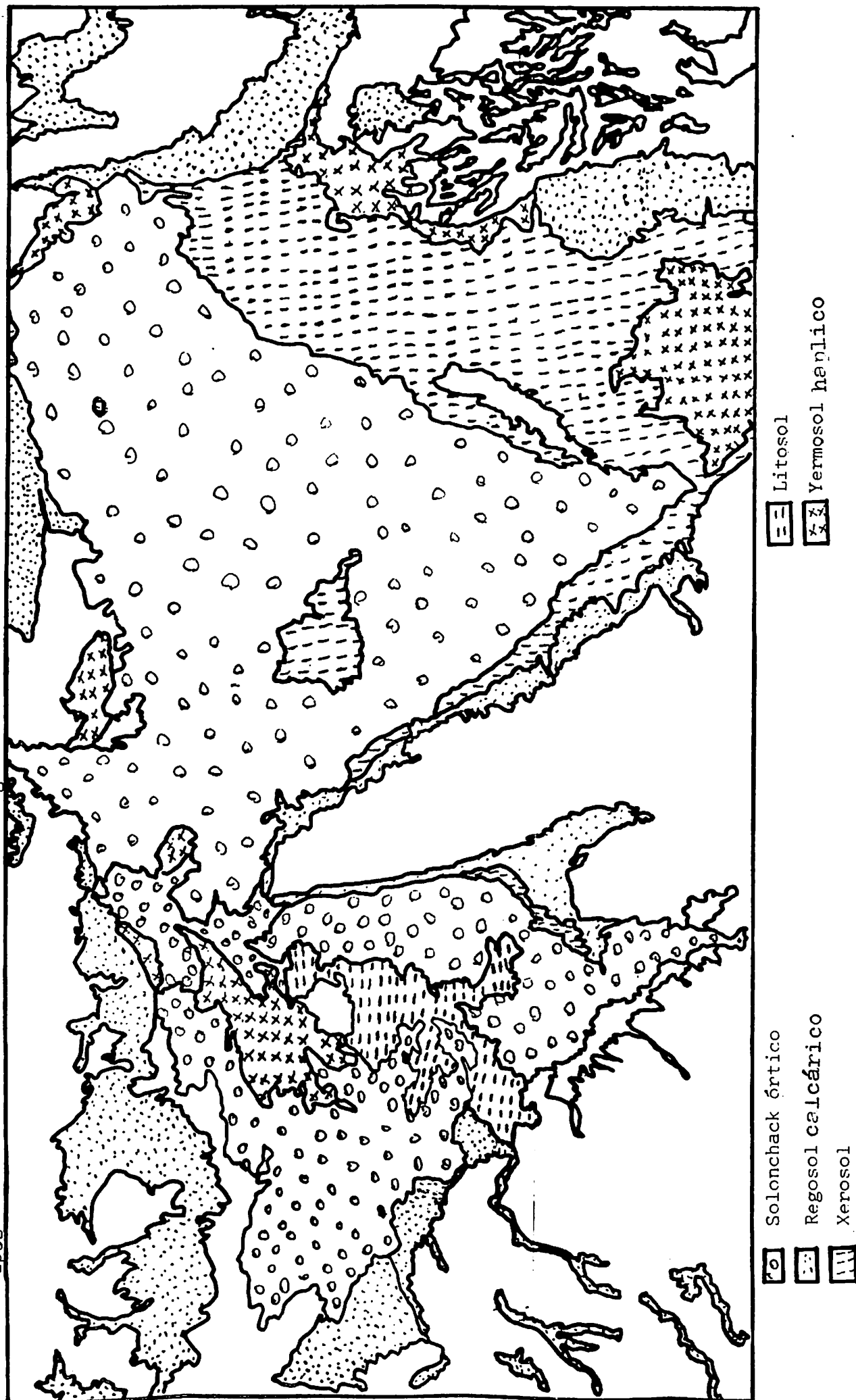
propiedades son similares a la de los suelos salinos. Cuando haya exceso de sales, el pH raramente será mayor de 8.5 y las partículas permanecen floculadas. Si el exceso de sales solubles es lavado, las propiedades de estos suelos pueden cambiar notablemente, llegando a ser idénticas a las de los suelos sódicos no salinos. A veces estos suelos contienen yeso y cuando son lavados, el calcio se disuelve reemplazando al sodio intercambiable.

Suelos Sódicos no salinos, son aquellos cuyo PSI es mayor de 15 y la CE es menor de 4 mmhos/cm a 25°C. El pH generalmente varía de 8.5 a 10. Con mucha frecuencia se encuentran en áreas pequeñas e irregulares. Siempre que en los suelo o agua de riego no se encuentre yeso, el drenaje y lavado de los suelos sódicos salinos conduce a la formación de suelos sódicos no salinos.

2.2.6.1 Tipos de Suelos en el Valle.

Los suelos que se presentan en la zona de estudio de acuerdo a la clasificación hecha por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional se pueden describir de la siguiente manera (Fig. 5):

Fig. 5.- Tipos de Suelos en el Valle de Cuatro Ciénegas.



Yermosol háplico.

Estos suelos se presentan en la región con una profundidad de 70 a 100 cm; presenta un epipedón ócrico que tiene un espesor de 24 a 25 cm, reacciona muy fuerte al HCl, presenta una textura media, tienen una estructura de bloques subangulares de tamaño medio con un desarrollo de moderado a fuerte; el subhorizonte es cámbico, y presenta acumulación de arcilla y carbonatos, reacciona muy fuerte al HCl, tiene una textura media y estructura de bloques subangulares de tamaño fino y medio de desarrollo de moderado a fuerte, muy drenado, gaseoso y pedregoso, presenta fase física.

Litosol.

Estos suelos se localizan en las sierras que rodean al valle y en menor proporción o es casi nula en el valle, presenta una profundidad de 5 a 13 cm, el horizonte está limitado por roca, reacciona muy débil al HCl; tiene una textura fina y una estructura migajosa, granular y de bloques subangulares, es de tamaño fino y de desarrollo moderado, el único horizonte existente es mólico.

Solonchack ártico.

Este tipo de suelo tiene una profundidad que varía de 30 a 100 cm, presenta un horizonte A ócrico que varía de 5 a 14 cm de espesor, presentan una textura en el epipedón que varía de media a gruesa y una estructura de bloques subangulares de tamaño fino y de desarrollo moderado, aunque también pueden presentar una estructura laminar fina y de desarrollo moderado; carecen de propiedades hidromórficas, presenta un horizonte B cámbico el cual tiene una textura de fina a media y una estructura de bloques subangulares fina y de desarrollo moderado, presenta acumulaciones de yeso y carbonatos; estos suelos poseen sistema de drenaje interno muy drenado.

Regosol calcárico.

Estos suelos tienen una profundidad de 15 a 60 cm, presentan un horizonte A ócrico que tiene un espesor de 6 a 18 cm, pero es más frecuente encontrarlo de 10 a 13 cm, este epipedón reacciona muy fuerte al HCl, tiene una textura media y una estructura de bloques subangulares muy finos y de desarrollo de débil a moderado. Presenta en el suelo una limitante de rocas y cementación; presenta un horizonte B cámbico, aunque se caracterizan por no

presentar capas distintas, este horizonte es de textura media y estructura de bloques subangulares muy finos y de desarrollo débil, no presentan acumulación sin embargo racciona muy fuerte al HCl. Está muy drenado.

Xerosol.

Suelos que tienen un horizonte A ócrico débil y uno o más de los siguientes horizontes B cámbico, argílico, eólico o gypsico, suelos que tienen una profundidad que varía de los 31 a los 110 cm, el horizonte A tiene un espesor que varía entre los 10 y 40 cm, su reacción al HCl es siempre fuerte; su textura es media y existen estructuras como bloques subangulares que tienen un tamaño variable de muy fina, fina y media; y un desarrollo de moderado a fuerte; laminar de tamaño fino y con desarrollo moderado; cúbico, fina y desarrollo moderado.

2.2.7 Fauna.

La fauna de interés cinegético es actualmente de escasa importancia por lo diezmado de sus poblaciones; la fauna de la región, especialmente la del valle es de gran interés cultural y biológico ya que en los hábitats acuáticos y semiacuáticos se encuentra una gran variedad de organismos

endémicos de la región, Contreras (1976), reporta para el lugar los grupos endémicos más importantes.

Algunos trabajos relacionados con la fauna existente en el Valle de Cuatro Ciénegas son los siguientes:

(Minckley, 1984), en este reporte cuantifica algunos aspectos de la diversidad relativa de especies con el tamaño del hábitat.

(Cole, 1984), en su artículo sobre crustáceos en el Valle de Cuatro Ciénegas, describe a 12 especies de crustáceos.

(Mc Coy, 1984) da las relaciones ecológicas y zoogeográficas de los anfibios y reptiles de Cuatro Ciénegas, reporta 66 especies nativas de la herpetofauna y de 2 introducidas.

(Mc Coy, 1970), describe una especie nueva de "lizard" Gerrhonotus luqui sp. nov., originaria del Valle de Cuatro Ciénegas.

(Hershler, 1984), en su estudio de caracoles reporta resultados sobre la morfología sistemática y ecología de los hidrobioides del valle.

(Contreras, 1984), presenta uno de los pocos trabajos sobre avifauna del valle.

(Hershler, 1985), hace un estudio en el cual reporta descripciones morfológicas detalladas, incluyendo aspectos de la concha anatómica de 12 especies pertenecientes a 9 géneros de caracoles.

(Jimenez, Guajardo y Briseño, 1981), describen en su trabajo a parásitos de peces del Valle de Cuatro Ciénegas.

(Minckley, 1978), presenta a los peces endémicos del Valle de Cuatro Ciénegas.

(Packard, 1978), hace un inventario de los mamíferos del sur del Desierto Chihuahuense.

2.2.8 Vegetación.

El Valle de Cuatro Ciénegas soporta una flora muy rica y de las más variadas del Desierto Chihuahuense, que incluye de acuerdo a Pinkava (1984), 879 taxas diferentes distribuidos en 114 familias, 456 géneros, 860 especies, y 19 taxas infraespecíficos adicionales.

El área correspondiente a cada uno de los tipos de vegetación se expone a continuación (Fig. 6):

Matorral Desértico Micrófilo	412.50	ha.
Matorral Desértico Rosetófilo	871.87	ha.
Vegetación Halófila	446.87	ha.
Vegetación Gypsófilas de Dunas	1528.12	ha.
Vegetación Gypsófila sobre Yesos		
Consolidados	1712.50	ha.
Pastizal Halófilo	496.87	ha.

2.2.8.1 Matorral Desértico Micrófilo.

Bajo este tipo de vegetación se agrupan aquellas comunidades, en las cuales, las plantas fisonómicamente dominantes corresponden a arbustos, ramificados desde la base con hoja o foliolo pequeño (Parvifolio o nanofolio), presentándose en el área de estudio las siguientes variantes: matorral desértico micrófilo inerme (es decir, las dominantes fisonómicas carecen de espinas); matorral desértico micrófilo espinoso (dominantes fisonómicas con presencia de espinas) y el matorral desértico micrófilo subinerme (combinación de los dos anteriores). Cabe aclarar que en el valle *Prosopis glandulosa* llega a formar matorrales más o menos densos, que es necesario diferenciar

Fig. 6.- Vegetación del Valle de Cuatro Ciénegas.



- | | | | |
|---|----------------------|---|-------------------------------|
|  | Vegetación Gipsófila |  | Matorral Desértico Microófilo |
|  | Pastizal alofita |  | Matorral Desértico Rosetófilo |
|  | Matorral Submontano |  | Vegetación Halófila |
| | |  | Dunas |

de los mezquites donde predominan la forma arbórea de la especie.

Este tipo de vegetación se ve influido en su fisonomía por la presencia de izotales y nopaleras y corresponde al "Desert Scrub" de Pinkava (1980).

En ocasiones el estrato superior en este tipo de vegetación es mayor de 3 mt formado por Yucca treculeana (palma pita), Yucca rostrata, Prosopis glandulosa (mezquite) y Celtis pallida (granjeno).

El matorral desértico micrófilo presenta las siguientes especies representativas:

<u>Prosopis glandulosa</u>	Mezquite.
<u>Larrea tridentata</u>	Gobernadora.
<u>Yucca treculeana</u>	Palma pita.
<u>Acacia spp.</u>	Gatuño.
<u>Forliera angustifolia</u>	Guayacán.
<u>Acacia rigidula</u>	Chaparro prieto.
<u>Opuntia spp.</u>	
<u>Flourensia cernua</u>	Hojasén.

El matorral desértico micrófilo en el Valle de Cuatro Ciénegas ocupa el pie de los cerros y piso del bolsón desde los 740 hasta los 1110 m.s.n.m., sobre terrenos de

pendientes ligera, abanicos aluviales y algunos cañones de la Sierra de la Fragua.

En algunas áreas sin pendiente o muy ligeras, al pié de la Sierra de La Fragua y Sierra de la Madera, el matorral micrófilo se presenta en asociaciones muy simples de Larrea-Sericodes o Sericodes-Larrea y en ocasiones únicamente Sericodes gregui.

A dichas asociaciones simples se les ha llamado matorral desértico de transición, debido a que se encuentra entre el matorral desértico micrófilo por un lado y la vegetación halófila de otro, de los 780 a 810 m.s.n.m. De acuerdo a López (1984), dichas asociaciones son las que originalmente ocupaban el piso del bolsón, suposición que también está basada en los estudios palinológicos de Meyer (1973), el cual concluye que la vegetación actual del valle no ha cambiado en los últimos 30 ó 40 000 años.

2.2.8.2 Matorral Crasicaule.

De acuerdo a Rzedowski (1978), bajo esta denominación se encuentran todas aquellas comunidades arbustivas de clima árido y semiárido, que juegan un papel importante, corresponde a plantas conspicuas de tallo succulento, o sea cactáceas grandes.

En muchos casos, aunque no prevalecen por su biomasa, estas plantas juegan el papel de dominantes fisonómicas. El matorral crasicaule en el Valle de Cuatro Ciénegas se encuentra restringido a dos lugares, uno es el cerro El Divisadero y otro cercano al ejido Seis de Enero, estos cerros ocurren aislados al norte del bolsón entre 700 y 800 m.s.n.m. Las dominantes fisonómicas en este tipo de vegetación son varias especies del género Opuntia, pero especialmente Opuntia bradtiana. Suele presentarse también especies del matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo pero sin llegar a dominar. Las especies representantes de este tipo de vegetación son:

<u>Fouquieria splendens</u>	Ocotillo.
<u>Larrea tridentata</u>	Gobernadora.
<u>Euphorbia antisiphilitica</u>	Candelilla.
<u>Agave lechuguilla</u>	Lechuguilla.

2.2.8.3 Matorral Desértico Rosetófilo.

En este tipo de vegetación predomina un estrato subarbustivo denso con hojas agrupadas en forma de roseta, con espinas y algunas carnosas. Se encuentra en suelos someros y pedregosos en todas las laderas que rodean al bolsón de los 800 a 1400 m.s.n.m. aproximadamente.

En este tipo de vegetación puede presentarse un estrato superior con muchas especies del matorral desértico micrófilo. Las especies representantes de este tipo de vegetación son:

<u>Hechtia glomerata</u>	Guapilla lisa.
<u>Dasyllirion palmeri</u>	Sotol.
<u>Agave spp.</u>	
<u>Fouqueria splendens</u>	Ocotillo.
<u>Lophophora williamsii</u>	Peyote.
<u>Opuntia spp.</u>	
<u>Stipa eminens.</u>	

2.2.8.4 Vegetación Halófito.

Son comunidades vegetales características de suelo con alto contenido de sales solubles, cualidad común de muchos suelos de clima árido y cuencas endorreicas, como es el caso del Valle de Cuatro Ciénegas.

Este tipo de vegetación ocupa el piso del bolsón, compartiéndolo con la vegetación gypsófila y el pastizal halófilo entre los 700 y 800 m.s.n.m., presentándose en las siguientes formas: asociaciones de Frosopis-Suaeda, masas puras de Suaeda, y dominancia de Chenopodiaceae (varias especies del género Atriplex y Allenrolfea sp.). Las

especies representativas de este tipo de vegetación son:

Saueda spp.

Atriplex spp.

Prosopis glandulosa

Opuntia spp.

Echinocerus spp.

Cerca del pastizal halófilo se puede encontrar:
Sporobolus airoides y Monanthochloe littoralis.

En este tipo de vegetación, una peculiaridad es la dominancia de Dasyilirion palmeri (sotol) en los alrededores de la Laguna Churince.

2.2.8.5 Vegetación Gypsófila.

Este tipo de vegetación prospera en suelos con alto contenido de sales de sulfato de calcio, ocurriendo bajo dos situaciones:

a) Vegetación gypsófila sobre yesos consolidados. (Dunas estabilizadas o viejas de Pinkava (1979), que ocurren en el piso del bolsón al norte de la Sierra de la Fraqua entre 800 y 900 m.s.n.m.).

b) Vegetación gypsófila sobre dunas de yeso de origen eólico que afloran en el bolsón. Las dunas son colonizadas por la vegetación de una manera dispersa.

Las especies representativas de la vegetación gypsófila sobre yesos consolidados son:

Flaveria chloraefolia

Lycium sp.

Nama spp.

Dymaria lyropetala

Opuntia spp.

Echinocerus enneacanthus.

Las especies representativas de la vegetación gypsófila sobre dunas son:

Yucca treculeana

Chilopsis linearis

Atriplex spp.

Ephedra trifurca

Mimbres.

Saladillo.

Pitamo real.

2.2.8.6 Pastizal Halófilo.

Los pastizales son comunidades vegetales dominadas por gramíneas, los pastizales halófilos prosperan en suelos con

alto contenido de sales solubles, característico de cuencas endorréicas y clima árido. Estos pastizales se caracterizan por gramíneas toscas, generalmente rizomatozas.

En el área de estudio el pastizal halófilo prospera en el piso del bolsón a los 700 m.s.n.m. aproximadamente, en suelos altamente salinos con drenaje deficiente y sujetos a inundaciones periódicas. El pastizal halófilo presenta gramíneas cespitosas de porte bajo de hasta 30 cm como Distichis spicata y también amacolladas de porte alto (hasta .7 m) como Spartina spartinae y Sporobolus airoides. Estos tipos de pastizal halofilo generalmente no se presentan juntos, pudiendo ocurrir también especies arbustivas halófitas como Atriplex spp, Suaeda spp, Prosopis glandulosa, etc.

2.2.B.7 Mezquital.

Son comunidades vegetales donde domina la forma arborea de Prosopis glandulosa, es decir son individuos con un tronco bien definido y son de una altura mayor de 4 m. En el valle se encuentran dos mezquिताles muy bien definidos, uno al sur del bolsón cerca de Nueva Atalaya (Nuevo San Marcos) y otra a la salida hacia el sur de Cuatro Ciénegas. Apparently estas comunidades son

mantenidos por los habitantes ya que dan abrigo y refugio al ganado.

En el estrato superior también es común encontrar a Acacia greguii, y en el inferior a Sporobolus airoides.

2.2.8.8 Matorral Submontano.

Este tipo de vegetación se presenta como un matorral alto de hasta 3 m, la mayor de las veces subinerme y muy denso.

Las especies más representativas son (López, 1984):

Lycium berlandieri.

Acacia berlandieri.

Dasyllirion palmeri.

Karwinskia humboldtiana.

Rhus virens.

Garrya ovata.

Prunus serotina.

Agave spp.

Opuntia spp.

Se le encuentra en la exposición sur de la Sierra de la Madera de los 1700 a los 1200 m.s.n.m., en la Sierra

de San Marcos y Pinos va de los 1100 hasta los 1900 m.s.n.m. ocurriendo en abanicos aluviales y cañones.

2.3.- Aspectos de la Utilización de los Recursos Naturales.

2.3.1 Agua.

Las actividades productivas que se dan en el valle, de alguna forma se relacionan con el uso del agua, podemos citar a la producción agrícola que se practica con los siguientes cultivos: alfalfa, avena, trigo, maíz, frijol, sorgo, vid, nogal, melón, sandía, calabaza, tomate, entre otros, principalmente.

En este momento la extracción del agua se hace a través de la infraestructura de canales formando las unidades de riego que maneja y administra la SARH., que a continuación se mencionan:

PROYECTO " Antiguos Mineros del Norte":

Sistema de riego: captación de manantial, conducción y zona de riego por gravedad.

Area de riego: 200 ha.

Long. de los canales: 3000 m sin revestir.

Proyecto "El Venado":

Sistema de riego: captación de manantial, conducción y zona de riego por gravedad.

Area de riego: 100 ha.

Long. de los canales: 8600 m revestidos, 1900 m sin revestir.

Fecha de construcción: 1969.

Proyecto "San Pablo":

Sistema de riego: captación de manantial, conducción y zona de riego por gravedad.

Long. de los canales: 1200 m revestidos, 730 m sin revestir.

Fecha de construcción: 1981.

Proyecto "La Becerra":

Sistema de riego: captación de manantial, conducción y zona de riego por gravedad.

Long. de los canales: 1200 m de tubería, 56000 m revestidos.

Area de riego: 1000 ha.

Fecha de construcción: 1966.

Proyecto "La Vega":

Sistema de Riego: captación de manantial, tanque regulador, zona de riego por gravedad.

Area de riego: 190 ha.

Long. de los canales: 3000 m de canal revestido, 5150 m de canaleta.

Fecha de construcción: 1969.

Proyecto "Santa Tecla":

Sistema de riego: Captación de manantial, conducción y zona de riego por gravedad.

Area de riego: 600 ha.

Long. de los canales: 52300 m revestidos, 2300 m sin revestir.

Fecha de construcción: 1966.

Proyecto "Saca Salada":

Sistema de riego: captación de manantial, conducción y zona de riego por gravedad.

Area de riego: 2500 ha.

Long. de los canales: 65000 m de canal de conducción sin revestir.

El agua utilizada en las áreas agrícolas del Valle de Cuatro Ciénegas, principalmente es de riego por gravedad y en mínima escala se practica agricultura de temporal, debido a la muy baja precipitación anual, así como el riego por bombeo de agua de los pozos. Otro de los usos es el recreativo, el cual incluye actividades tales como natación, buceo, pesca, excursionismo, etc.

En el año de 1986 se intentó crear un emporio turístico en lo que actualmente se conoce como "Las Tortugas", cuyos objetivos eran construir un fraccionamiento residencial y un lago artificial; el cual no tuvo éxito en primer término porque no se pudo obtener el permiso correspondiente ante las autoridades, y en segundo término por varios factores como la dificultad para introducir los servicios primarios, los altos costos de los lotes, etc. El impacto ambiental causado con el desmonte de varias hectáreas y la construcción de la poza artificial fue de graves y funestas consecuencias para los diversos organismos del área en cuestión (Palacios, Com. Pers.).

Aunque en mínima parte el agua también es usada en la escasa ganadería que se practica y para uso doméstico en los ranchos y caseríos ubicados en las proximidades de los canales.

Los usos del agua reportados para el valle son los siguientes: doméstico (1.7%), pecuario (2.3%), industrial (0.1%), y agrícola (95.9%) (SPP., 1986).

En 1959 el valle tenía poco desarrollo, pero en el año de 1964, tuvo un gran auge el turismo con propios y extraños de la región, que gustaban de practicar actividades recreativas ya mencionadas; trayendo como consecuencia la contaminación de los sistemas acuáticos y semiacuáticos, así

como de las áreas adyacentes. También para esa fecha se abrieron tierras para la agricultura y ganadería, con los daños que implícitamente estas actividades ocasionan (Contreras, 1984).

Al abrirse los canales para riego y extraer agua para la agricultura los niveles de agua de las pozas empezaron a disminuir, incrementándose así la temperatura del agua, dejando playas expuestas que rápidamente fueron colonizadas por Tullillos (Eleocharis rostellata) y Tules (Typha), formando así nuevos hábitats terrestres, decreciendo así los acuáticos y semiacuáticos, esto implica que se reduce el hábitat para muchas especies y por lo tanto competirán más ahora por espacio y alimento que antes.

Otro de los efectos negativo, fue que la red de canales intercomunicó a pozas que estuvieron aisladas naturalmente durante miles de años provocando el fenómeno de hibridación masiva entre especies compatibles (Contreras y Almada, 1984).

Al canalizarse el agua, algunos pantano y pozas disminuyeron su superficie, otras tantas se secaron (Lugo, Com. Pers.).

08914

U.A.A.N.

2.3.2 Actividad Forestal.

La recolección de algunas especies útiles de zonas áridas tales como la candelilla (Euphorbia antisiphilitica) para el aprovechamiento de su cera, y de la lechuguilla (Agave lechuguilla) para la extracción de su fibra, es practicado por los pobladores del bolsón, especialmente en los ejidos de San Marcos, Nuevo Atalaya, Palmira, Seis de Enero, Antiguos Mineros del Norte y San José de Boquillas. Esta actividad tal parece ser una de las más importantes durante todo el año, dado que estas comunidades no poseen una explotación pecuaria de importancia. Estas actividades no afectan en forma significativa el Matorral Desértico Rosetófilo, sin embargo es probable que sí alteran su composición florística, dado que actualmente ha desaparecido en grandes áreas (para su explotación comercial) de la Sierra de la Madera y Sierra de la Fragua.

En menor escala, aún se sigue explotando para la producción de bebidas embriagantes algunas especies como el Sotol (Dasyllirion palmeri) y el Maguey Serrano (Agave spp.).

Por último la explotación en algunas áreas de la vegetación halófila donde predomina el Mezquite (Prosopis

glandulosa), es importante como fuente de combustible (leña) y postes para cerco.

2.3.3 Actividad Pecuaria.

Las áreas ocupadas por el pastizal halófilo y vegetación halófila se utilizan como agostaderos para ganado, principalmente equino, las especies más apetecidas de la vegetación halófila son las especies del género *Atriplex*.

Dado a que las especies del pastizal halófilo son generalmente toscas no palatables, y solamente en la época de lluvias y crecimiento es posible aprovechar los renuevos, las quemadas en primavera para estimular el rebrote, son comunes.

Además un aspecto nocivo es que parece ser que el pastoreo ha favorecido el incremento de las poblaciones de *Prosopis glandulosa*.

El matorral desértico micrófilo y rosetófilo son aprovechados para el pastoreo del ganado caprino, sin embargo parece que estos tipos de explotación son de poca cuantía en el área. Basados en la información de COTECOCA (1979), en el Valle de Cuatro Ciénegas los índices

de agostadero por tipo de vegetación de acuerdo al tipo de condición son:

	Ha/Unidad		Animal	
	E ¹	B ²	R ³	P ⁴
Matorral Inerme Parvifolio	38.60	44.10	56.00	67.70
Vegetación Halófila	23.16	26.99	33.41	41.13
Pastizal Halófilo	30.66	34.70	40.67	48.77
Matorral Crasosulifolio- espinoso	29.81	32.80	38.44	46.00

¹= excelente, ²= buena, ³= regular y ⁴= pobre.

Como se observa la actividad pecuaria, a través del pastoreo extensivo, es aún en condiciones excelentes de agostadero una actividad difícil, y lo es más, cuando pensamos que la mayoría de los agostaderos se han utilizado sin un plan de manejo adecuado.

2.3.4 Actividad Agrícola.

Actualmente esta actividad se desarrolla a baja escala. La mayoría de las áreas abiertas al cultivo son de riego, dadas las limitaciones climatológicas del lugar. Sin embargo existen tierras de temporal en el ejido Seis de Enero, en donde las parcelas han sido abandonadas y actualmente sustentan una vegetación halófila secundaria, en donde es

común encontrar Maroma (Salsola iberica), Costilla de vaca (Atriplex canescens), Saladillo (Atriplex acanthocarpa) y Gigantillo (Nicotiana glauca).

La causa de que no se practique la agricultura de temporal a gran escala es por la baja cantidad de precipitación pluvial promedio anual, ya que FIRA (1985), la clasifica dentro de temporal malo, según los siguientes rangos:

Clasificación	$\overline{pp}$ anual	Temperatura
Temporal eficiente	más de 700 mm.	de 20 a 29°C
Temporal deficiente	de 450 a 700 mm.	de 10 a 20°C
Temporal malo	menos de 400 mm.	menor a 10°C y mayor a 29°C.

2.3.5 Extracción de Yeso.

La extracción de yeso, en lo que Pinkava (1984), denomina el Complejo Churince, en las dunas de yeso, ha afectado seriamente a la peculiar vegetación que prospera sobre ellas.

Además la asociación de Gypsófilas con marcadas halófilas es un caso único para el lugar, y existen muy

pocos estudios del comportamiento y distribución de estas comunidades que peligran por la continua extracción de yeso.

2.4 Distribución del Agua para Riego.

2.4.1 Clasificación de los Métodos de Riego.

Existen diferentes clasificaciones de los métodos de riego que en general atienden a las formas básicas en que el agua se aplica al suelo y en segundo término de acuerdo a la forma en que se distribuye en el mismo, también, según el tipo de energía que se emplea para que el agua se mueva. En atención al primer criterio, se pueden enlistar los métodos reportados por FIRA (1985), de la siguiente manera:

1.- Métodos Superficiales.

a) Inundación Total

- zanjias en contorno
- melgas rectas
- melgas en contorno
- curvas a nivel
- cuadros
- otros

b) Por Lineas

- surcos rectos
- surcos de contorno
- corrugaciones
- surcos especiales

2.- Métodos Aéreos.

a) Aspersión

- aspersores múltiples
- aspersores simples
- aspersores de aguilón
- permanentes

3.- Métodos Subterráneos.

a) Sub-irrigación

- canal abierto o zanjias
- tubería

4.- Métodos Mixtos.

a) Goteo

- tuberías perforadas
- emisores o goteos

De acuerdo al tipo de energía los métodos de riego se han clasificado en:

5.- Métodos de Riego por Gravedad.

- a) inundación total
- b) inundación parcial
- c) sub-irrigación

6.- Métodos de Riego a Presión.

- a) aspersión
- b) goteo y microaspersión
- c) manguera
- ch) cajete

2.4.2 Conducción del Agua en Canales.

Los canales pueden ser abiertos o cerrados, en los cuales circula el agua bajo la acción de la gravedad y sin ninguna presión, puesto que la superficie libre de líquido está en contacto con la atmósfera. La finalidad de los canales es la conducción, distribución y drenaje de volúmenes de agua para aprovechamientos y servicios; sus partes constitutivas son: el trazo y la sección; el trazo

se refiere a la localización de su eje tanto en planta como en perfil, y la sección comprende la formación geométrica que resulta de cortar el cauce con un plano vertical. Las estructuras, denominadas también obras de arte, son los elementos necesarios para que el cauce pueda cruzar obstáculos, ser operado, controlado, protegido, etc., sin modificar sus condiciones originales (FIRA, 1985).

Se tienen canales principales, secundarios, laterales y ramales; los primeros dominan toda el área regable y abastecen el sistema de secundarios a partir de la fuente de abastecimiento. Los canales secundarios dominan las divisiones principales del área regable y abastecen a los laterales cuando existen; los laterales pueden ser necesarios según la superficie y topografía atendida por un secundario y abastecen a los ramales a partir de los secundarios; los ramales son las últimas ramificaciones de la red de distribución que permiten aplicar directamente el agua al zurco o melga, y su construcción corresponde a las labores agrícolas, debiendo preverse las tomas necesarias para su alimentación.

2.4.3 Revestimiento de los Canales.

El revestimiento interior de los canales, además de reducir las pérdidas por infiltración, aumenta la capacidad

de transporte, se mejora la limpieza, se evita la vegetación y se mejora la conservación, evitando la erosión del canal (FIRA, 1985).

Liria (1981), recomienda que para decidir sobre la necesidad o no de revestimiento se debe de considerar como admisible una infiltración de 25 a 50 lt/m² en 24 hr. que equivalen a un 2 ó 3% del caudal que circula.

Los revestimientos se clasifican de acuerdo con los materiales y métodos de construcción usados:

- a) revestimiento de superficie dura,
- b) revestimiento de membrana expuesta,
- c) revestimiento de membrana enterrada,
- ch) revestimiento de tierra (FIRA, 1985).

METODOLOGIA

3.1.-Red de Canales.

Con base a las cartas de Uso de Suelo de Cetenal, se realizaron recorridos para conocer el sistema de canales de riego en el Valle de Cuatro Ciénegas y se verificó la información contenida en dichas cartas, realizando las siguientes observaciones:

1. Identificación de los canales existentes en el Valle de Cuatro Ciénegas, para excluir a aquellos que están permanentemente fuera de uso.
2. Determinar si la fuente de origen del agua de los canales es por manantial, poza o río.
3. Establecer los tipos de canales y su condición.
4. Comprobar si al inicio de cada canal existe o no una compuerta que regule la salida del agua; si a lo largo de los canales existen compuertas derivadoras, y

de haberlas, de que material están hechas y en que estado se encuentran.

5. Observar si el agua está entubada desde su origen o en tramos posteriores.

6. Excluir a los sistemas de aprovechamiento por pozo profundo, de los ejidos Antiguos Mineros del Norte y San Vicente.

7. Conocer el destino final del agua, en cuales cultivos se emplea y si tiene otros usos aparte del agrícola.

El paso siguiente es, al estar ya comprobada la existencia de los canales y su ubicación, otra serie de recorridos por canal para conocer la longitud total de su canal principal y en caso de tener, la longitud de la parte revestida con concreto, así como su condición; también se determinó la existencia, longitud y estado de conservación de los canales secundarios y laterales. En estos recorridos se detectaron los principales tipos de fugas en cada canal, en donde se fijaron los puntos de aforo.

3.2.- Aforo de las Corrientes Superficiales.

En los recorridos finales se procedió a aforar al inicio de cada canal, antes y después de cada punto de pérdida de agua (fugas) y al final del canal principal, siendo estos los puntos de muestreo. El aforo se realizó de la siguiente forma:

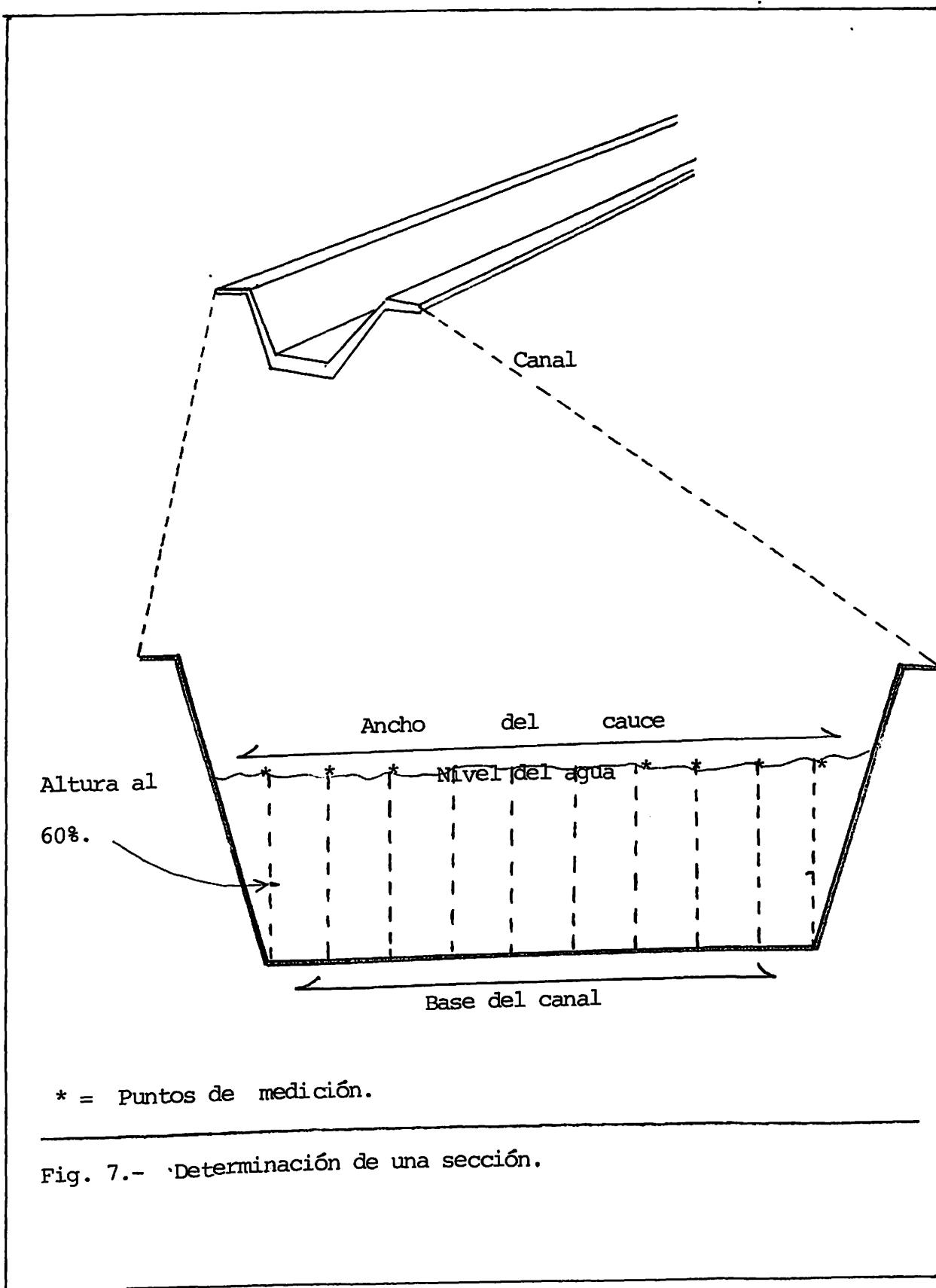
3.2.1.- Area Seccional.

Para obtener el área seccional de cada punto de muestreo se tomaron los siguientes datos:

a) Se dividió la base del canal en 10 partes de la misma longitud, y cada parte será un punto de medición.

b) Los puntos de medición se proyectaron al espejo del agua y fueron marcados en una cuerda colocada paralela a dicho espejo para su mejor ubicación.

c) Se midió la altura total del agua en el canal, de la base al espejo de agua en cada punto de medición (Fig. 7).



3.2.2 Velocidad del Agua.

El cálculo de la velocidad del agua para cada punto de aforo se hicieron con los siguientes métodos:

a) Se utilizó el método del molinete, descrito en el capítulo anterior. El aforo se realizó al 60% de la altura total de agua en el cauce, con diez lecturas por punto y tres repeticiones por lectura; en ciertos casos en los que por las dimensiones de los canales y la altura total del agua dentro de éstos, no permitieron el uso de este método, se utilizó el que a continuación se menciona.

b) El método conocido como flotador, descrito también en el capítulo anterior se usó para tal fin una pelota de unicel de 5 cm de diámetro; con este método se tomaron cinco repeticiones por sitio de aforo.

A partir del primer recorrido se tomaron los datos necesarios para modificar y actualizar dichas cartas de Uso del Suelo para tener la correcta ubicación de los canales que actualmente están en uso y sus principales vías de acceso.

3.3.- Toma de Muestras.

Con el propósito de conocer las principales características físicas y químicas del agua que se utiliza para el riego en el Valle de Cuatro Ciénegas, y establecer alguna relación con las propiedades salinas del suelo, se levantaron muestras de suelo y agua de la siguiente manera:

3.3.1 Muestras de Suelo:

Se tomaron muestras de 1 kg de suelo en áreas representativas a una profundidad de 30 cm para su posterior análisis, tanto en áreas de cultivo como en áreas testigo. A dichas muestras se les analizó los siguientes contenidos:

- a) Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros y Sulfatos.
- b) Conductividad eléctrica, pH, PSI y RAS.

3.3.2 Muestras de Agua.

Se tomaron los resultados de los análisis de calidad de agua, hechos por la Comisión Nacional del Agua, en el sitio de estudio, a los cuales se les analizó lo siguiente:

a) Características físicas:

color, olor, aspecto y sedimentos.

b) Características químicas:

- Cationes: Sodio, Calcio, Magnesio y Potasio.
- Aniones: Sulfatos, Carbonatos, Bicarbonatos y Cloruros.
- Hierro en forma de: Férrico y Ferroso.
- Nitrógeno en forma de: Amoniacó, Nitratos y Nitritos.
- Otros elementos.

3.4.- Fluctuaciones.

También se observó la fluctuación del nivel de agua de una poza, tomando datos de la altura del agua en un punto fijo, durante el periodo de Septiembre de 1990 a Mayo de 1991.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los primeros recorridos, comprendidos de los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre de 1990, se obtuvo información sobre la red de canales presentes en el Valle de Cuatro Ciénegas (Cuadro I), para descartar a aquellos que están fuera de servicio; a los canales que se encuentran en servicio se les identificó su fuente de origen, su destino final y los cultivos encontrados en las zonas de riego (Cuadro II).

El sistema de conducción del agua actualmente es por gravedad desde su inicio hasta cada zona de riego.

En los únicos canales donde se encontraron compuertas al inicio de éstos son: La Vega y la Becerra, los canales principales que tienen compuertas de desviación del agua son: La Becerra, San Pablo, El Venado, La Vega y Sta. Tecla, con el fin de desviar el agua del canal principal a canales secundarios, laterales o directamente a las zonas de riego

CANAL	ORIGEN	DESTINO	CULTIVOS
La Becerra	Pozas	Zona de riego del Ej. Cuatro Ciénegas	Alfalfa, Sorgo forrajero, Maíz, Avena forrajera y frijol
Sta. Tecla	Pozas	Fuera del Valle	Maíz, Sorgo (grano y forraje), Frijol, Calabaza, Sandía, Avena forrajera y Pasto
El Venado	Poza	Zona de riego del Ej. El Venado	Alfalfa, Maíz, Frijol, Avena, Sorgo forrajero
Saca Salada	Pozas y arroyos	Fuera del Valle	Alfalfa, Maíz, Frijol; Avena, Sorgo forrajero y Tomate
Sn. Pablo	Manantiales	Zona de riego de Ej. El Venado	Maíz, Frijol, Sorgo forrajero y Alfalfa
La Vega	Manantial	Zona de riego del Ej. La Vega	Alfalfa, Sorgo (forrajero y escobero), Avena forrajera, Maíz, Frijol, Trigo, Melón, Sandía y Calabaza
Julio Arredondo Río		Zona de riego de Pequeña propiedad	Alfalfa, Sorgo, Maíz y Frijol
Rancho Orozco	Poza	Zona de riego del Rancho Orozco	Alfalfa, Maíz

Cuadro II.- Origen y destino de los canales.

(Cuadro III). El Canal conocido como SACA SALADA, también presenta los siguientes nombres: Canalón de San Juan y Canal de Agua Salada.

Las partes entubadas que se encontraron, fué una en el tanque de almacenamiento que da origen al canal La Vega, al inicio del canal La Becerra y un tramo del canal principal de Sta. Tecla, casi al salir del valle.

Durante los meses de Diciembre y Enero se observó que la mayoría de los canales principales presentan ramificaciones, las cuales son nombradas canales secundarios, y a su vez éstos presentan canales laterales, en diferentes proporciones, según las necesidades de las zonas de cultivo (Cuadro IV), a los cuales se les midió su longitud total y la parte correspondiente al revestimiento de concreto, en caso de tenerlo (Cuadro V).

Las fugas de agua estuvieron presentes en todos los canales principales por diferentes causas y número. Las fugas en este trabajo se consideran diferentes a aquellas pérdidas normales de agua por conducción como son: la infiltración, evaporación, transpiración y absorción del agua por las plantas dentro y a orillas de los canales, en cada fuga (Cuadro VI), se ubicó una estación

Canal	Compuerta		
	Metálica	Madera	Otros*
La Becerra	14	1	0
Sta. Tecla	3	0	0
El Venado	0	3	5
Saca Salada	1 (sin uso)	0	0
Sn. Pablo	5	0	0
La Vega	2	0	5
Julio Arredondo	0	0	0
Rancho Orozco	0	1	0

Cuadro III.- Relación de compuertas por canal.

*= lodo, costales, piedras, ramas y cartones.

No. de canales			
Unidad de riego	Principales	Secundarios	Laterales
La Becerra	1	2	23
Sta. Tecla	1	0	0
El Venado	1	2	6
Saca Salada	1	0	2
Sn. Pablo	1	0	0
La Vega	1	2	4
Julio Arredondo	1	0	0
Rancho Orozco	1	0	0

Cuadro IV.- Número de canales por unidad de riego

Canal	Longitud	Principal	Secundario	Lateral
La Becerra		21.5 km, revestidos	13.5 km, revestidos	24.3 km, revestidos
Sta. Tecla		23.4 km, revestidos 4.5 km, sin revestir		
El Venado		6.5 km, revestidos 1.5 km, sin revestir	1.8 km, revestidos	0.4 km, revestidos 2.3 km, sin revestir
Saca Salada		25.0 km, sin revestir		3.0 km, sin revestir
Sn. Pablo		1.8 km, revestidos 0.7 km, sin revestir		
La Vega		3.0 km, revestidos	5.0 km, revestidos	4.9 km, revestidos
Julio Arredondo		11.5 km, sin revestir		
Rancho Orozco		0.3 km, sin revestir		
Cuadro V.- Longitud de los canales				

Causas	Ruptura de bordo	Bordo a desnivel	Uso doméstico	Ruptura en la base	Compuertas mal cerradas
Canal					
La Becerra	1	0	3	0	16
Sta. Tecla	2	1	0	1	0
El Venado	1	1	0	1	8
Saca Salada	0	0	1	0	0
Sn. Pablo	0	0	3	0	0
La Vega	4	3	5	2	7
Julio Arredondo	0	0	0	0	0
Rancho Orozco	0	0	1	0	0
Cuadro VI.- Causas de las fugas por canal.					

de aforo, identificándola con listones de colores para su posterior ubicación.

Los aforos se realizaron de Febrero a Abril de 1991, con ayuda del molinete o de un flotador, según se requirió. Los resultados de los aforos se expresan en el Cuadro VII.

En base a la Conductividad Eléctrica, el pH y el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), los suelos son clasificados por USDA. (1982), en normales, salinos y salinos sódicos (Cuadro VIII).

Las características físicas de los análisis de las muestras de agua, de los canales La Becerra, Sta. Tecla, Saca Salada, Sn. Pablo y La Vega, son en general: color (incolora), olor (suigeneris), aspecto (límpido) y sin sedimentos.

Las características químicas del agua, para los mismos canales se presenta en el cuadro IX.

Los resultados de los análisis químicos de agua, para Sn. Pablo y La Vega indican que son: aguas altamente salinas y bajas en sodio. Si se usa para riego será en suelos ligeros de drenaje rápido y profundo; en suelos medios o

Canal	Gasto l/seg	Inicial	Final	Pérdidas por conducción total	%	Pérdidas total	por fugas %	Pérdidas totales	Pérdidas totales %
La Becerra		467.45	355.73	29.82	6.38	81.90	17.51	111.72	23.89
Sta. Tecla		272.22	245.47	9.50	3.49	17.25	6.34	26.25	9.83
El Venado		159.03	117.58	12.38	7.78	29.07	18.26	41.45	26.06
Saca Salada		2536.67	2085.37	451.30	17.39	00.00	00.00	471.30	17.79
San Pablo		58.85	54.16	4.69	7.97	00.00	00.00	4.69	7.97
La Vega		90.53	64.84	9.51	10.50	16.18	17.87	25.69	28.37
Julio Arredondo		306.15	250.83	55.32	18.07	00.00	00.00	55.32	18.07
Rancho Orozco		44.96	33.20	11.70	26.16	00.00	00.00	11.76	26.165

Cuadro VII.- Resultado de los aforos.

Muestra	Identificación	pH	CEx10 ³	PSI	Suelos
1	Pequeña prop.	8.4	24.80	67.61	Salino sódico
2	"	8.3	4.48	13.19	Salino
3	"	8.5	16.76	59.16	Salino sódico
4	"	8.4	23.80	76.17	Salino sódico
5	"	8.3	3.88	4.29	Normal
6	San Pablo	8.2	2.15	0.56	Normal
7	"	8.4	0.80	0.75	Normal
8	"	8.2	1.32	0.48	Normal
9	Ej. La Vega	8.3	0.94	0.69	Normal
10	"	8.4	0.62	1.01	Normal
11	"	8.1	3.44	3.58	Normal
12	"	8.2	17.69	43.87	Salino sódico
13	Ej. Cuatro C.	8.1	3.12	3.58	Normal
14	"	8.3	9.71	18.17	Salino sódico
15	"	8.1	4.05	6.53	Salino

Cuadro VIII.- Análisis de suelos.

Cationes en miliequivalentes por litro.

Canal	Sodio	Calcio	Magnesio	Potasio	Clave*
La Becerra	(3.65)	(19.66)	(9.87)	(0.09)	C4 S1
Sta. Tecla	(12.78)	(21.55)	(17.26)	(0.06)	C4 S1
Saca Salada	(18.26)	(25.95)	(20.56)	(0.14)	C4 S1
San Pablo	(0.52)	(8.88)	(1.23)	(0.04)	C3 S1
La Vega	(0.43)	(3.69)	(1.81)	(0.05)	C3 S1

* = Clasificación por USDA. (1982).

Aniones en miliequivalentes por litro.

Canal	Sulfatos	Carbonatos	Bicarbonatos	Cloruros
La Becerra	(25.79)	(0.0)	(3.99)	(3.94)
Sta. Tecla	(45.62)	(0.0)	(3.99)	(4.51)
Saca Salda	(52.32)	(0.0)	(7.99)	(5.64)
San Pablo	(5.60)	(0.0)	(3.99)	(1.13)
La Vega	(0.0)	(0.0)	(5.99)	(2.82)

No hubo presencia de hierro, nitrógeno, ni otros elementos en cualquiera de sus formas.

Cuadro IX.- Análisis químico del agua.

pesados el drenaje deberá ser rápido y profundo, efectuando buenas prácticas de lavado y labores de buen abonado con materia orgánica; los cultivos se escogerán resistentes a las sales. Desde el punto de vista químico el agua en esta zona es potable para los humanos y útil para usos de abrevadero de aves o de ganado.

Para los canales de La Becerra, Saca Salada y Sta. Tecla se reporta aguas para riego muy altamente salinas y media en sodio. Si se usa para riego será en suelos ligeros de drenaje rápido y buena profundidad, efectuando buenas, frecuentes y profusas prácticas de lavado y de buen abonado con materia orgánica; los cultivos se escogerán tolerantes y resistentes a las sales. Desde el punto de vista químico el agua de estas zonas no es potable para los humanos, no es útil para usos de abrevadero de aves o ganado. Preferible no usarla para riego.

Las fluctuación encontrada en la Poza La Becerra, en un punto fijo, para el cual fue tomado el nivel del agua en la compuerta, fue de una altura máxima de 1.66 m, el 12 de Octubre de 1990 y la altura mínima de 1.20 m, el 5 de Marzo de 1991; la disminución del agua fue gradual. En un periodo

de dos días, en los cuales la compuerta estuvo cerrada por mantenimiento, el nivel del agua se incrementó en 4 cm.

En el desarrollo del presente trabajo, al hacer el reconocimiento de campo, se encontraron algunas diferencias respecto a las longitudes reportadas para los canales por INEGI. y SARH., así también en los gastos reportados por SARH. en los mismos meses, y son presentados en el cuadro X.

En lo que respecta a la condición de los canales, se encontró que en todos éstos, existen por lo menos alguno de los siguientes defectos: piedras y plantas dentro del canal y fugas por mal mantenimiento.

En la figura 8, se presenta la ubicación de los canales aforados y sus principales vías de acceso.

DATOS	REPORTADO EN DATOS OFICIALES	VERIFICADO
Canal: La Becerra.		
Gastos en l/seg.	Fuente: 355.00	Fuente: 476.45
	Final: 455.00	Final: 355.73
Canal: Sta. Tecla.		
Gasto en l/seg.	Fuente: 405.00	Fuente: 272.22
Long. del canal principal revestido con concreto.	52.000 km.	28.400 km.
Canal: El Venado.		
Gasto en l/seg.	Fuente: xxxxx	Fuente: 159.03
	Final: xxxxx	Final: 117.58
Long. del canal principal revestido con concreto.	8.600 km.	6.500 km.
Canal: San Pablo.		
Gasto en l/seg.	Fuente: 40.00	Fuente: 58.85
	Final: 32.00	Final: 54.16
Long. del canal principal revestido con concreto.	1.200 km.	1.800 km.
Canal: La Vega.		
Gasto en l/seg.	Fuente: 90.00	Fuente: 90.53
	Final: 75.00	Final: 64.84

Cuadro X.- Diferencias encontradas respecto a la longitud
de los canales principales revestidos y los gastos.

XXXXX= no hubo datos oficiales.

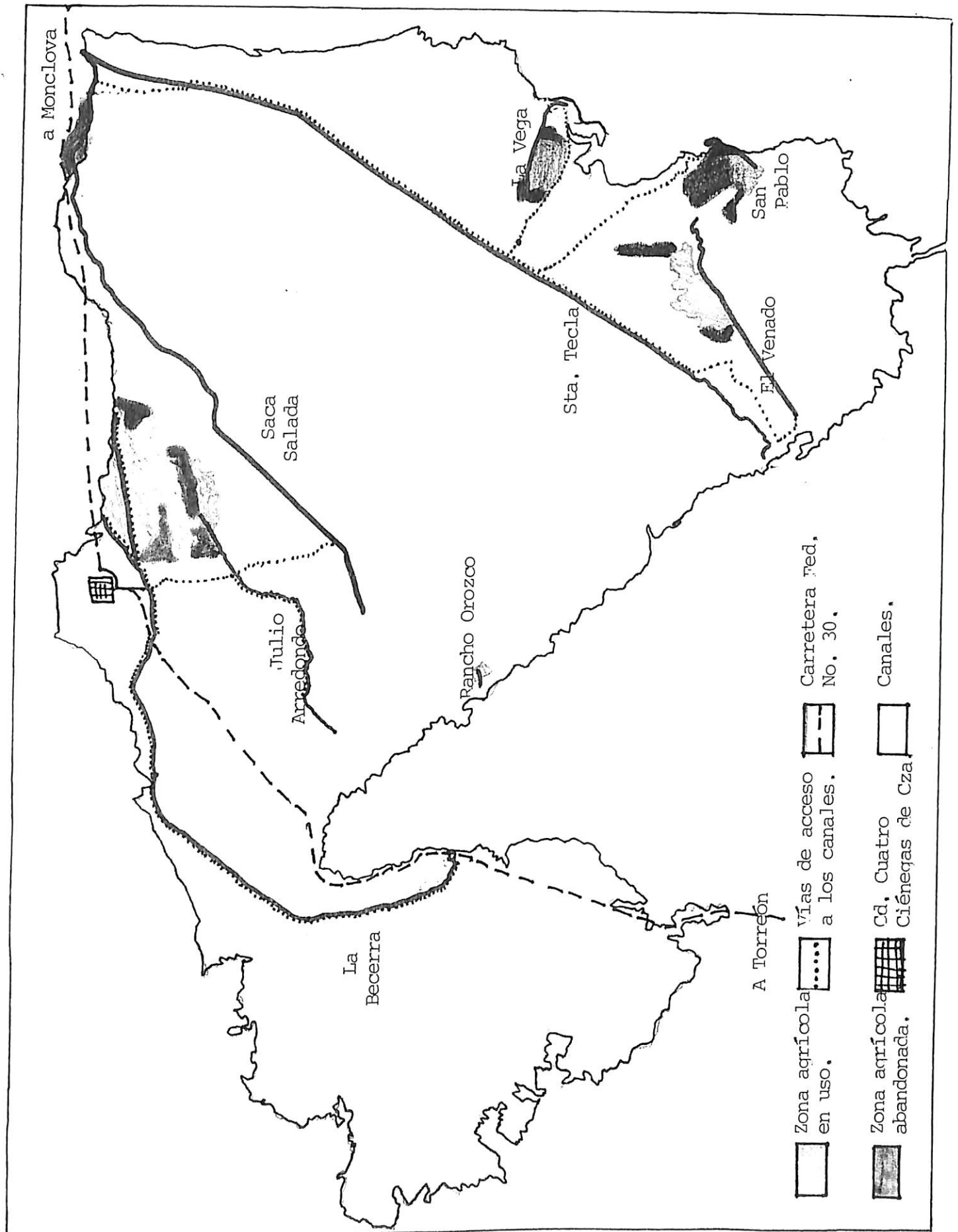


Fig. 8.- Mapa del Valle de Cuatro Ciénegas.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo las pérdidas por conducción en la red de canales del Valle de Cuatro Ciénegas van del 9.83 al 26.06% y se consideran altas por Liria (1981), quien reconoce de un 2 a 3% como pérdidas por conducción en canales sin revestir, por lo tanto, en canales revestidos de concreto dichas pérdidas deben de ser menores; para la zona Norte de México se reportan pérdidas del 36% en conducción, con una variabilidad del 45 al 95% (PRONAPA.,1984), en estos canales se registraron pérdidas diarias hasta de 1077.39 m³ (Cuadro XI).

Tales pérdidas se reducirían si se les diera un mantenimiento adecuado a los canales periódicamente, se mejoraran las compuertas y se tuviera al inicio de cada canal una compuerta que regulara la salida del agua a los canales.

En base a los análisis fisico-químicos del agua, los canales San Pablo y La Vega, son altamente salinos y bajos en sodio; Los canales La Becerra, Sta. Tecla y Saca Salada presentan aguas muy altamente salinas y medias en sodio. Por

Canal:	Pérdida en m ³ /día:	Causas principales:
La Becerra:	160.88	Compuertas mal cerradas (CMC).
Sta. Tecla:	37.81	Ruptura del bordo.
El Venado:	59.69	CMC y Ruptura en la base.
Saca Salada:	678.68	Infiltración (I) y Evapotranspiración (ETP).
San Pablo:	6.75	I y ETP.
La Vega:	36.99	Ruptura del bordo, de la base y por bordo a desnivel.
Julio Arredondo:	79.66	I y ETP.
Rancho Orozco	16.93	I y ETP.
Total=	1077.39	

Cuadro XI.- Pérdidas por día y sus causas.

lo que se puede asegurar que, la salinidad del suelo se debió, además de ser suelos salinos, a las aportaciones de sales del agua de riego.

En el caso particular del canal La Becerra, que riega las tierras agrícolas del ejido Cuatro Ciénegas, al aplicar una lámina de riego de 15 cm/ha, por ejemplo, se agregan 3.19 ton/ha de sales totales, de las cuales 0.57 ton/ha son de sodio y 0.81 ton/ha de calcio. Lo mismo ocurre con los otros canales para las demás tierras de cultivos.

Como se puede observar, cantidades de sales son adisionadas por cada lámina de riego de 15 cm/ha que se aplica al regar. Esto ocasionará que si se continua realizando tal actividad, en pocos años se irán acumulando más sales a los suelos ocasionando que éstos se vuelvan totalmente improductivos. Como se puede observar en la figura 9, las concentraciones de Calcio disminuyen en el curso del agua por el canal, debido a que se precipitan como Sulfatos de Calcio, sedimentándose; en tanto que las concentraciones de sodio se incrementan, salinizando su superficie como Sulfatos de Sodio.

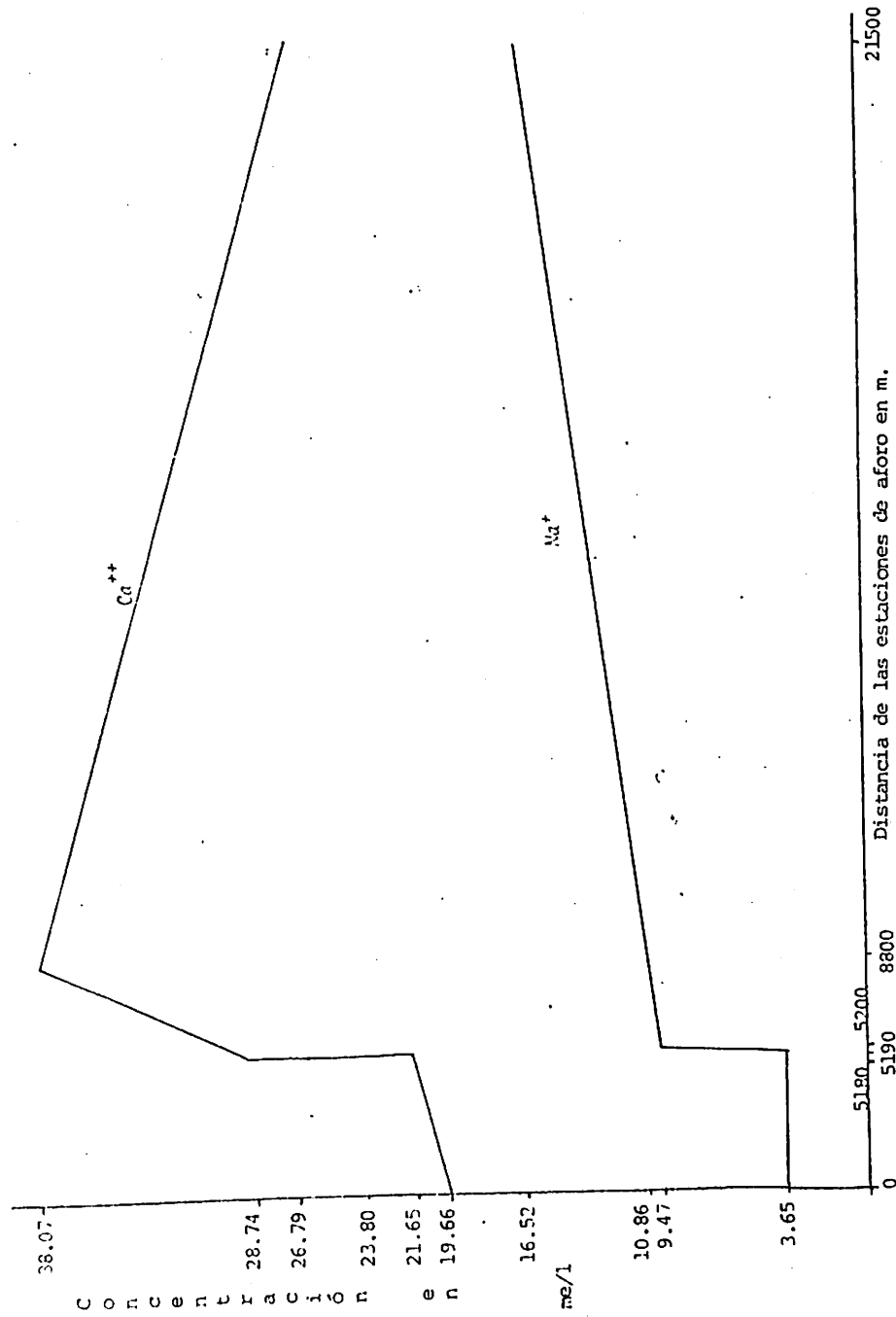


Fig. 9.- Relación de las concentraciones de Sodio y Calcio a diferentes distancias del Canal la Becorra.

Par evitar que dichos suelos alcancen el grado de ser improductivos, se deben de hacer prácticas de mejoramiento del suelo, tales como:

- lavados.
- drenaje de las tierras de riego con relación al control de la salinidad, para condiciones donde sea rentable hacerlas.
- aplicación de mejoradores químicos y orgánicos para la substitución del sodio intercambiable.
- uso de cultivos tolerantes como pastos (alcalino y salado).

BIBLIOGRAFIA

- CETENAL. 1976. Cartas de Uso del Suelo. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Secretaría de la Presidencia. Carta Cuatro Ciénegas G13B59, Carta El Venado G14A51, Carta Reforma G14A61 y Carta Lamadrid G14A41. Esc. 1:50000
- 1981. Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Secretaría de la Presidencia. Carta Monclova G14-4 y Carta Tlahualilo G13-6. Esc. 1:250000.
- 1981^a. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Secretaría de la Presidencia. Carta Monclova G14-4 y Carta Tlahualilo G13-6. Esc. 1:250000.
- Cole, G.A. 1984. Crustacea from the Bolson of Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico. In: Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science. 19(1):3-12.
- COTECOCA. 1979. Coeficiente de Agostadero para la República Mexicana. Estado de Coahuila. SARH: México 225 p.
- Contreras B., A.J. 1984. Birds from Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico. In: Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science. 19(1):77-79.

- Contreras B., S. 1976. Biota endémica de Cuatro Ciénegas, Coahuila. México. En: Memoria del Primer Simposio Nacional de Ornitología. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. p. 106-113.
- 1984. Environmental Impacts in Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico: a comentary. In: Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science. 19(1):85-88.
- Contreras B., S. y Almada V., P. 1984. El Bolsón de Cuatro Ciénegas, Coah., Mex. En: SEDUE. Reunión Regional de Ecología. Monterrey, N.L. p. 125-129.
- FIRA. 1985. Serie Agricultura, Riego y Drenaje. En: Instructivos Técnicos de Apoyo para la Formulación de Proyectos de Financiamiento y Asistencia Técnica. Vol. I. México.
- García, E. 1969. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 2^a ed. UNAM. México. 246 p.
- Hershler, R. 1984. The Hydrobiid snail (Gastropoda: Rissoacea) of the Cuatro Cienegas Basin: Systematic Relationships and Ecology of a Unique Fauna. In: Journal of the Arizona Nevada Academy of Science. 19(1):61-76.
- 1985. Systematic Revision of the Hydrobiidae (Gastropoda: Rissoacea) of Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. In: Malacologia. 26(1-2):31-123.
- Jiménez G., F.; Guajardo M., G. y Briseño H., C. 1981. Tremátodos de peces dulceacuicolas de Coahuila,

- México. *Cuadripaludis luistoddi* Gen. et Sp. Nov. (Trematoda: Hemiuridae) Parásitos de ciclidos endémicos de Cuatro Ciénegas. In: *The Southwestern Naturalist*. 26(4):409-413.
- Liria, M.J. 1981. *Regadíos. Cátedra de Obras Hidráulicas*. Universidad de Santander. España.
- López, S.H. 1984. *Aportación al conocimiento de la vegetación y ecología del Valle de Cuatro Ciénegas*. Tesis Profesional. Facultad de Biología UANL. México. 154 p.
- Lugo, José. 1991. Comunicación Personal.
- McCoy, C.J. 1970. A New Alligator Lizard (Genus *Gerrhonotus*) from the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. In: *The Southwestern Naturalist*. 15(1):37-44.
- 1984. Ecological and Zoogeographic Relationships of Amphibians and Reptiles of the Cuatro Cienegas Basin. In: *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*. 19(1):49-59.
- Méndez C., Héctor. Ignacio. 1991. Comunicación Personal.
- Meyer, E.R. 1973. Late-Quaternary Paleoecology of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. In: *Ecology*. 54(5):983-995.
- Minckley, W.L. 1969. *Environments of the Bolson of Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico. With special reference to the acuatic biota*. The University of Texas at El Paso. 65 p.

- 1978. Endemics Fishes of the Cuatro Cienegas Basin, Northern Coahuila, Mexico. In: Transactions of the Symposium on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region. U.S. and Mexico. U.S. National Park Service. p.383-404.
- Cuatro Cienegas Fishes: research review and local test of diversity versus habitat size. In: Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science. 19(1):13-21.
- Packard, R.L. 1978. Mammals of the Southern Chihuahuan Desert: an inventory. In: Transactions of the Symposium on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region. U.S. and Mexico. U.S. National Park Service. p. 141-153.
- Palacios. 1991. Comunicación Personal.
- Pinkava, D.J. 1979-1981. Vegetation and flora of Bolson of Cuatro Cienegas Region, Coahuila, Mexico. Bol. Soc. Bot. Mex. 28:35-73, 1979 (part I); 39:107-127, 1980 (part II). México.
- 1984. Vegetation and flora of Cuatro Cienegas Region, Coahuila, Mexico: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. In: Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science. 19(1):23-47.
- Portillo, E. 1886. Apuntes para la Historia Antigua de Coahuila. Saltillo.
- PRONAPA. 1984. Plan Indicativo de Investigación para el

- Aprovechamiento Integral del Agua en la Agricultura.
SARH.-INIA. Gómez Palacio, Dgo. p 21.
- Robles, V.A. 1938. Coahuila y Texas en la época colonial.
Ed. Cultura. México. 753 p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA.
México. 431 p.
- SPP. 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila. INEGI. México.
163 p.
- SPP. 1986. Hidrología del Estado de Coahuila. INEGI. México.
105 p.
- 1990. Resultados Preliminares XI Censo General de
Población y Vivienda. 1990. México. 285 p.
- USDA. 1982. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y
Sódicos. Ed. LIMUSA. México. 172 p.
- Taylor, D.W. 1966. A remarkable snail fauna from Coahuila,
Mexico. Velger 9:152-228.