

30
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO AGUA EN
LA AGRICULTURA DEL DISTRITO DE RIEGO
RIO COLORADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A :
ILMA MACLOVIA HUY DOMINGUEZ

ASESOR DE TESIS: DRA. MARTA CERVANTES RAMIREZ.



CD. UNIVERSITARIA, D. F.



267745

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. LAS CARACTERISTICAS GEOGRÁFICAS DEL DISTRITO DE RIEGO RÍO COLORADO	5
1.1 EL Contexto Físico en el distrito de riego	5
1.1.1 Situación Geográfica	5
1.1.2 Rasgos Fisiográficos	7
1.1.3 Geología	8
1.1.4 Clima	10
1.1.5 Hidrología	17
1.1.6 Suelos	20
1.1.7 Vegetación y Fauna	24
1.2 EL Contexto Histórico del distrito de riego	27
1.2.1 El Periodo anterior al descubrimiento del río Colorado y su desarrollo (hasta 1530)	27
1.2.2 El descubrimiento del río Colorado y los inicios de su utilización (1531 a 1848)	27
1.2.3 La irrigación y colonización en el Valle de Mexicali (1849 a 1890)	28
1.2.4 Las principales compañías de concesión en el Valle de Mexicali (1891 a 1926)	29
1.2.5 La Comisión Internacional de Aguas y las principales características del distrito de riego (1927 a 1997)	33
1.3 EL Contexto Demográfico en el distrito de riego	36
1.3.1 Crecimiento de la población	36
1.3.2 Composición de la población por edad y sexo	38

1.3.3 Composición de la población urbana y rural	40
1.3.4 Población Económicamente Activa (PEA) e Inactiva (PEI)	41
2. IMPORTANCIA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA DEL DISTRITO DE RIEGO RÍO COLORADO	47
2.1 Tratado Internacional de Agua	47
2.2 La infraestructura hidráulica	52
2.3 Obras principales de rehabilitación en el distrito de riego	57
2.4 El abasto por disponibilidad del recurso agua	62
2.5 Abasto a la actividad agrícola por el Uso Consuntivo	65
2.6 Abasto a otras actividades por el acueducto Río Colorado - Tijuana	69
3. EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO RÍO COLORADO	71
3.1 Asociación civil	71
3.2 Tenencia de la tierra	76
3.3 Producción agrícola	79
3.4 Principales problemas para el aprovechamiento del agua en el distrito de riego	84
3.4.1 Salinidad del agua y suelos	84
3.4.2. Plagas agrícolas	91
CONCLUSIONES	94
BIBLIOGRAFÍA	98

INDICE DE CUADROS

1.1 Temperatura media mensual (en °C)	13
1.2 Precipitación media mensual (en mm)	15
2.1 Los canales en el distrito de riego, 1997 (en kilómetros)	54
2.2 Los drenes a cielo abierto en el distrito, 1997	55
2.3 Capacidad de los canales y drenes principales, 1997	56
2.4 Los caminos principales en el distrito, 1997	56
2.5 Disponibilidad de agua en el distrito de riego Río Colorado (millones de m ³) 1997	62
2.6 Volúmenes utilizados en la producción en 1995-1996	68
3.1 Unidades y módulos de riego, de 1990 a 1997	73
3.2 Unidades y módulos de riego a partir de junio de 1998	76
3.3 Tenencia de la tierra, 1997	78
3.4 Tenencia en los módulos de riego, 1997	78
3.5 Producción agrícola en 1995 a 1996	82
3.6 Rangos de afectación salina de suelos para el total de la superficie del distrito en 1997	87

INDICE DE FIGURAS

1.1 Mapa: Ubicación geográfica del distrito de riego Río Colorado	6
1.2 Mapa: Fisiografía en el distrito de riego Río Colorado	9
1.3 Mapa: Geología en el distrito de riego Río Colorado	11
1.4 Mapa: Clima en el distrito de riego Río Colorado	14
1.5 Gráfica: Temperatura media mensual en Mexicali	15
1.6 Gráfica: Precipitación media mensual en Mexicali	16
1.7 Mapa: Cuenca del Río Colorado	18
1.8 Mapa: Hidrografía en el distrito de riego Río Colorado	21
1.9 Mapa: Suelos en el distrito de riego Río Colorado	25
1.10 Gráfica: Crecimiento de la población en Mexicali y San Luis Río Colorado, 1950-1995	36
1.11 Gráfica: Distribución de la población por sexo según lugar de nacimiento y lugar de residencia en 1985 en Mexicali y San Luis Río Colorado	38
1.12a Gráfica: Composición por edad y sexo en Mexicali, 1995	39
1.12b Gráfica: Composición por edad y sexo en San Luis Río Colorado, 1995	40
1.13 Gráfica: Composición de la población urbana y rural en Mexicali y San Luis Río Colorado, 1990	41
1.14 Gráfica: Población Económicamente Activa (PEA) en Mexicali y San Luis Río Colorado, 1990	42
1.15a Gráfica: Sectores de actividad económica en Mexicali, 1990	43
1.15b Gráfica: Sectores de actividad económica en San Luis Río Colorado, 1990	43
1.16a Gráfica: Población ocupada según situación en el trabajo en Mexicali, 1990	44
1.16b Gráfica: Población ocupada según situación en el trabajo en San Luis Río Colorado, 1990	45

1.17 Gráfica: Población Económicamente Activa (PEA) e Inactiva (PEI) en Mexicali y San Luis Río Colorado, 1990	46
1.18 Gráfica: Población Económicamente Inactiva (PEI) en Mexicali y San Luis Río Colorado, 1990	46
2.1 Mapa: Infraestructura en el Distrito de Riego Río Colorado	58
3.1 Diagrama: Asociación civil	72
3.2 Mapa: División del distrito de riego Río Colorado por módulos	74
3.3 Mapa: División del distrito de riego Río Colorado por unidades 1990-1997	75
3.3 Mapa: División del distrito de riego Río Colorado por unidades 1998	77

Nota: El título de los mapas que se presentan en esta investigación, deben de estar en la parte inferior de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar te agradezco DIOS MIO por todos los dones que he recibido, por la oportunidad que me das de existir, de realizarme como persona y permitirme llegar a culminar uno de los deseos más importantes en vida, ser una profesionista.

A mi mamá COTY por darme la vida y ser el ejemplo de fortaleza, humildad, sacrificio, amor y de paciencia ante todo. A mi papá MEMO por que me ha enseñado a conseguir lo que deseo por medio de la lucha constante y de nunca dejarme vencer por nada ni por nadie. A mi mamá ALTA por que fue ella la que me inicio en esto, me enseñó a leer y escribir, y no sólo eso sino que también me crió con mucho amor. A mis hermanos EDSON y VANIA por el apoyo económico y moral en mis estudios, el ejemplo de obediencia, lucha ante los problemas, y a pesar de los enojos y discusiones por ser los mejores hermanos que jamás pueda tener. A toda mi familia MUCHAS GRACIAS, y que sepan que nunca existirá algo en la vida con el cual yo les pueda demostrar todo mi AMOR.

A una persona super especial por que sino fuera por él yo no hubiera continuado en esta carrera ya que sus jalones de oreja me sirvieron de mucho para poder continuar en mi vida profesional. Pero en especial por la paciencia y todo el amor que día con día me brinda GRACIAS FER.

También a mis mejores amigos de la carrera: en especial a Dora y a su familia por brindarme una amistad pura y sincera sin esperar nada a cambio, Bernardo por ser siempre el amigo incondicional para todo, Miriam V. por ser la mejor compañera en todos los momentos alocados de la carrera, Ausencio por su humildad, Hugín por su sencillez, Rosalba por su hermosa amistad, Memo por ser tan arrebatado, René, Karina J., Karina P., Aidé, y a todos los compañeros de clase sin excepción alguna, con los que compartí momentos tan importantes en todos los aspectos.

A la Mtra. Carmen Juárez Gutiérrez por permitirme colaborar con ella en diversos trabajos, por el apoyo recibido en todos los ámbitos desde que tengo el gusto de conocerla, y en especial por enseñarme a ser constante en todo lo que desee.

Al Dr. Enrique Propín Frejomil por ser la mejor persona que he conocido debido a su sencillez y humildad, al contribuir con la revisión de ésta investigación y por el apoyo incondicional ya que me ha alentado en diversos aspectos de mi vida.

A la Dra. Marta Cervantes Ramírez por darme la oportunidad de trabajar con ella, y no sólo por las sugerencias como asesora de esta tesis, sino también por creer en que podía lograrlo.

A la Dra. L. Susana Padilla y Sotelo por todo el apoyo en lo académico y lo moral, y también por su valiosa colaboración para revisar este trabajo.

Al Dr. J. Luis Palacio, Dra. Aurea Commons, Lic. Francisco Hernández, Lic. Alfredo Victoria, Dr. Enrique Zapata, Mtro. Jorge Enríquez, Lic. Isabel Lorenzo, Mtro. Víctor Martínez, y todos los profesores que faltan por mencionar por darme el placer de adquirir los conocimientos que me aportaron para ser una mejor geógrafa. En especial a la máxima casa de estudios la UNAM.

También al Ing. Julio Navarro y todo el personal de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en Mexicali, ya que debido a su paciencia y disponibilidad fue posible realizar esta investigación. A la Representación Estatal de Baja California y CNA en México, a la Universidad Autónoma de Baja California de Mexicali y Tijuana por proporcionarme con facilidad toda la información requerida.

Y a todos los amigos incondicionales como: Rafael, Ericka, Guillermina, Rocío, Elvia, Víctor M., Elizabeth G., Andrick, Ismael, Suriel, Memo, Enrique y Margarita.

INTRODUCCIÓN

Para la presente investigación se toman en cuenta dos aspectos importantes. El primero es el recurso agua que proviene del Río Colorado. El segundo es el distrito de riego, en el que se desarrolla principalmente la actividad agrícola. Ambos constituyen un fenómeno espacial, que resulta de interés como tema de estudio para la Geografía.

El agua, " es la fuente primaria de la vida, ya que una tierra sin agua está exánime, muerta" (Bassols, 1991). Este recurso es indispensable, sin embargo, no toda se puede utilizar, como el agua de los océanos y la que se encuentra contaminada en ríos, lagos y/o depósitos subterráneos. Estos inconvenientes aumentan debido a los factores del medio físico, como pueden ser las zonas áridas y semiáridas que se encuentran en más del 20 % de la superficie terrestre.

Este elemento de la naturaleza es primordial para la vida del ser humano y de las actividades productivas que desarrolla. Se utiliza en la agricultura, al igual que en la industria, el turismo y el abasto a los asentamientos humanos. Sin embargo, en una zona árida como en la que se encuentra el distrito de riego Río Colorado, este factor es relevante, sobre todo debido al rápido crecimiento de las actividades económicas que demandan este recurso para el desarrollo de la región.

El distrito de riego Río Colorado se ubica en el lugar 14 de los 107 distritos que tiene México para el uso óptimo de los cauces que se encuentran en el país. Los distritos de riego son unidades agrícolas que cuentan con el agua y obras necesarias para poder efectuar el riego en ellas.

Debido a estos dos aspectos, surge la inquietud de realizar esta investigación, por la importancia del recurso agua en el distrito de riego que permite el desarrollo de las principales actividades económicas en especial el de la agricultura.

La investigación parte de la hipótesis siguiente:

“Si el recurso agua se distribuye de manera equitativa entre las principales actividades económicas, y se le da un significativo impulso al desarrollo de la agricultura, se tendría un mejor aprovechamiento de este importante recurso en el distrito de riego Río Colorado.”

De acuerdo con lo anterior, surge el objetivo general en la investigación de tesis, que aparece a continuación:

- ❖ Identificar las condiciones y problemas que influyen en el aprovechamiento agrícola del recurso agua en el distrito de riego Río Colorado.

Con el fin de detallar lo anterior, se plantean los objetivos específicos que se relación a continuación:

1. Conocer las principales características físicas, históricas y sociales que incidieron en el surgimiento del distrito de riego.
2. Revelar las fuentes de abastecimiento del recurso agua y la cantidad con que se le provee a la actividad agrícola así como a otras actividades económicas en el distrito de riego.
3. Distinguir las formas de organización y los problemas que se presentan en el distrito de riego para el aprovechamiento del agua en la actividad agrícola.

En esta investigación se utiliza la Teoría del Uso Consuntivo del Agua. Esta se refiere a, "la cantidad de agua absorbida por una cosecha durante su ciclo vegetativo, para ser transpirada o empleada directamente en la edificación de los tejidos de las plantas, unida a la cantidad de agua evaporada desde el suelo en que está vegetando la cosecha..." (Loma, 1951: 11)

Con el propósito de cubrir los objetivos anteriores se desarrollan tres capítulos que tratan los contenidos siguientes:

El capítulo 1 aborda básicamente, las características naturales del distrito de riego, relacionadas con las condiciones de aridez que presenta el lugar. También se estudian las etapas del surgimiento y establecimiento de la actividad humana y los problemas demográficos de gran relevancia para que las actividades económicas se desarrollen en el lugar.

El capítulo 2 se refiere al abasto del agua. Se toma en cuenta el contexto del Tratado Internacional de Agua por parte de México y Estados Unidos, así como la infraestructura y las obras de rehabilitación que permiten derivar este recurso a los principales centros de consumo. Además se toma en consideración la disponibilidad de este elemento natural, en la agricultura y el método que utiliza el distrito de riego para abastecer a los cultivos, así como la distribución a otras actividades económicas.

El capítulo 3 reúne la problemática de la organización que tiene el distrito de riego con fines de regadío, así como la tenencia de la tierra, que van a influir sobre la distribución del agua y la producción en la región. También se toman en cuenta los principales problemas que ha tenido la zona de estudio, como la salinidad y las plagas que afectan el rendimiento de los cultivos.

CAPITULO 1: LAS CARACTERISTICAS GEOGRÁFICAS DEL DISTRITO DE RIEGO RÍO COLORADO

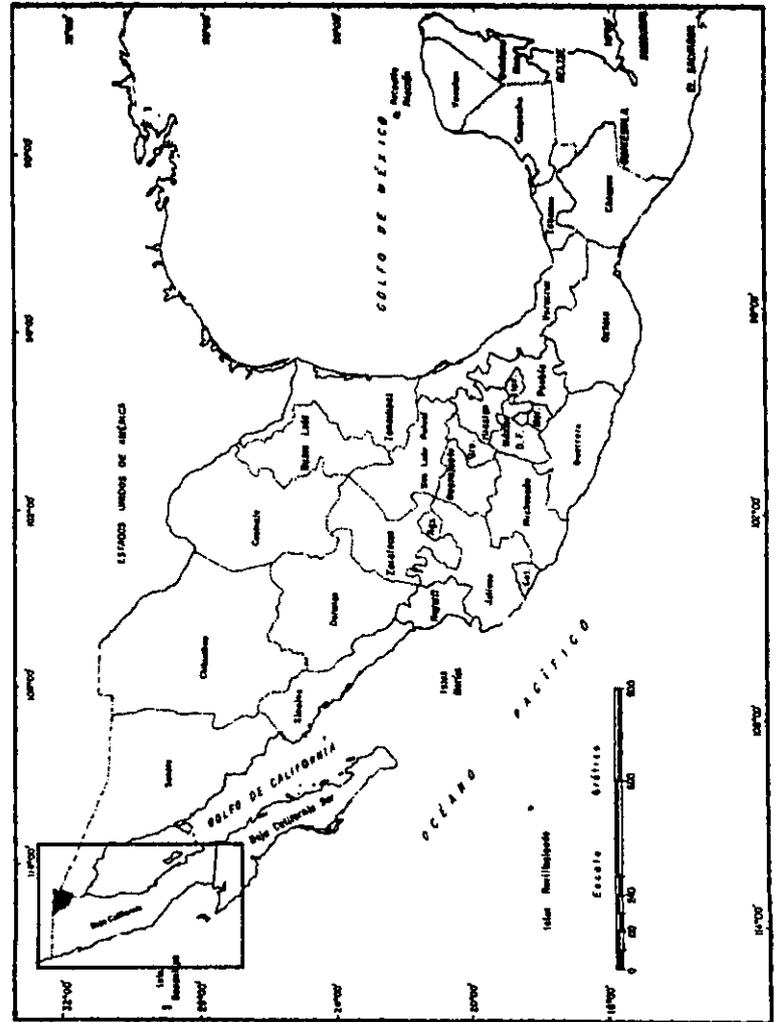
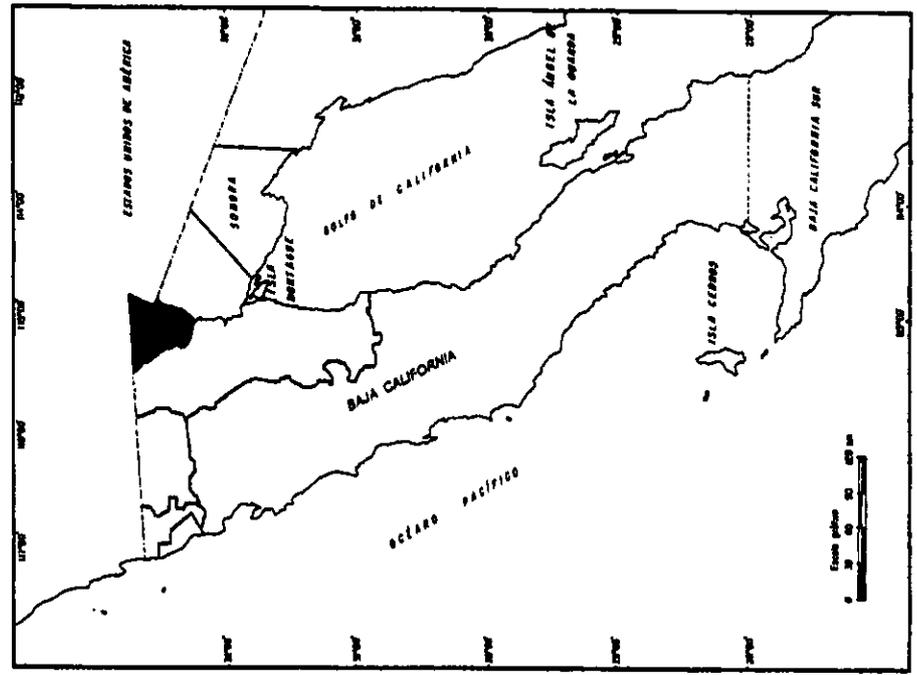
1.1 El Contexto Físico en el distrito de riego

1.1.1 Situación Geográfica

El distrito de riego se ubica en la Región Noroeste de México, que abarca los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit. En el límite noreste del municipio de Mexicali en Baja California y el noroeste del municipio de San Luis Río Colorado en Sonora, es donde se inserta la zona de estudio. Este se encuentra entre las coordenadas geográficas 32° 00' a 32° 45' de latitud Norte y 115° 34' a 114° 40' de longitud Oeste, con una posición media de 32° 19' de latitud Norte y 115° 11' de longitud Oeste, a una altitud aproximada de 5 metros sobre el nivel del mar.

El distrito limita al norte con el estado de California en los Estados Unidos, al sur con parte del municipio de Mexicali y el Golfo de California; al este con el estado de Arizona en los Estados Unidos y parte del municipio de San Luis Río Colorado del estado de Sonora en México y, al oeste con el Cerro Centinela, la Sierra de Cucapáhs, Sierra El Mayor y parte de la Laguna Salada (Figura 1.1).

FIGURA 1.1 UBICACION GEOGRAFICA DEL DISTRITO DE RIEGO RIO COLORADO



Distrito de Riego Río Colorado

- Limite internacional
- Limite estatal
- _____ Limite municipal

Fuente: CNA (1990); INEGI (1995a).
Construyó: Fernando Ozuna Galán.

La superficie del distrito de riego es de 238,000 hectáreas. Cuenta con una área regable de 207,965 hectáreas, de éstas 181,318 hectáreas pertenecen al municipio de Mexicali en el estado de Baja California y 26,647 hectáreas al municipio de San Luis Río Colorado en Sonora.

1.1.2 Rasgos Fisiográficos

La zona de estudio se localiza, en su mayor extensión, en la Provincia Fisiográfica II denominada Llanura Sonorense, específicamente en la Subprovincia del Desierto de Altar, del extremo noroeste del municipio de Mexicali en Baja California hasta el municipio de San Luis Río Colorado en Sonora.

El sistema de topofomas que representan a la subprovincia en la porción de Baja California son: la llanura deltaica (Valle de Mexicali), planicies deltaicas y aluviales, los campos de dunas, bajadas y lomeríos complejos, así como el vaso lacustre de la Laguna Salada.

Los rasgos fisiográficos sobresalientes son las formas de baja altura que incluyen las llanuras que se desarrollan en suelo salino y zonas que están sujetas a inundación. Estas formas se ubican al oeste de esta subprovincia, al pie de las altas sierras escarpadas que marca el dominio de la Provincia Península de Baja California.

En la Provincia Fisiográfica I, Península de Baja California, están los relieves montañosos de la Subprovincia Sierras de Baja California Norte. Entre éstas se encuentra el Cerro Centinela con una superficie de 16.7 km² a una altitud de 650 m, la Sierra de Cucapáhs con 370.7 km² a una altitud de 1000 m, y la Sierra El Mayor con una extensión de 57.2 km² con 800 m de altitud. Las sierras forman dos cordones discontinuos que se alinean con rumbo noroeste - sureste y que representan el límite oeste del distrito.

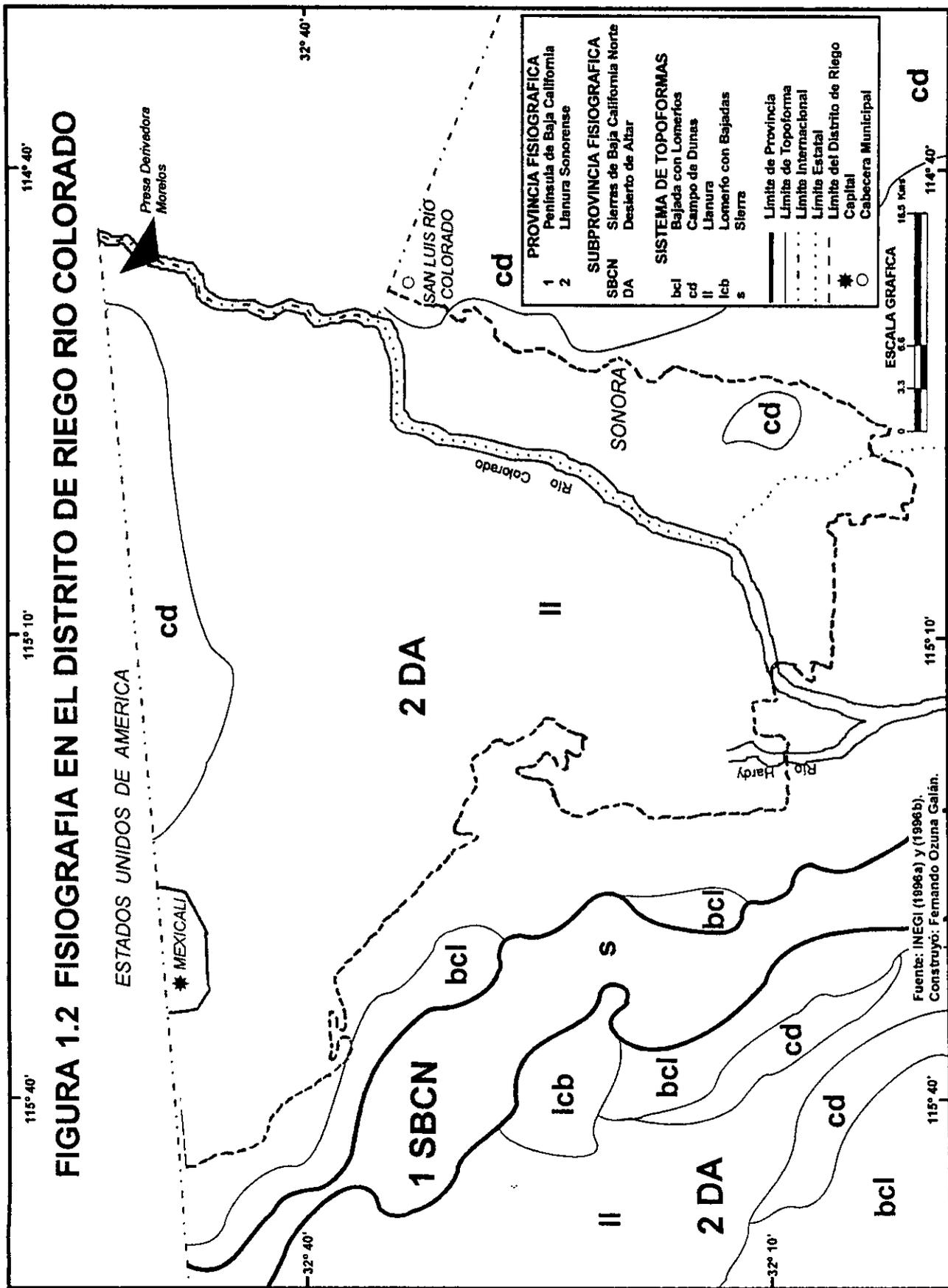
La llanura de la Laguna Salada, en su porción norte, presenta superficies inferiores al nivel del mar. La depresión está formada por arenas, arcillas y gravas, rellenas por los materiales que arrastra el río en su curso a la desembocadura (Figura 1.2).

1.1.3 Geología

De acuerdo con la geología de la región, existen formaciones de la era Cenozoica con predominio de materiales del periodo Cuaternario. El componente de acuerdo a la litología es de tipo aluvial (CQal), localizado en la mayor parte del distrito de riego. Otro tipo es el eólico (CQeo), ubicado en la zona norte del distrito de riego cerca de la frontera con Estados Unidos, considerado como la zona de dunas.

Del tipo de roca sedimentaria del Cenozoico, se encuentran conglomerados del Cuaternario (CQcg) en las faldas de lo que sería el Cerro Centinela. En roca

FIGURA 1.2 FISIOGRAFIA EN EL DISTRITO DE RIEGO RIO COLORADO



Fuente: INEGI (1996a) y (1996b).
 Construyó: Fernando Ozuna Galán.

sedimentaria del Terciario, se presentan conglomerados (CTcg) del lado de la Laguna Salada cerca de la Sierra de los Cucapáhs y oeste de la confluencia de los ríos Hardy y Colorado.

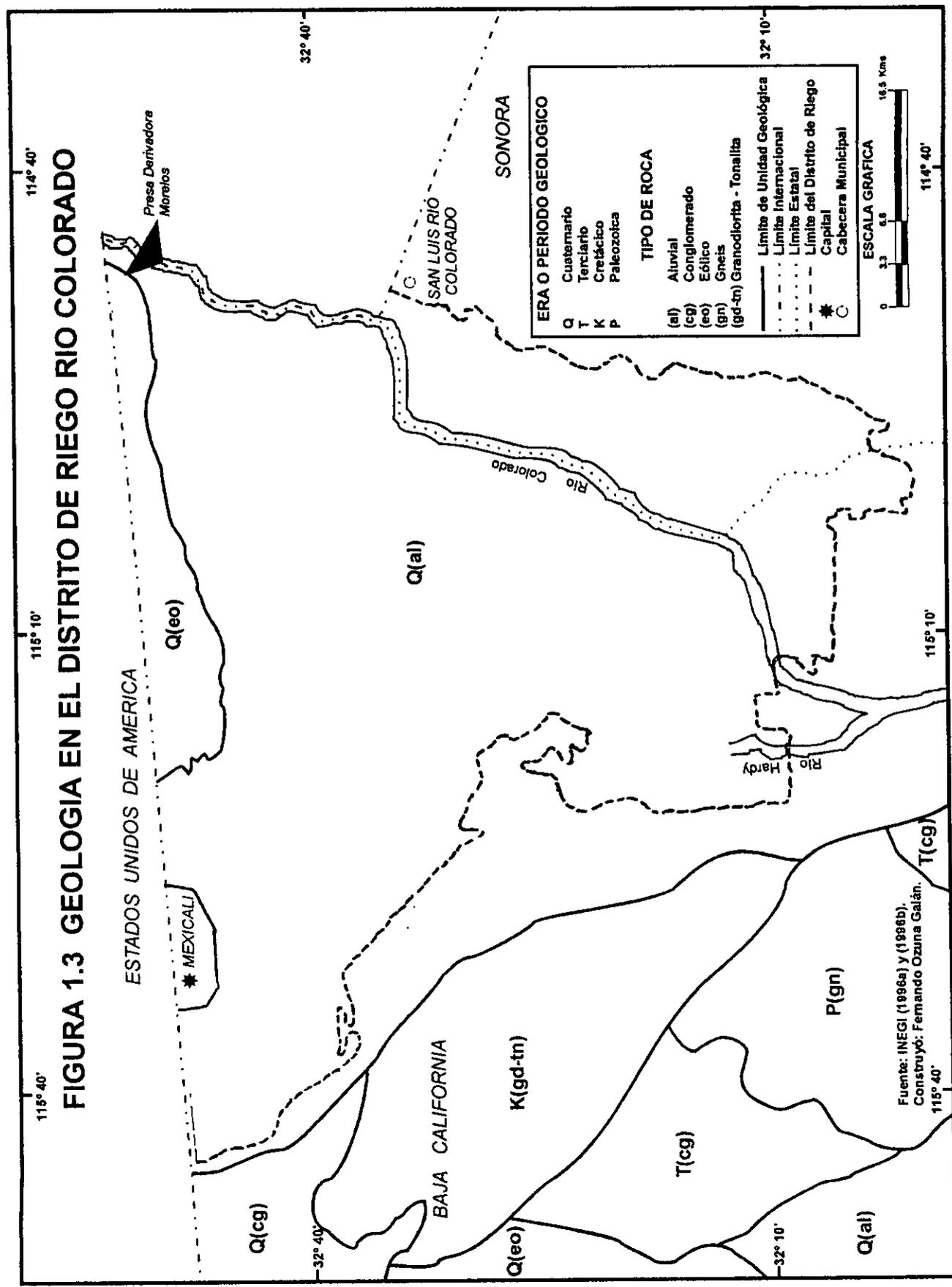
En las formaciones de la era Mesozoica, en el periodo del Cretácico, según la litología, existe roca ígnea del tipo de la Graniodorita y Tonalita (MKgd-tn) éste se encuentra en lo que es en la actualidad la Sierra de los Cucapáhs.

También están rocas del Paleozoico de tipo metamórfico, ya sea esquistos o gneis (Pgn), aunque se presentan rocas ígneas intrusivas, areniscas, lutitas, algunas rocas ígneas extrusivas máficas. Las rocas de tipo sedimentario se localizan en la mayor parte del distrito, las metamórficas en el noroeste y el sur, e ígneas en el resto. Es importante señalar que existen fracturas cercanas como son la Fractura Imperial, San Jacinto y Cucapáhs, ligadas a la Falla de San Andrés (Figura 1.3).

1.1.4 Clima

El clima, está determinado por los factores de altitud así como de tierras y océanos; de éstos cabe mencionar la circulación atmosférica y los sistemas montañosos que son importantes en las variaciones de la precipitación, la temperatura y la evaporación, lo que permite la alteración climática de un lugar.

FIGURA 1.3 GEOLOGIA EN EL DISTRITO DE RIEGO RIO COLORADO



Fuente: INEGI (1986a) y (1986b).
Construyó: Fernando Ozuna Galán.

La frecuencia de los vientos frescos que llegan a la parte continental de esta región, generalmente se desplaza en dirección noreste, son vientos que van cargados de humedad considerable, pero no lo suficiente para que produzcan lluvias abundantes. Esto se presenta sólo en donde las temperaturas medias anuales son menores a los 12 °C y en altitudes de 1500 metros sobre el nivel del mar, generalmente en zonas montañosas.

De acuerdo con el clima, se tomó en cuenta el Estudio Hidrológico del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), al que hace referencia a la clasificación de Köppen con el sistema modificado de Enriqueta García. En la región se encuentran los siguientes grupos climáticos:

Muy seco, muy cálido y cálido con lluvias en invierno, BW (h') hw (x'). Se ubica en la parte sur y sureste del distrito de riego. La temperatura media más alta, está en los meses de julio y agosto, aproximadamente de 30 °C, y la mínima en el mes de enero que va de 11° a 14 °C. La precipitación total anual se encuentra alrededor de los 40 a 60 mm, es el mes de septiembre el que registra la mayor precipitación, en tanto que son mayo y junio los meses con menor precipitación.

Muy seco semicálido con lluvias de invierno menor al 36 %, BW h' (h) s (x) y Muy seco semicálido con lluvias en invierno, BW hs (x'). El primero de éstos se localiza en la parte norte y centro del distrito. El segundo tipo se encuentra en lo que

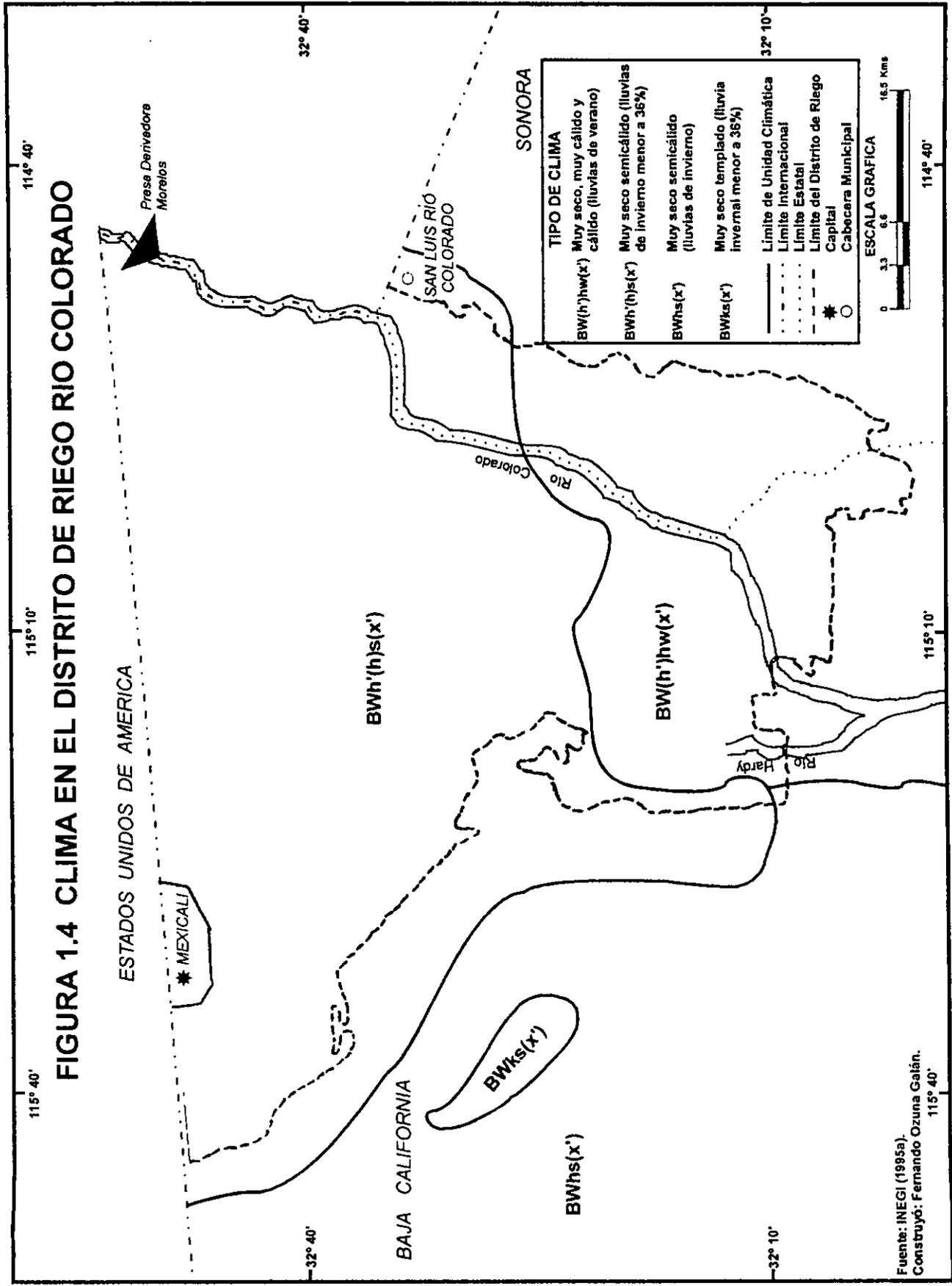
corresponde a las Sierras de los Cucapáhs y El Mayor. Son los climas más cálidos de los muy secos. Se registran temperaturas medias anuales entre los 18°C a los 22°C. La precipitación total anual va de 100 a 200 mm en las partes más elevadas y 100 mm en las más bajas. En el mes de diciembre se da la mayor precipitación con un promedio de 25 a 30 mm, por lo que van a ser los meses de mayo, junio y julio los más secos con precipitaciones que reportan décimas de milímetros.

Muy seco templado con lluvias en invierno menor al 36 %, BW ks (x'). Este se ubica en las partes más altas de la Sierra de los Cucapáhs. La temperatura media anual va de los 18°C a los 22 °C. La precipitación mayor se encuentra en los meses de diciembre y enero con medias mensuales que oscilan entre 15 mm y 20 mm en zonas de mayor elevación. La mínima se da en los meses de mayo, junio y julio con medias mensuales menores a 1 mm (Figura 1.4).

La estación meteorológica que está en Mexicali ubicada a 32° 39' de latitud Norte y 115° 27' 21", registra una temperatura media anual de 23.04 °C, en el año más frío 22.3 °C y en el año más cálido 24.5 °C (Cuadro 1.1, Figura 1.5).

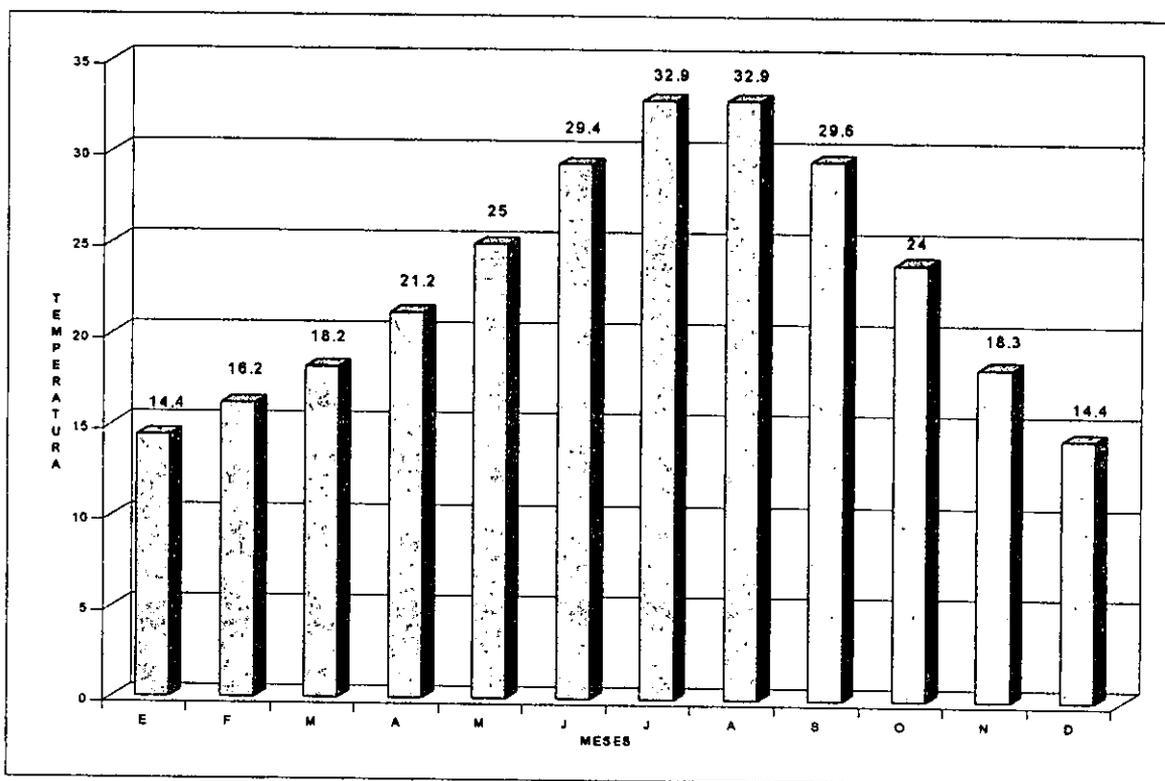
CUADRO 1.1: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (EN °C)												
<i>Estación y Periodo</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>
<i>Mexicali - 1995</i>	14.4	16.2	18.2	21.2	25	29.4	32.9	32.9	29.6	24	18.3	14.4

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).



Fuente: INEGI (1985a).
 Construyó: Fernando Ozuna Galán.

FIGURA 1.5: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN MEXICALI



Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

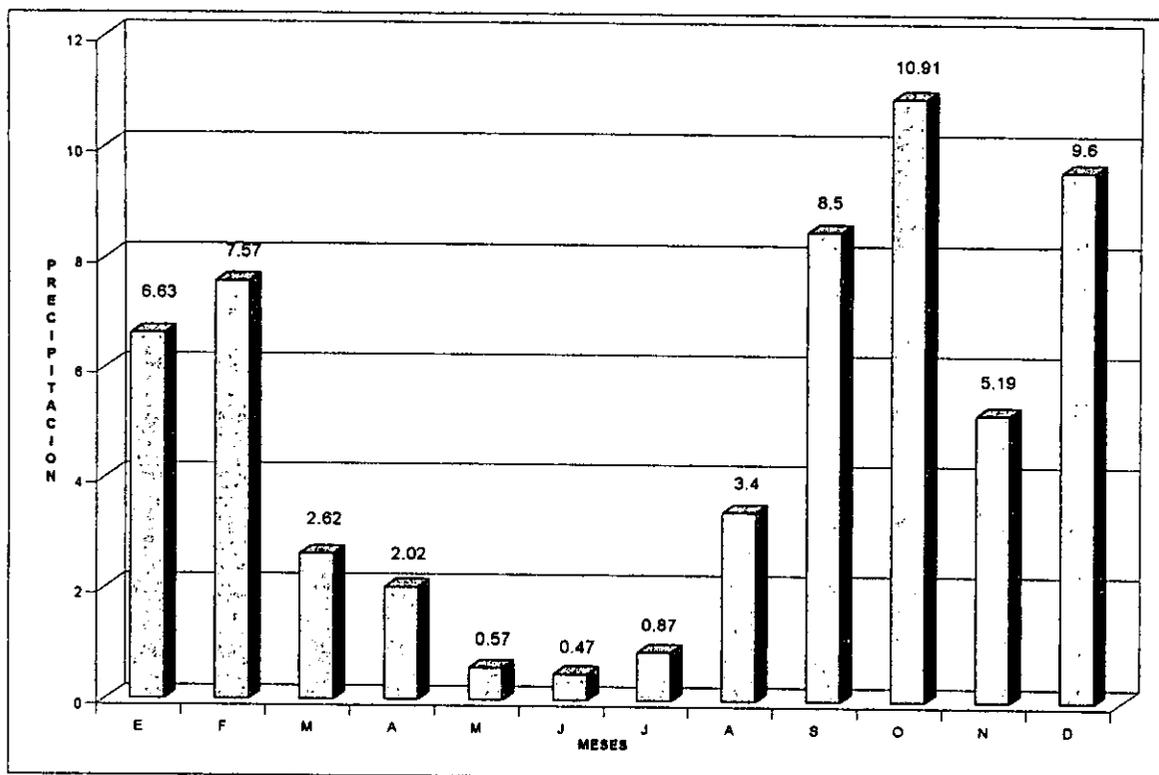
Por lo que respecta a la precipitación media anual es de 4.86 mm, en el año más lluvioso 200.5 mm (Cuadro 1.2, Figura 1.6).

CUADRO 1.2: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (EN MM)

Estación y Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mexicali - 1995	6.63	7.57	2.62	2.02	0.57	0.47	0.87	3.40	8.50	10.9	5.19	9.60

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

FIGURA 1.6: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL EN MEXICALI



Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

Entre los diversos fenómenos meteorológicos están las heladas que en la región sólo se presentan de 0 a 20 días, en especial en los climas extremos y en el delta del río Colorado. Las granizadas, en regiones de climas muy secos como los que se presentan en la región, son inapreciables o en algunos casos sólo se dan dos veces por año.

También se registra la actividad de tipo ciclónica, que es muy poco ocurrente en la zona, sin embargo, cuando sucede causa alta erosión en cauces y valles que se encuentran desprotegidos de algún tipo de vegetación, llega a alterar la infraestructura, y ocasiona daños de menor magnitud a los poblados.

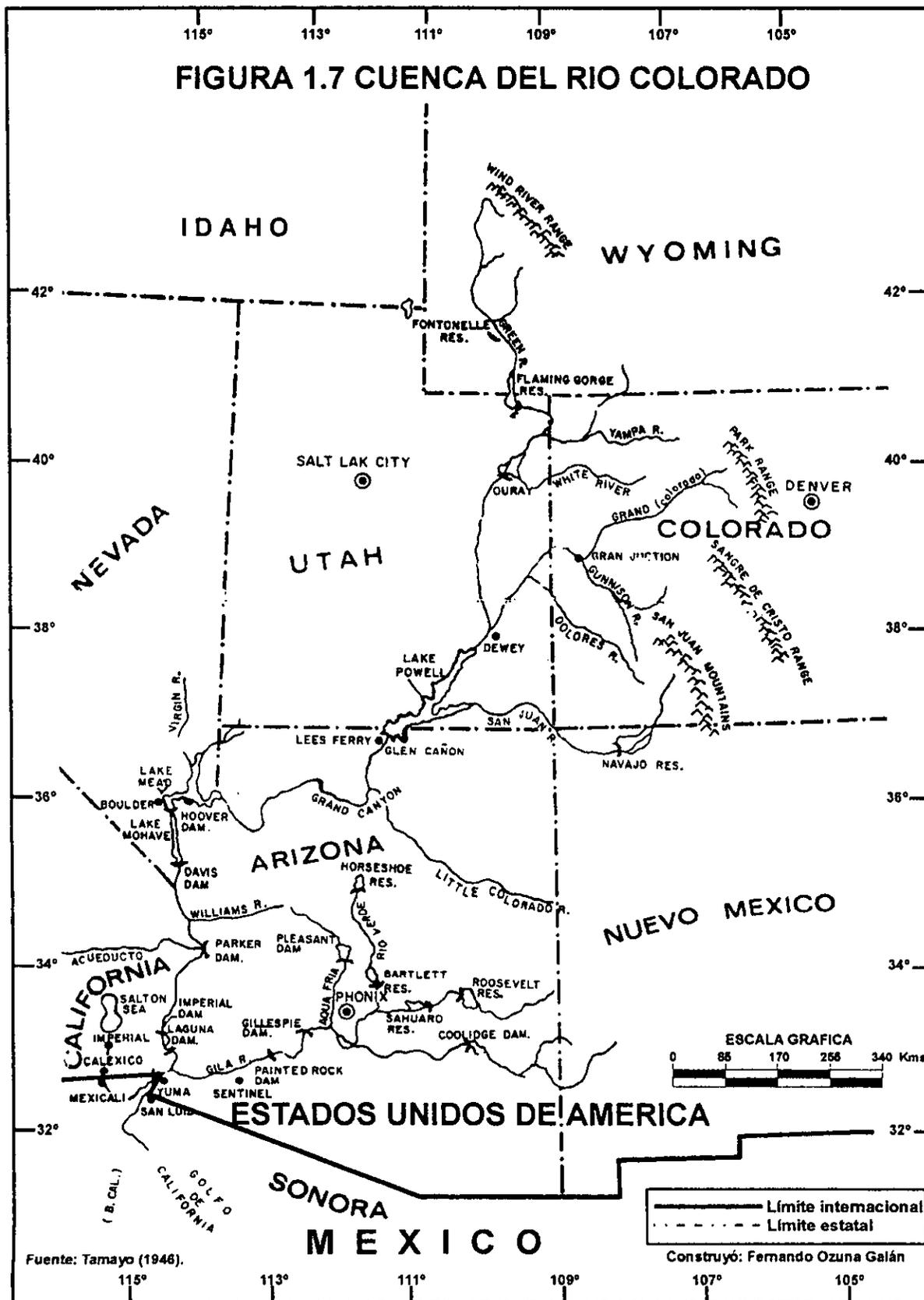
1.1.5 Hidrología

El factor geográfico físico que sobresale en esta investigación, se refiere a uno de los afluentes más importantes de América del Norte, el río Colorado. Éste cuenta con una longitud de 2,730 km y una cuenca de 632,000 km², aproximadamente. A México le corresponden 160 km de longitud, y 7,085.125 km² de la cuenca del río Colorado, en el estado de Baja California se encuentran 5,052.625 km² y en el estado de Sonora 2,032.5 km².

Abarca parte de los estados de Wyoming, Colorado, Utah, Arizona, Nuevo México, Nevada y California en los Estados Unidos. El río se extiende hasta los estados de Sonora y Baja California, y desemboca en el Golfo de California en México. Este sirve como límite estatal entre California y Arizona en Estados Unidos, y entre Sonora y Baja California en México, así como Estados Unidos y México como límite Internacional.

El río Colorado nace con el nombre de río Green en Wyoming, por los deshielos de las Montañas Rocallosas, recorre gran parte de la Unión Americana con los afluentes más importantes que son: Blacks Fork, Henrys Forks, Yampa, Ashley Creek, Duchesne, White, Minnie Creek, Peice River, San Rafael, Río Grand, Fremont, Escalante, San Juan, Paria, Little Colorado, Virgin, Williams y Gila (Figura 1.7).

FIGURA 1.7 CUENCA DEL RIO COLORADO



En cuanto al distrito de riego, se ubica la Región Hidrológica más relevante del estado de Baja California la número 7 Río Colorado. Esta región se divide en dos cuencas: una que está al oeste del Río Colorado y que recibe el mismo nombre, y otro al este del río que se le denomina Bacanora-Mejorada.

La cuenca del río Colorado se localiza en la parte noreste del estado de Baja California, colinda al norte con los Estados Unidos, al sur con el Golfo de California, al este con la cuenca Bacanora-Mejorada y hacia el oeste con la cuenca B de la región hidrológica número 4, llamada Laguna Salada - Arroyo del Diablo.

La cuenca Río Colorado está formada por las subcuencas: Canal Cerro Prieto, Canal del Alamo, Río Colorado, Río Hardy, Río Las Abejas, Río Nuevo y Río Pescadores. Éstas se encuentran en lo que es el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, determinadas por la red de canales y drenes para facilitar el estudio y distribución del agua, en el distrito de riego.

La Cuenca Bacanora-Mejorada tiene una superficie aproximada de 2,032.5 km², de éstos 1502.1 km² pertenecen a Sonora y el resto a Baja California. Limita al norte con Estados Unidos, al sur con el Golfo de Baja California, al este con la cuenca Distrito de Altar-Río Bamori y la subcuenca Desierto de Altar en la Región Hidrológica número 8 y, al oeste limita con la cuenca del Río Colorado.

Los acuíferos subterráneos van a servir como complemento al abasto en el Valle de Mexicali, donde se encuentran 959 pozos de bombeo, 789 son para uso doméstico y 470 para la agricultura. La recarga anual oscila entre 800,000 m³, con una extracción de 1'034,894 m³, por lo tanto tiene una sobre explotación mayor al 30 %.

Existen otros ríos como son el Hardy y el Nuevo. También está la Laguna Salada que va paralela al valle, ésta es una cuenca cerrada distante a 75 km del mar (Figura 1.8).

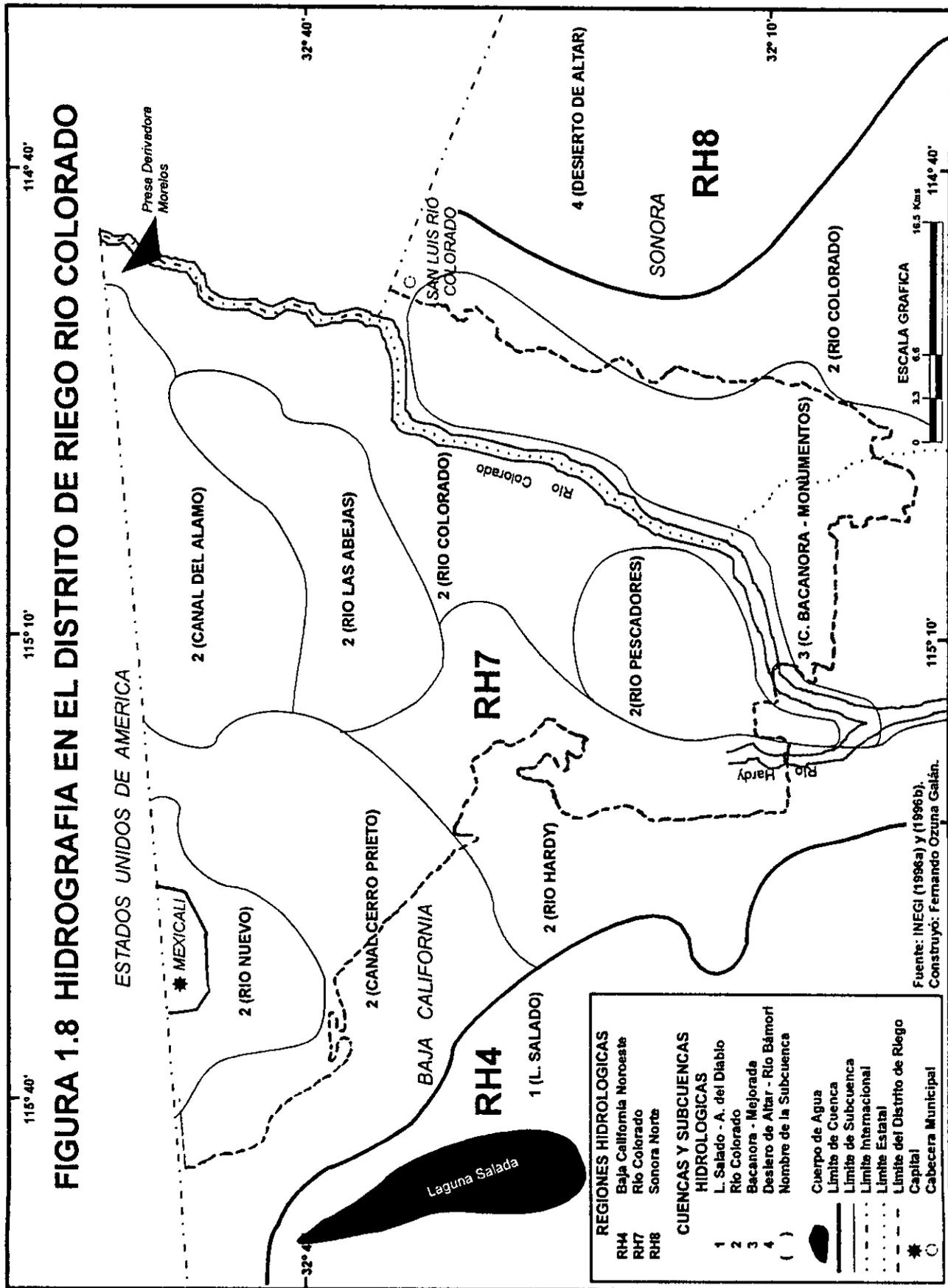
1.1.6 Suelos

Los suelos de la región son de diversos tipos; predominan los fluvisoles, litosoles, regosoles, solonchaks, vertisoles y xerosoles.

Los fluvisoles se forman por materiales de depósitos aluviales recientes, excepto los marinos. Están constituidos por material suelto que no hace terrones y son poco desarrollados, se encuentran cerca de zonas de acarreo por agua, la vegetación varía de matorrales a pastizales.

Uno de los tipos de suelo que se desarrolla en la región, es una combinación de fluvisol calcárico con regosol éutrico y regosol calcárico con textura gruesa ($Jc+Re+Rc/1$), se ubican en las faldas de la Sierra de los Cucapáhs y parte de la Sierra El Mayor.

FIGURA 1.8 HIDROGRAFIA EN EL DISTRITO DE RIEGO RIO COLORADO



Los litosoles son suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 cm. El tipo de litosol que se presenta es de textura media ($I/2$), se localizan en zonas montañosas de desecación muy severa, encima de roca o tepetate. La textura del mismo va de arenosa a gravosa, debido a lo anterior tiene una permeabilidad de alta a muy alta.

Los regosoles se caracterizan por no presentar capas distintas, son claros y se parecen a la roca que les dio origen, sin haberse desarrollado. La textura va de arenosa a gravosa, que le permite tener alta permeabilidad, son poco profundos (aproximadamente 50 cm). La susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre.

Existen varios tipos de regosoles en la entidad, como por ejemplo; el regosol éutrico con presencia de regosol calcárico con textura gruesa, sin fase física ni química ($Re+Rc/1$), se ubica al norte del distrito de riego, en el límite con Estados Unidos. Otro tipo es el regosol calcárico con fluvisol calcárico, de textura gruesa sin fase física salina sódica ($Rc+Jc/1$), es el tipo de suelo que más predomina en la región. También está el tipo de regosol calcárico de textura gruesa sin fase física salina ($Rc/1$), que se localiza en la parte inferior del distrito de riego hacia San Luis Río Colorado.

Los regosoles éutricos se presentan, en menor medida, ya sea con combinación de fluvisol éutrico de textura gruesa con fase física pedregosa y sin fase química

(*Re/Je/1*), o con el fluvisol calcárico de textura gruesa con fase física pedregosa y sin fase química (*Re/Jc/1*). Éstos se localizan en las faldas de la Sierra de los Cucapáhs y Sierra El Mayor del lado de la Laguna Salada. En su mayoría existen concentraciones de sales de sodio (llamada fase sódica), como sucede en las cercanías de la desembocadura del río Colorado.

Los solonchack se caracterizan por presentar un alto contenido de sales en algunas partes del suelo, o en casi todo. Las altas temperaturas, las aguas salobres y depósitos aluviales finos y gruesos son los factores que determinan la formación de este tipo de suelo.

Se encuentran dos subtipos en la región; uno es el solonchack órtico sin fase física sódica con textura media (*Zo/2*), y otra semejante a la anterior, sólo que en este caso es con una textura fina (*Zo/3*). Ambos se ubican en las zonas de inundación del río Colorado, también en las áreas de regresión marina y de las depresiones que están alrededor de la Laguna Salada. Generalmente en el área del delta del río Colorado tienen baja permeabilidad debido a su textura fina.

El vertisol es una unidad que presenta grietas anchas y profundas en la época de sequía, son suelos muy duros, arcillosos y masivos, frecuentemente negros, grises y rojizos. La susceptibilidad a la erosión es baja.

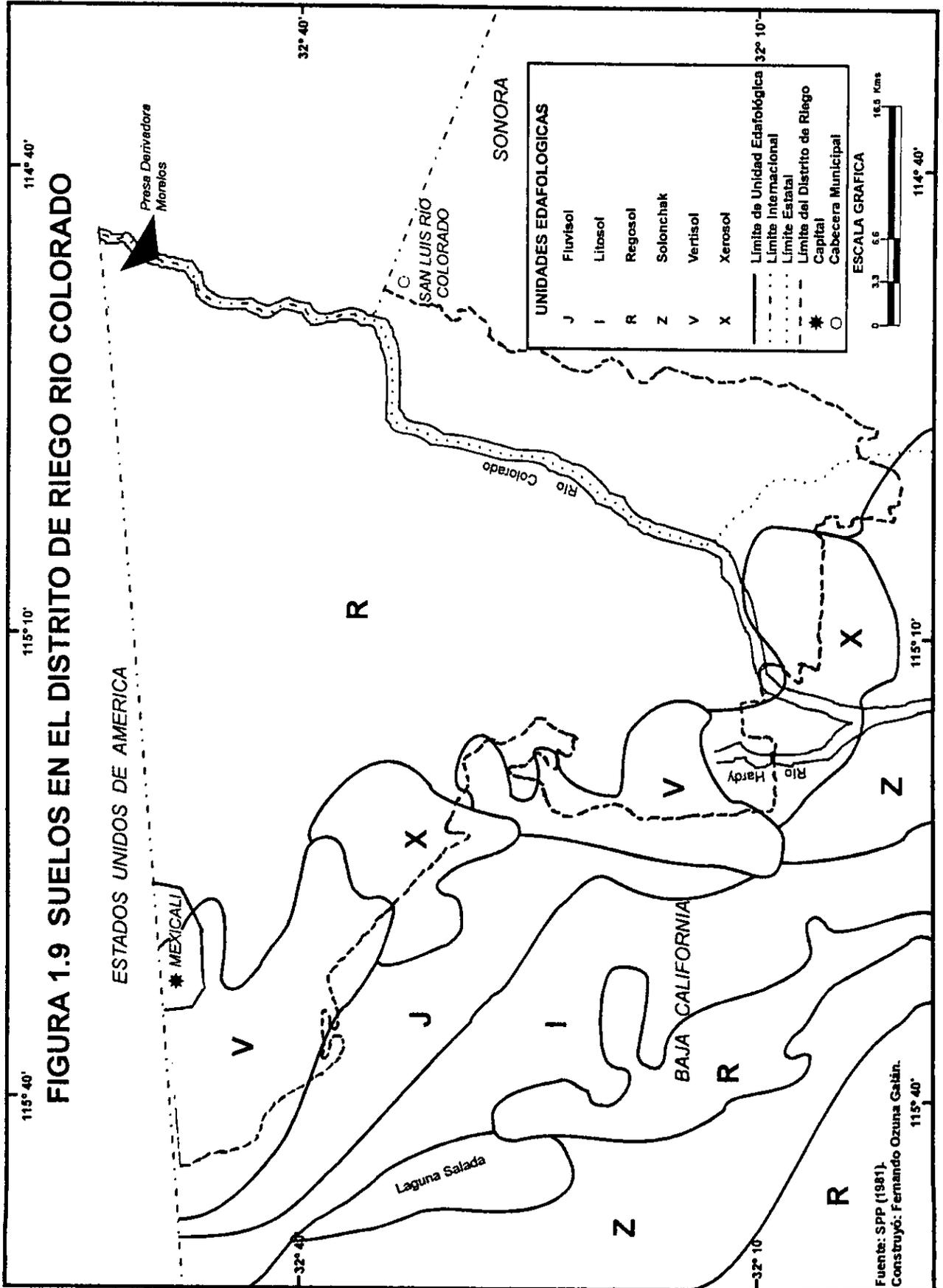
El vertisol crómico, con una combinación de xerosol háplico de textura fina sin fase física salina sódica ($Vc+Xh/3$), está principalmente en la ciudad de Mexicali y zonas aledañas en dirección sureste y al norte de la confluencia de los ríos Hardy y Colorado.

El xerosol tiene una capa superficial de color claro y pobre en materia orgánica, debajo puede haber un subsuelo rico en arcilla o carbonatos muy parecido a la capa superior, tiene cristales de yeso o carbonatos. Se encuentra en zonas áridas y semiáridas, su vegetación natural es de pastizales y matorrales, son suelos de baja susceptibilidad a la erosión.

En la zona de estudio existen dos tipos de xerosoles, uno es el háplico con combinación de vertisol crómico, ya sea con textura media sin fase física sódica ($Xh+Vc/2$); el segundo, es semejante al anterior, sólo que con una textura fina ($Xh+Vc/3$), se localizan al oeste y sur respectivamente del distrito de riego cerca de la Sierra de los Cucapáhs (Figura 1.9).

1.1.7 Vegetación y Fauna

Las condiciones de aridez que presenta esta región permiten el desarrollo de especies vegetales de tipo xerófilo, de las que destacan los siguientes grupos:



Las *Agrupaciones halófitas* que están cerca del Golfo de California con plantas como: el chamizo, yerba resina, rosa, alfombrilla, lavanda del mar, pepinillo, vidrillo, zacatón, zacate salado y juncos.

El *Matorral esclerófilo* predomina cerca de las sierras especies como: vara prieta, chamizo colorado, bracillo, manzanita, mangle de la sierra, salvias real y orejona, encinillo, hierbas del oro y del oso, laita y algunas gramíneas son comunes.

El *Matorral parvifolio subinermis* que se encuentra cerca del Golfo de California con especies de: gobernadora, ocotillo, cenicilla, mezquite, frutillo, palo fierro, palo verde, mezquite, torote, pelo de humo o mala mujer, torote blanco, sahuaro, matácora, choya, pitahaya, garambullo, biznaga, siempreviva y mezcal.

Con respecto a la fauna en el distrito de riego predominan algunos *anfibios* como sapos pies de espada, toro y rana leopardo. De los *reptiles* existen: tortugas terrestres, lagartijas, iguana del desierto, culebras, víboras de cascabel y serpiente ciega. Entre las *aves*: los patos golondrinos, chiflador, chillón de ojos morados y bocón, cercetas café, de alas azules y de lista verde, negreta de alas blancas, correcaminos y búhos. Entre los *mamíferos* destacan; murciélagos, liebre de cola negra, conejos audubón y matorralero, ardilla douglas, coyote, zorras norteña y gris, mapache, tlalcoyote o tejón, zorrillo listado y manchado, venado cola negra y borrego cimarrón.

1.2 El Contexto Histórico del distrito de riego

1.2.1 El Periodo anterior al descubrimiento del río Colorado y su desarrollo (hasta 1530)

Los restos arqueológicos encontrados en la región donde se ubica la zona de estudio en Baja California indican la presencia de los primeros pobladores nómadas en los años 10,000 y 20,000 a. C. Al norte de Baja California se encontraban los cochimíes (yumanos peninsulares), pai-pai, tipai (diegueños), cucapás (cha-pai), kiliwas, kimi'ai y otros. Estos grupos tienen afinidades culturales con los del suroeste de Estados Unidos y el norte de Sonora.

Los cochimíes se dedicaban a la caza y a la recolección; los pai-pai, a la caza del borrego salvaje; los tipai, a la caza y a la agricultura; los cucapás, eran el grupo que más predominaba en la región, se dedicaban especialmente a la agricultura. Por lo contrario los kiliwas, los kimi'ai y otros eran los grupos más pequeños en la región.

1.2.2 El descubrimiento del río Colorado y los inicios de su utilización (1531 a 1848)

En 1533, durante una expedición al mando de Fortún Jiménez enviada por Hernán Cortés, descubre accidentalmente la Península de Baja California. Las expediciones hacia el territorio de Baja California, se realizaron con el fin de estudiar

intensamente ésta región. Debido a lo anterior, el río Colorado fue descubierto en 1539 por Francisco de Ulloa.

La zona era poco habitada por lo que hay periodos sin datos y fueron los misioneros quienes ayudaron a su poblamiento entre los años 1768 y 1822, por los Franciscanos que se encontraban en la Alta o Nueva California y los Dominicos en la Vieja California, ambos utilizaban el agua del río, especialmente para uso agrícola.

El río Colorado antes de la división del territorio impuesta por el Tratado de Guadalupe Hidalgo en 1848, formaba parte del territorio Mexicano, por este motivo se aprovechaba considerablemente el agua del río en el país.

1.2.3 La irrigación y colonización en el Valle de Mexicali (1849 a 1890)

El Dr. Oliver M. Wozencraft en 1849 durante la fiebre de oro de los Estados Unidos, planeó las primeras ideas acerca de la Irrigación y Colonización, de lo que es en la actualidad los Valles Imperial y Mexicali. Sin embargo, se hicieron visibles diversos problemas de irrigación, por este motivo se trataron de resolver los conflictos por medio del estudio de uno de los cauces del río Colorado, conocido con el nombre de río del Álamo.

En enero de 1874, Guillermo Andrade fue el primero en idear la Colonización del bajo delta del río Colorado y formó la Compañía Mexicana, Agrícola, Industrial y Colonizadora del Río Colorado. El objetivo de esta sociedad era explotar el cáñamo silvestre que producían las tierras por las inundaciones de la región superior del río Colorado.

“El Ingeniero Charles R. Rockwood concibió la construcción de un sistema de canales para riego” (Walther, 1996: 33). La propuesta era obtener la posesión de 400,000 hectáreas para proyectar un sistema de riego que las hiciera laborables, en el terreno que habían adquirido empresarios norteamericanos.

1.2.4 Las principales compañías de concesión en el Valle de Mexicali (1891 a 1926)

En 1891, John C. Beatty organizó la Compañía de Irrigación de Arizona y Sonora, con el fin de poder irrigar las márgenes del río Colorado. En 1892, se formó la Colorado River Irrigation Company (Compañía de Irrigación del río Colorado) por empresarios norteamericanos. Esta se creó con el objeto de aprovechar el agua proveniente de los ríos Colorado y Gila, para el riego de las tierras que se encontraban en Sonora y la Alta y Baja California, lo anterior con el propósito de poder derivar el agua en territorio de Estados Unidos.

En 1893, Manuel Martínez del Río, elaboró los permisos para aprovechar el agua del río que le correspondía al gobierno mexicano, sólo que la Secretaría de Comunicaciones y la de Relaciones, mencionaron el 14 de octubre de 1893, que “no puede otorgarse concesión alguna para permitir la introducción del agua dada por los Estados Unidos de América, sin otorgar el consentimiento implícito de que éstos pueden disponer de los Ríos Internacionales, lo que podrán traer más tarde dificultades cuando se trate de llegar a un convenio Internacional para el aprovechamiento de las aguas de tales cursos, por lo que es obvio que la solicitud del Sr. Martínez del Río, deberá de ser desechada a menos que se pongan de acuerdo ambos gobiernos sobre el particular y se concluya un arreglo internacional ajustándose a los Tratados” (Araujo, 1975: 36).

La Compañía de Terrenos del Río Colorado S. A. fue organizada por una asociación o sindicato de hombres de negocios en Los Angeles, California. El objetivo principal era promover el aprovechamiento del sistema de riego, puesto en operación en 1901 por la California Development Company (Compañía de Desarrollo de California).

La denominada presa Sharp, construida en territorio mexicano, era en realidad una represa destinada a sobreelevar las aguas del canal Álamo para regar las tierras aprovechables en el bajo delta del río Colorado, lo que se conoce en la actualidad

como Valle de Mexicali en el estado de Baja California, y Valle de San Luis Río Colorado, que pertenece a Sonora.

El suministro de agua de riego, efectuado por la California Development Company, era deficiente en el Valle Imperial y en el Valle de Mexicali. Para mejorarlo era importante que fuera accesible el costo del agua de riego, lo que trajo como consecuencia que México y Estados Unidos negociaran en un tratado internacional de aguas concerniente a los ríos Colorado, Bravo y Tijuana.

El gobierno de Estados Unidos en 1902 autorizó al Reclamation Service (Servicio de Reclamación), para que se investigaran las posibilidades de riego de los estados del oeste de ese país. Posteriormente, se inició el aprovechamiento de las aguas contenidas en el río Colorado, que sumaban 235,940 hectáreas y aparte 202,350 hectáreas que la California Development Company, controlaba en Estados Unidos y México.

La California Development Company continuó con una "...conducta abusiva sin conocimiento ni autorización del Gobierno de México, con flagrante desacato de la concesión mexicana y urgida por la necesidad de riego, abrió imprudentemente a fines de 1904 una bocatoma en territorio mexicano, por la cual al ocurrir fuertes crecientes en 1905, el río se desvió hacia el Mar de Salton, inundó grandes

extensiones en los dos países y ocasionó cuantiosas pérdidas en octubre de 1905..." (Idem: 37).

En 1907, la concesión mexicana y los terrenos fueron adquiridos por una sociedad mexicana a la cual se le denominó Sociedad de Terrenos y Aguas de la Baja California, S. A. Las acciones pasaron en un tiempo a ser parte de una organización norteamericana del estado de California a la cual se le llamó Imperial Irrigation District (Distrito Imperial de Irrigación).

México comisionó a un representante para que estuviera al margen de las juntas que se realizaban por medio de los gobiernos estatales de Colorado, Utah, Wyoming, Nevada, Arizona, Nuevo México y California. Lo anterior posibilitó la elaboración del Convenio de Santa Fe. Entre estos se repartieron las aguas del río en dos cuencas, la alta conformada por los cuatro primeros y la cuenca baja los tres restantes. Se estableció que en el caso de un convenio Internacional, se entregaría a México una porción de las aguas del río Colorado y que cada uno de los dos grupos se encargaría de aportar la mitad, de la unidad que se le proporciona al país.

1.2.5 La Comisión Internacional de Aguas y las principales características del distrito de riego (1927 a 1997)

El 5 de agosto de 1927 se creó la Comisión Internacional de Aguas entre México y los Estados Unidos. De 1908 a 1927, Estados Unidos propuso la resolución definitiva del aprovechamiento de índole internacional acerca del agua de los ríos Bravo y Colorado, por medio del informe que proporcionó la Comisión Internacional de Límites y Aguas.

Como resultado de la Junta de Santa Fe para solucionar el problema del agua se introdujo la propuesta de autorizar la construcción de una presa y canales para que se pudiera aprovechar el agua del río Colorado. Se consideró la construcción de una presa en el Boulder Canyon que fue aprobado hasta diciembre de 1928.

El sistema de infraestructura del distrito era operado por la Compañía de Terrenos y Aguas de la Baja California, que sustituyó a la Sociedad de Irrigación y Terrenos. Por la red telefónica, que cubría desde la compuerta Rockwood a todos los canales, se reportaban diariamente los gastos y las solicitudes de agua.

La Compañía de Terrenos y Aguas de acuerdo con el artículo 22 del Reglamento de la Secretaría de Agricultura y Fomento, propuso el aprovechamiento de las aguas provenientes del río Colorado, los interesados en lo anterior deben de tener pleno

conocimiento de las necesidades de las plantas con respecto al agua que necesitan para poder cultivar.

“Los usuarios, para poder derivar el agua para sus riegos, depositarán en las oficinas de la Compañía el precio de la cantidad de agua que deseen, de acuerdo con la tarifa aprobada por la Secretaría. Harán sus pedidos en formas especiales que les proporcionará la propia Compañía y en las que anotarán claramente el volumen por segundo que deseen y el número de días que necesiten el agua” (Reglamento para la Distribución de aguas del río Colorado por la Compañía de Terrenos y Aguas de la Baja California, S.A, citado por Walther, op. cit.: 37).

En agosto de 1938, según las leyes agrarias en el Valle de Mexicali, la mayor parte de las tierras de cultivo se encontraban en manos de los ejidatarios y, el resto de las tierras pertenecían a pequeños propietarios, colonos y grandes propietarios. El objeto de esta repartición, era crear un eficaz sistema de distribución de agua, al igual que la conservación de las obras del sistema de riego. Por este motivo en ese mismo año se creó el Distrito de Riego del Río Colorado. A partir de esa fecha el manejo del distrito quedó a cargo de la Comisión Nacional de Irrigación.

En 1941, la operación de los canales benefició a las asociaciones de usuarios o a las empresas creadas para los fines de regadío en México. Debido a las descargas del

río Colorado de 910 m³/segundo, en los meses de julio a diciembre de ese año provocaron otra inundación.

Para 1942, la derivación parcial del agua del río Colorado por el Canal Todo Americano (All American), trajo problemas en la derivación por la toma de Rockwood para el Canal del Alamo. Desde ese entonces, las autoridades del distrito solicitaron urgentemente la reglamentación del aprovechamiento del agua en el Valle de Mexicali.

En febrero de 1944, se firmó el Tratado Internacional de Aguas que entró en vigor a partir de noviembre de 1945. En 1948, para cumplir con el artículo 12 del Tratado, se inició la construcción de la Presa Derivadora Morelos sobre el río Colorado, que se inauguró en septiembre de 1950.

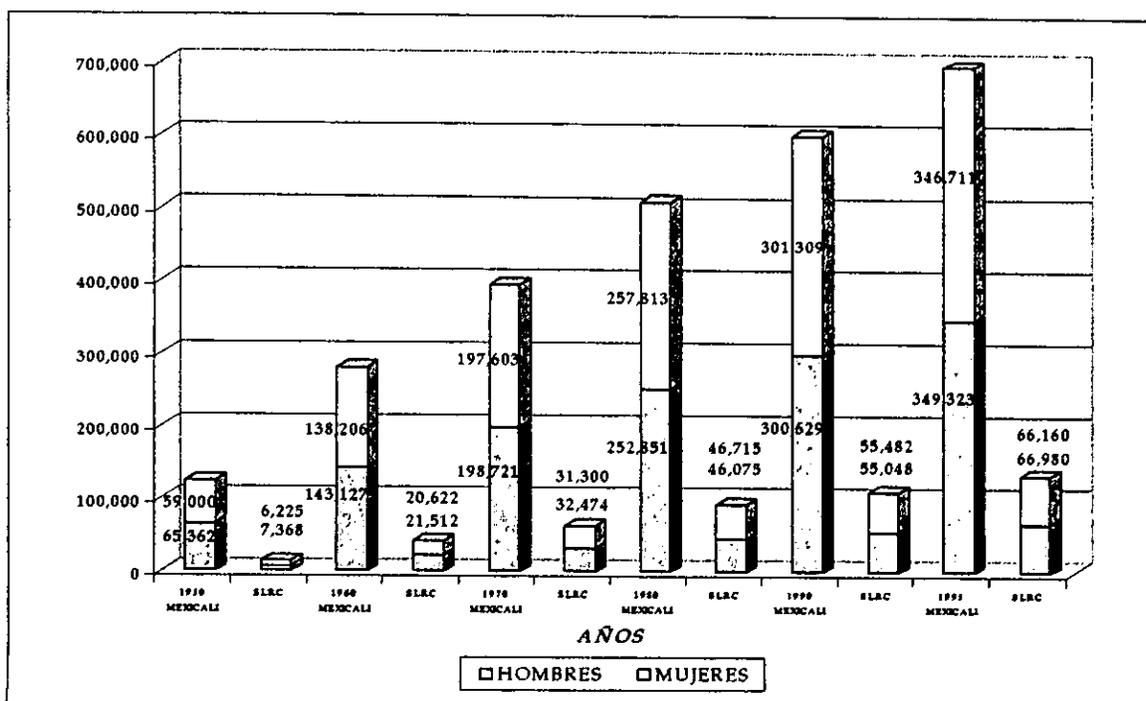
A partir de 1961 hasta la fecha, apareció el problema más grave en el distrito de riego, la salinidad en el agua. El contenido de sales aumentó de 960 a 2,500 partes por millón, esto se debe al programa de drenajes del subsuelo del Valle de Wellton Mohawk. Este hecho ha propiciado que muchas de las hectáreas que se consideran para riego, hayan disminuido en su extensión y productividad.

1.3 El Contexto Demográfico en el distrito de riego

1.3.1 Crecimiento de la población

El distrito de riego del Río Colorado se ubica entre dos localidades importantes que son Mexicali en Baja California y San Luis Río Colorado en Sonora; por este motivo se consideran ambas para el estudio del crecimiento de la población. Para 1995, en el municipio de Mexicali se reportan aproximadamente 696,034 habitantes, en tanto que en el de San Luis Río Colorado solo existen 133,140 habitantes. En la gráfica, se muestra el desarrollo de la población de los dos en las últimas décadas (Figura 1.10).

FIGURA 1.10: CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN MEXICALI Y SAN LUIS RÍO COLORADO, 1950-1995



Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1950a), (1950b), (1960a), (1960b), (1970a), (1970b), (1980a), (1980b), (1990a), (1990b), (1995b) y (1995c).

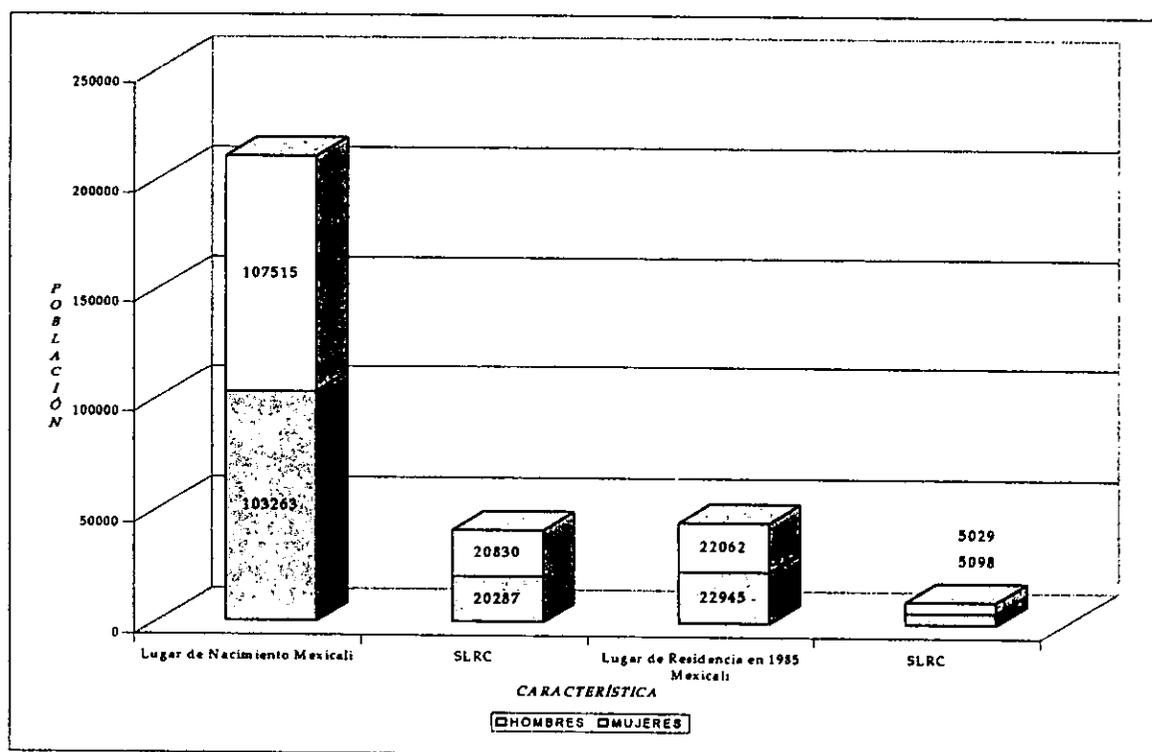
En las décadas de 1950 y 1960, el crecimiento de la población en ambas localidades fue poco más del doble, y predominó la población masculina. Para 1970, acontece un crecimiento mayor del 50%, en el cual la mayoría de la población eran hombres. En 1980 y 1990 ha habido un menor crecimiento y el predominio de población es de mujeres. En 1995, ha vuelto a concentrarse más la población masculina en las dos localidades con respecto a la década que le antecede.

La tasa de crecimiento anual de la población en Mexicali es de 2.6%, y en San Luis Río Colorado de 2.4%, para 1990 a 1995. Al ser comparada con la tasa de crecimiento nacional de 2.2%, se evidencia que ambas localidades se encuentran poco arriba del comportamiento del país.

Un aspecto importante referente al crecimiento de la población en las dos localidades es la migración, por su situación fronteriza con Estados Unidos de América factor que afecta la estructura de la población. Para medir este fenómeno INEGI toma en cuenta la población en función del lugar de nacimiento, que es de 210,778 habitantes y representa el 35.01% en Mexicali, y 41,117 habitantes que equivale al 37.19% en San Luis Río Colorado. Otro aspecto que también se considera es la población según el lugar de nacimiento, que en Mexicali es 45,007 habitantes con un 8.67%, y en San Luis Río Colorado con 10,127 habitantes es del 10.69% con respecto al total estatal.

En algunas ocasiones las personas que intentan migrar ya sea a Tijuana o Estados Unidos, se quedan en Mexicali por la demanda que existe de mano de obra en actividades agrícolas y en las maquiladoras (Figura 1.11).

FIGURA 1.11: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR SEXO SEGÚN LUGAR DE NACIMIENTO Y LUGAR DE RESIDENCIA EN 1985 EN MEXICALI Y SAN LUIS RÍO COLORADO



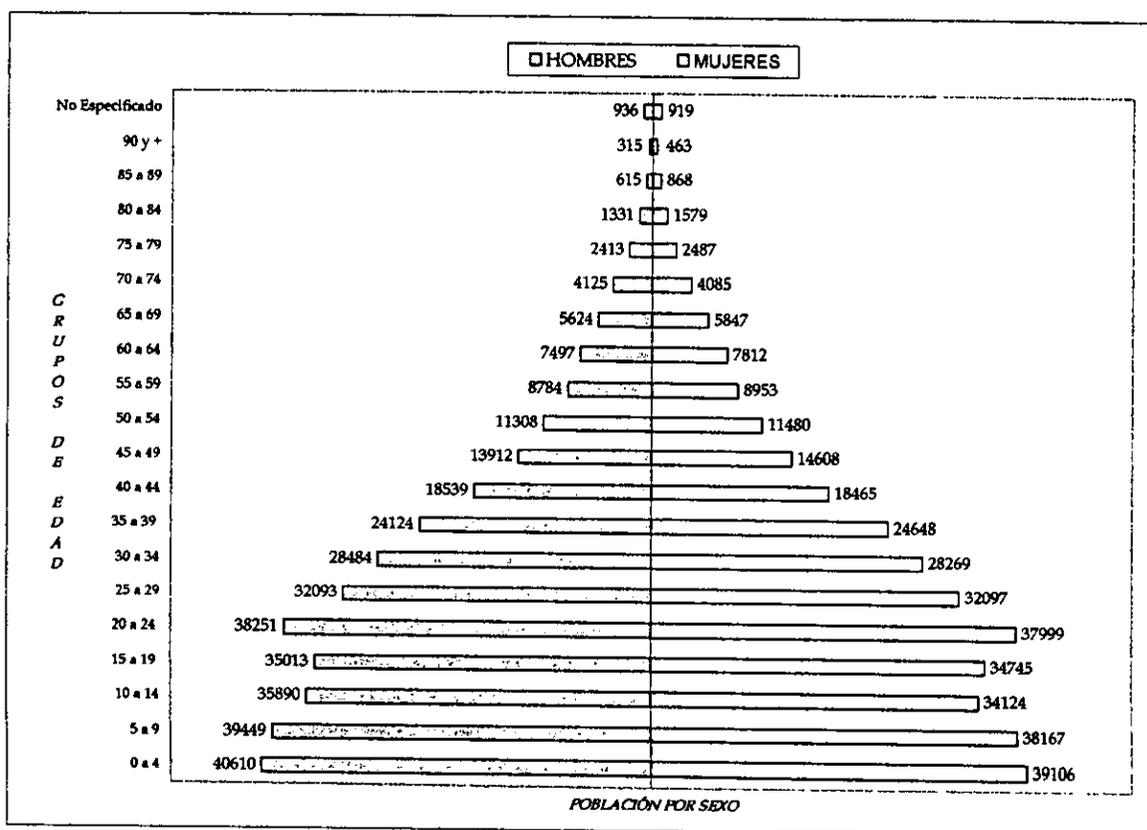
Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1991a) y (1991b).

1.3.2 Composición de la población por edad y sexo

De acuerdo con la población por edad y sexo, en ambas ciudades, en general, la presencia de hombres es mayor a la de mujeres. Existen 349,323 hombres y 346,711 mujeres en Mexicali, y 66,980 hombres y 66,160 mujeres en San Luis Río Colorado,

para el año de 1995. En las dos localidades tiende a predominar la población joven, ésta se concentra entre el rango de los 0 años hasta un poco más de los 30 años (Figura 1.12a y 1.12b).

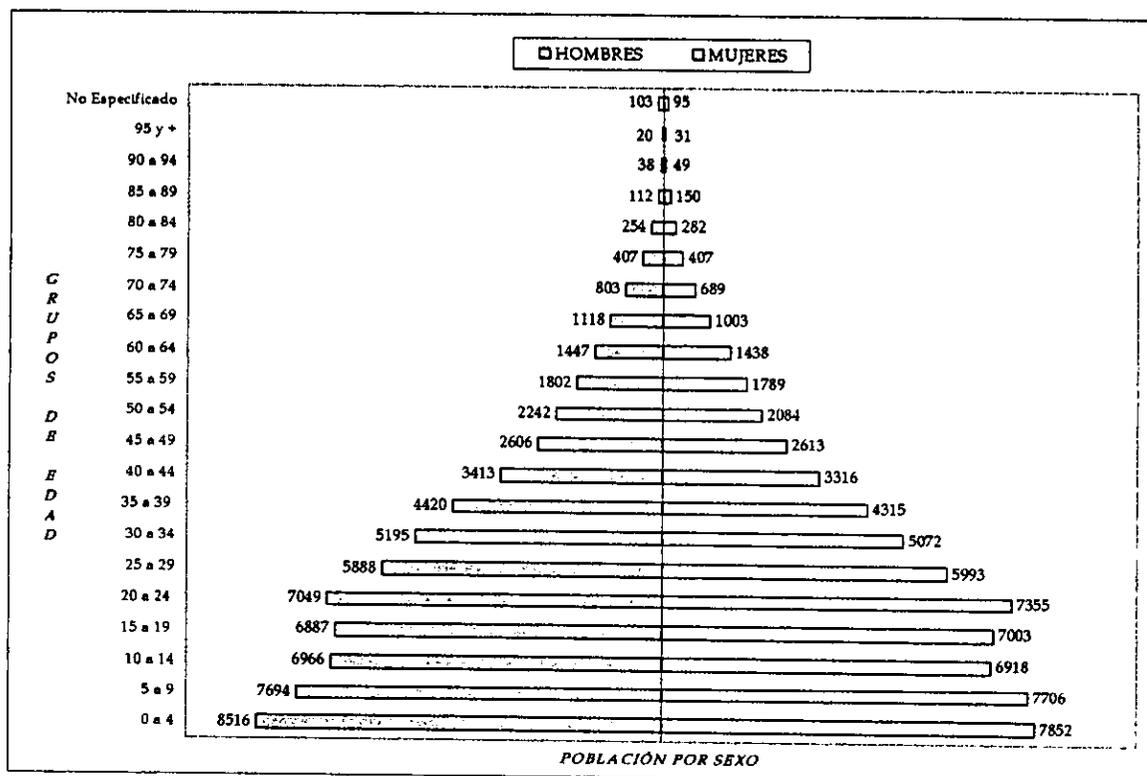
FIGURA 1.12a: COMPOSICIÓN POR EDAD Y SEXO EN MEXICALI, 1995



Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1996a).

La población en ambas localidades tiende a disminuir conforme los grupos de edad avanzan. Destaca San Luis Río Colorado con otro grupo más de edad avanzada.

FIGURA 1.12b: COMPOSICIÓN POR EDAD Y SEXO EN SAN LUIS RÍO
COLORADO, 1995



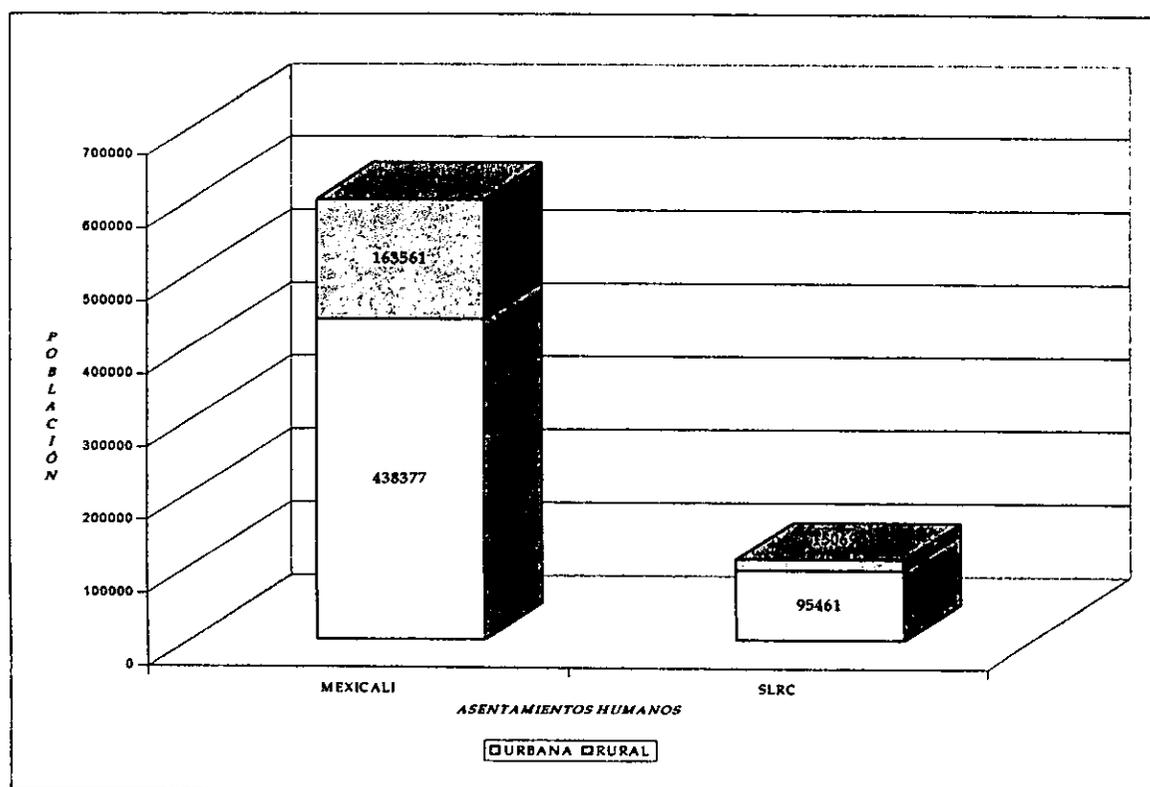
Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1996b).

1.3.3 Composición de la población urbana y rural

La distribución de la población según el tamaño de la localidad, ayuda a determinar la proporción de la población urbana y rural; aspecto que se toma en cuenta según el criterio de L. Unikel (1979) que se considera a los asentamientos humanos mayores de 15,000 habitantes como urbanos y, los menores a este los determina como rurales.

De acuerdo con lo anterior las localidades de Mexicali y San Luis Río Colorado cuentan con más de 15,000 habitantes en 1990. Y en el ámbito municipal Mexicali tiene 265 localidades rurales y San Luis Río Colorado cuenta con 29 localidades con menos de 15,000 habitantes (Figura 1.13).

FIGURA 1.13: COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL EN MEXICALI Y SAN LUIS RÍO COLORADO, 1990



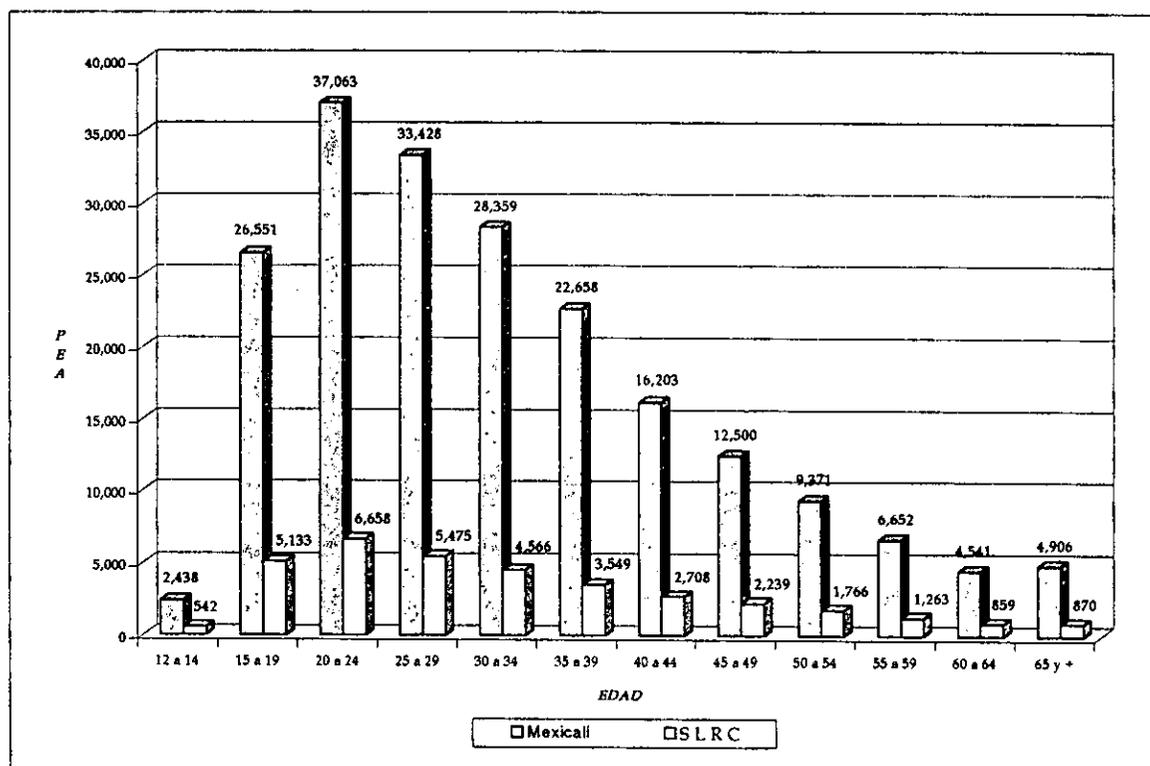
Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1991a) y (1991b).

1.3.4 Población Económicamente Activa (PEA) e Inactiva (PEI)

La población se ha ocupado en las principales actividades económicas que se encuentran en las dos ciudades de la región de estudio. De acuerdo con el INEGI, se considera que la Población Económicamente Activa (PEA) es a partir de los 12

años en adelante. Para 1990, en Mexicali existe una PEA de 204,670 personas y en San Luis Río Colorado 35,628 personas (Figura 1.14).

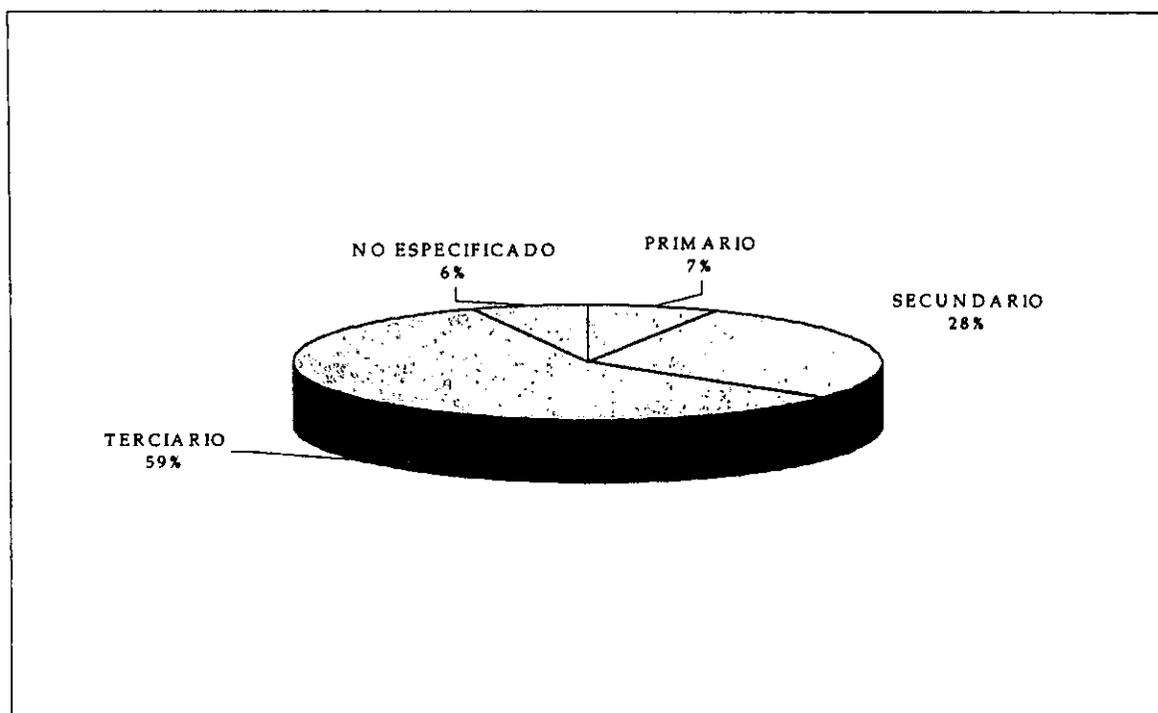
FIGURA 1.14: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA) EN MEXICALI Y SAN LUIS RÍO COLORADO, 1990



Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1990a) y (1990b).

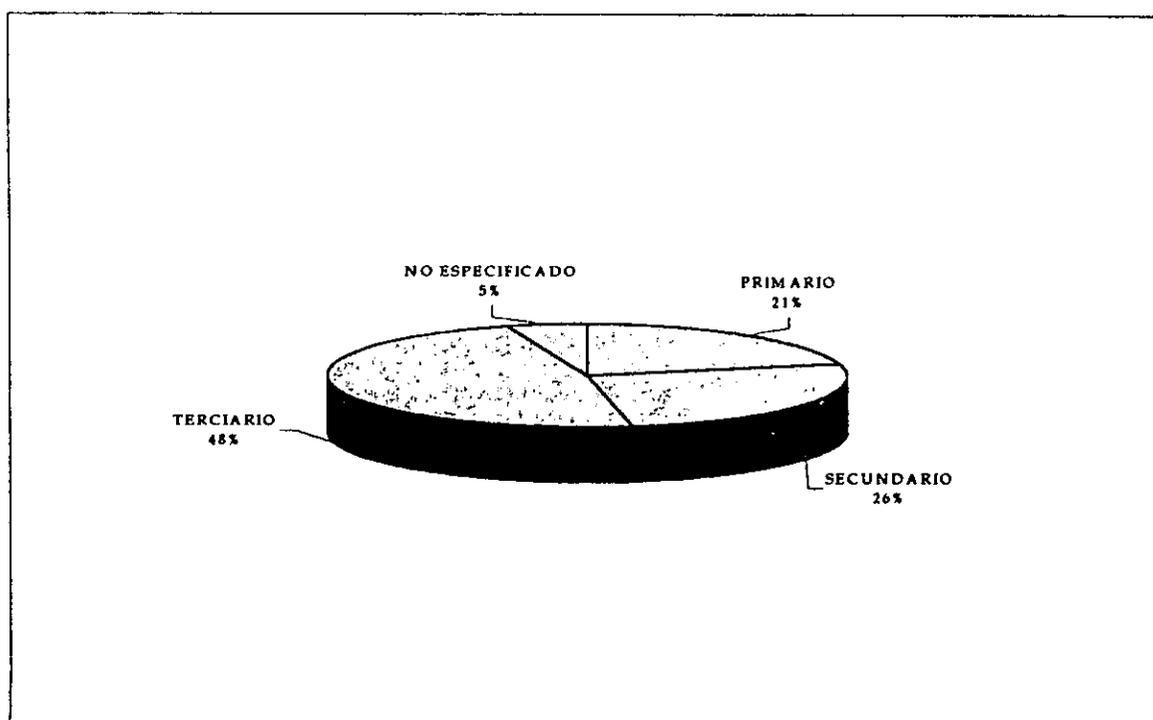
Las actividades que se desarrollan en el distrito de riego, son la actividad primaria; que se refiere a las actividades agrícolas, ganaderas, silvicultura, caza y pesca. La actividad secundaria; esta formada por la industria manufacturera, generación de energía eléctrica y construcción. Y por último, pero no menos importante la actividad terciaria; conformada por el comercio y los servicios (Figura 1.15a y 1.15b).

FIGURA 1.15a: SECTORES DE ACTIVIDAD ECONÓMICA EN MEXICALI, 1990



Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1991a).

FIGURA 1.15b: SECTORES DE ACTIVIDAD ECONÓMICA EN SAN LUIS RÍO COLORADO, 1990

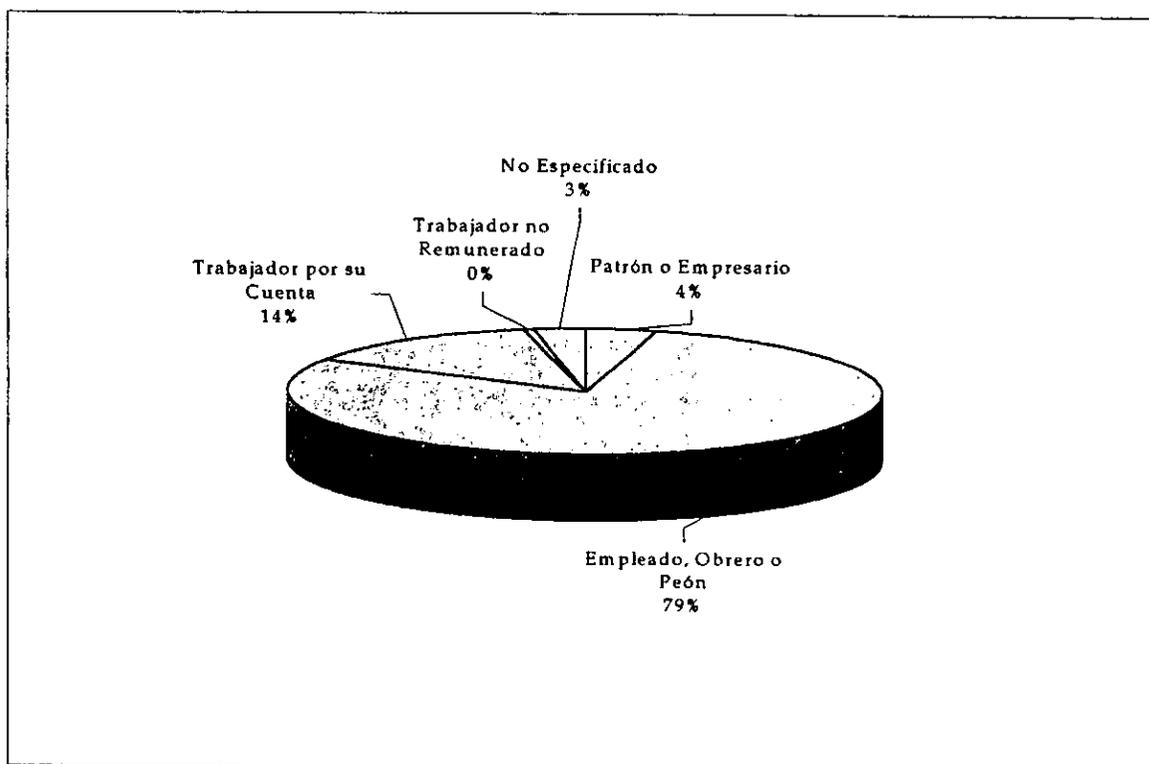


Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1991b).

Las personas que tienen empleo en las diversas actividades económicas, generalmente se encuentran dentro del rango, que se ha tomado para determinar la situación en el trabajo por parte del el INEGI (Figura 1.16a y 1.16b).

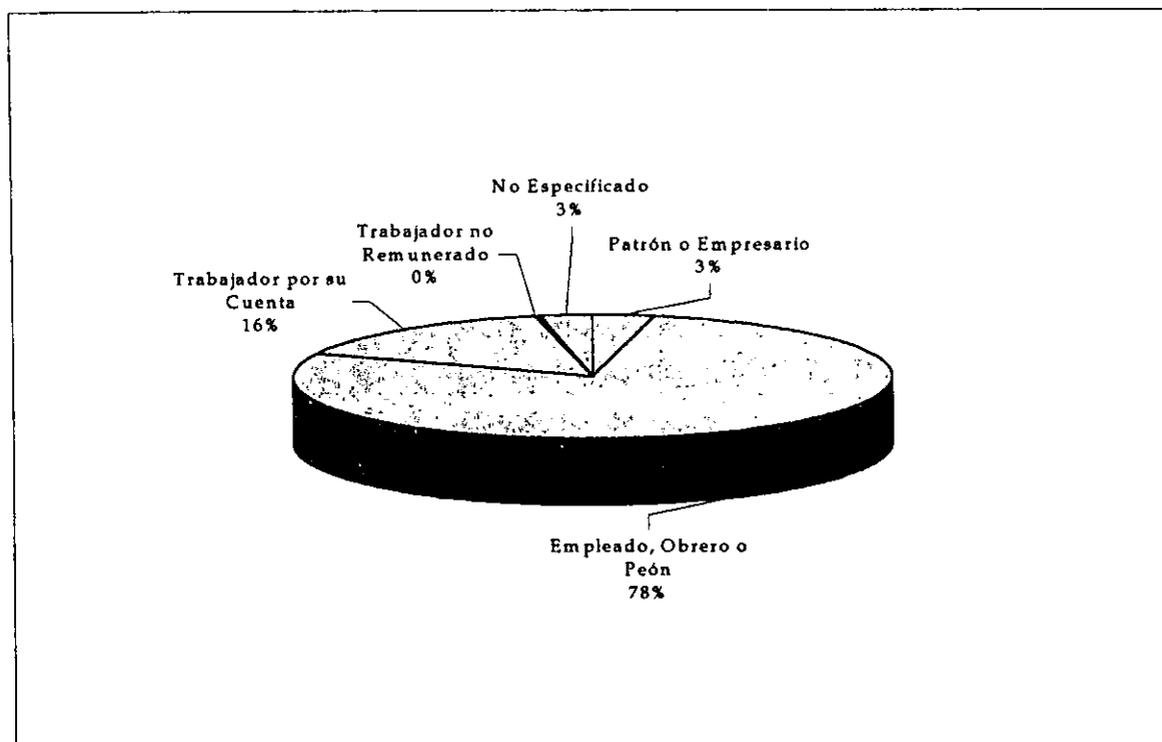
En las gráficas se observó que Mexicali y San Luis Río Colorado, registran un mayor número de población ocupada de acuerdo con su situación en el trabajo en los rubros de empleado, obrero o peón. En menor medida se advierten los empleados familiares no remunerados.

FIGURA 1.16a: POBLACIÓN OCUPADA SEGÚN SITUACIÓN EN EL TRABAJO EN MEXICALI, 1990



Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1996a).

FIGURA 1.16b: POBLACIÓN OCUPADA SEGÚN SITUACIÓN EN EL TRABAJO
EN SAN LUIS RÍO COLORADO, 1990

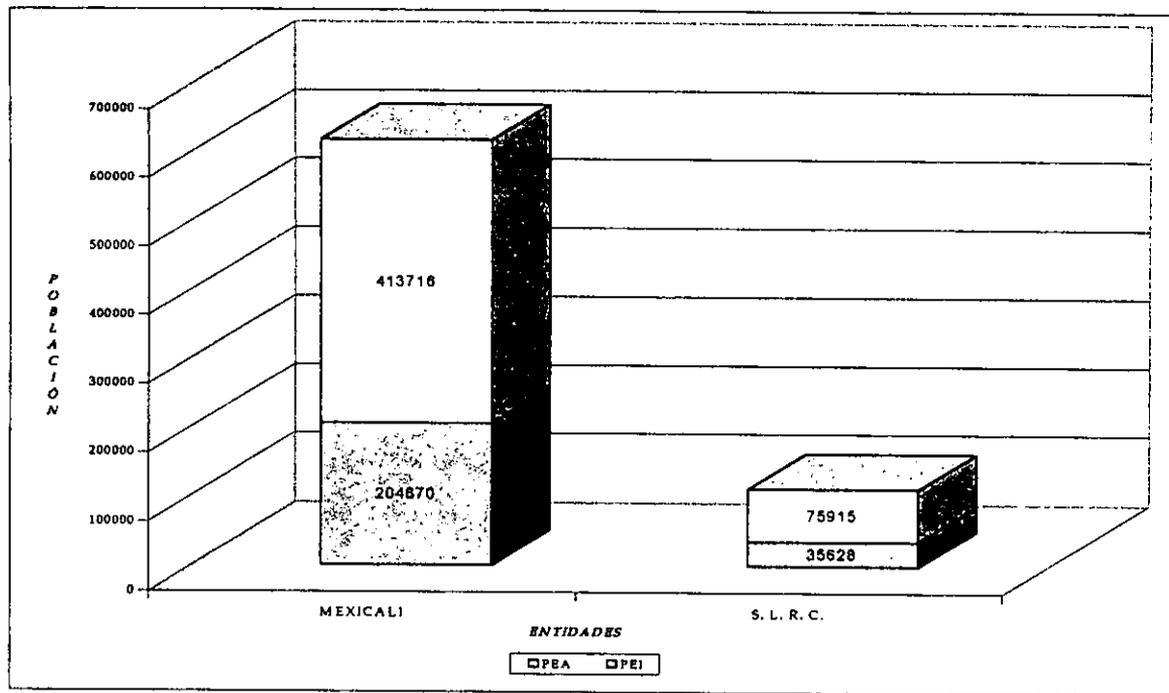


Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1996b).

También existe un sector de la población que no labora en alguna de las actividades económicas de la región, grupo al que se le denomina Población Económicamente Inactiva (PEI). En la zona de estudio en las dos entidades se advierte mayor proporción de PEI que de PEA (Figura 1.17).

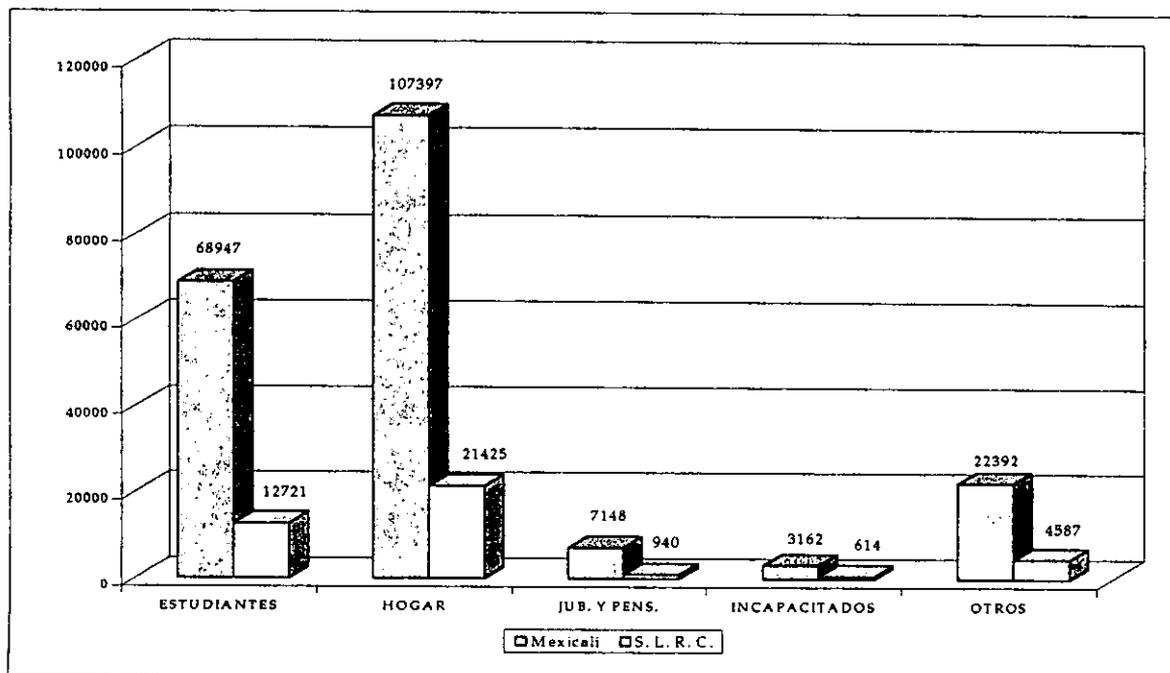
La mayoría de la población inactiva (PEI), esta compuesta por estudiantes, dedicados al hogar, jubilados y pensionados, incapacitados permanentes y otros, siendo los dos primeros aspectos en donde se observan mayores cifras (Figura 1.18).

FIGURA 1.17: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA) E INACTIVA (PEI) EN MEXICALI Y SAN LUIS RÍO COLORADO, 1990



Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1996a) y (1996b).

FIGURA 1.18: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE INACTIVA (PEI) EN MEXICALI Y SAN LUIS RÍO COLORADO, 1990



Fuente: Elaborado con la base de datos de: INEGI (1996a) y (1996b).

CAPITULO 2: IMPORTANCIA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA DEL DISTRITO DE RIEGO RÍO COLORADO

2.1 Tratado Internacional de Agua

Los antecedentes del Tratado Internacional de Agua, se remontan hasta la consumación de la Independencia de México en 1821. En esa época, la mayor parte de la cuenca del río Colorado pertenecía al país. Posteriormente, la guerra con Estados Unidos, pierde gran parte del territorio norte, y como consecuencia la mayor extensión que comprendía la cuenca del río Colorado en México.

El Tratado de Paz, Amistad y Límites, firmado en Guadalupe Hidalgo en febrero de 1848, determina al río Colorado como límite internacional entre México y Estados Unidos. Al abrir al cultivo los terrenos del Valle Imperial en California, comenzó la necesidad de conducir el agua del río Colorado, por medio de un canal que se internara en territorio mexicano, con el fin de rodear el obstáculo que representa la Mesa Arenosa de San Luis y regresar a territorio norteamericano.

El gobierno mexicano, junto con el secretario de Fomento, Colonización e Industria y la Sociedad de Riego y Terrenos de la Baja California S. A., autorizó el paso del agua por medio de un contrato que se firmó en mayo de 1904. De acuerdo con este México tenía derecho a utilizar alrededor de 4,400 Mm³ (millones de metros

cúbicos), este volumen no se utilizó, debido a que no se encontraban abiertos al cultivo los terrenos del Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado.

En 1906, se firmó el primer tratado sobre Aguas Internacionales entre México y Estados Unidos para el manejo de aguas provenientes del río Bravo, con un volumen aproximado de 74 Mm³. En 1934, el presidente norteamericano Franklin D. Roosevelt, desarrolló la política del buen vecino y continuó con las negociaciones que se habían interrumpido por la Revolución en México.

En Estados Unidos, ocurrieron dos acontecimientos que no favorecieron a los planes que tenía contemplado México, referentes al aprovechamiento del agua del río Colorado. Estos fueron, la construcción de la presa Hoover que se llenó hasta 1935, y ocurrió que los excedentes ya no llegaran al Valle de Mexicali. El otro fue, que entró en operación el canal Todo Americano, como consecuencia, ya no era obligatorio para Estados Unidos proporcionar agua a México como se había establecido en el contrato de 1904.

Los agricultores del Valle de Mexicali, se encontraron entonces en una situación desfavorable para la planeación de siembras, debido a que el caudal disminuyó a los sobrantes que escurrían por el cauce.

En 1940 los representantes estadounidenses de la Comisión Internacional de Límites, propusieron a los mexicanos que se dotara al país con 1,109.7 Mm³ de agua (equivalentes a 900,000 acres-pie). Sin embargo, ésta propuesta fue rechazada por la Secretaría de Agricultura y Ganadería, y propuso que no fuera menor a 3,000 Mm³ de agua proveniente del río Colorado.

En ese mismo año por medio de un estudio hidrológico de la Comisión Nacional de Irrigación, se determinó que de las 600,000 hectáreas que formaban parte del bajo delta del río Colorado, gran parte de las tierras eran áreas salitrosas o arenosas en las que se dificultaba la explotación agrícola. Por este motivo, la propuesta anterior tuvo que ser modificada, ya que las áreas aptas para agricultura eran aproximadamente 200,000 hectáreas, y se tenían que concentrar los esfuerzos en éstas, para poder hacerlas productivas.

El 3 de febrero de 1944, se firmó el Tratado Internacional de Aguas entre Estados Unidos y México con respecto a las aguas provenientes del río Colorado, "... entró en vigor a partir del 8 de noviembre de 1945 y lo promulgó México por Decreto Presidencial al 28 de enero de 1946, publicado en el Diario Oficial del 30 de marzo de ese año..." (Araujo, op. cit.: 41).

El Tratado declara y reconoce el derecho a México y Estados Unidos, al uso de las Aguas Internacionales. Los volúmenes asignados a México le corresponden "...no

por consideración de cortesía internacional sino por derecho propio..." (Idem: 40). Por lo que fue importante, fijar y delimitar claramente el derecho de las dos naciones sobre las aguas de los ríos Tijuana, Bravo y Colorado, a fin de obtener la utilización más completa y satisfactoria.

De acuerdo con el Tratado de 1944, México recibe:

- Un volumen anual de 1,850.234 Mm³ (equivalente a 1'500,000 acres-pie) de agua del río Colorado, que entregará Estados Unidos con lo dispuesto en el artículo 15 del Tratado.
- El volumen que llegue a los puntos de derivación mexicanos, según la Sección de Estados Unidos, en años abundantes éste se obliga a entregar a México, cantidades adicionales de agua del sistema del río Colorado, hasta un volumen adicional de 246.697 Mm³ anuales, que no exceda de 2,096.931 Mm³ (o 1'700,000 acres-pie).

Los volúmenes que se entregan a México, se hacen de acuerdo con las tablas que anualmente debe presentar la Sección Mexicana de la Comisión Internacional de Límites y Aguas a la Sección Norteamericana y dentro de las limitaciones que señala el Artículo 15 del Tratado.

Las tablas de entrega de agua, que establece el Tratado de 1944, son flexibles y se pueden acomodar a toda clase de cultivos actuales o futuros. México debe presentar las tablas de demanda de agua para cada año. En el transcurso de un año determinado, puede introducir algunas modificaciones de hasta un 20 %, siempre y cuando se le avise a los Estados Unidos con 30 días mínimo de anticipación.

Las condiciones topográficas de la zona Ribereña Mexicana hacen imposible la construcción de presas de almacenamiento para la regularización de las aguas con destino a las tierras mexicanas. La Presa Derivadora Morelos permite a México recibir el agua del río Colorado directamente del Gobierno de los Estados Unidos y no por medio de la filial mexicana Compañía de Terrenos y Aguas de la Baja California de Imperial Irrigation District.

México sugirió al gobierno norteamericano que construyera en su territorio un canal que condujera parte de las aguas que le corresponden al país. Esto se realizó, con el fin de entregar agua en la línea divisoria Internacional a San Luis Río Colorado en Sonora, y poder regar con agua de gravedad la margen izquierda del río Colorado.

Gracias al Tratado de 1944 fue más factible la planeación del Distrito de Riego del Río Colorado. Por esta razón se creó, dependiente de la ahora extinta Comisión

Nacional de Irrigación de 1939. El primer Residente General fue el Ingeniero José G. Valenzuela socio de la Sociedad de Geografía y Estadística.

2.2 La infraestructura hidráulica

La obra que sobresale es la Presa Derivadora Morelos, ésta se encuentra al noreste del distrito de riego Río Colorado. Fue creada de acuerdo con el Tratado de 1944, para que Estados Unidos pudiera entregarle a México el agua proveniente del río, utilizada principalmente para riego de los terrenos agrícolas del distrito.

La inauguración de la Presa Morelos en noviembre de 1950, fue el primer caso en el ámbito mundial en que dos países vecinos, se dedicaran a construir obras internacionales en la que se pudiera permitir el aprovechamiento integral del agua de un río para el beneficio de ambos países.

Las Presas Boulder y Davis, que había construido Estados Unidos en su territorio, fueron de gran utilidad para poder regular el agua del río Colorado. La construcción de la Presa Morelos y del Canal Todo Americano lograron conducir el agua que de acuerdo con el Tratado le corresponde a México para el riego.

Por medio de la presa, se puede derivar el agua que es entregada a los canales principales y estos a su vez a los secundarios, para que sea aprovechada el agua al

máximo. Lo anterior permite que se lleve a cabo un control óptimo, por medio de las tablas que anualmente deben de ser entregadas, para hacer un balance de las necesidades que se requieran en el distrito de riego.

Con relación a las aguas subterráneas, en total existen alrededor de 725 pozos en funcionamiento en el distrito. Existen dos zonas de bombeo; la primera cuenta con 658 pozos ubicados en la parte noroeste del área agrícola, entre los que incluyen 422 pozos construidos por el gobierno, denominados federales, y 236 particulares. La segunda tiene 67 pozos ubicados en la Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado. También se cuenta con 26 sistemas de bombeo.

“La distribución de los pozos federales es la siguiente: 318 pozos en el Valle de Mexicali y 104 pozos en el Valle de San Luis Río Colorado. En cuanto a los pozos particulares, 173 se localizan en el Valle de Mexicali y 63 en San Luis” (Walther, op. cit.: 147).

De los pozos que se encuentran en el distrito de riego, 689 se encuentran electrificados y tienen un consumo total aproximado de 50.1 megawatts. La energía producida en la zona geotérmica que se ubica cerca de Cerro Prieto, se utiliza para satisfacer las necesidades del distrito de riego.

Para 1970, se determinó que la profundidad de los pozos debe ser de alrededor de 120 m, el diámetro de perforación debe ser de 30 pulgadas (76 cm) y el gasto, de 150 l/segundo.

En la Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado, están perforados 67 pozos, para producir un máximo de 197.358 Mm³ anuales, según la Comisión de Límites y Aguas. Los volúmenes de agua obtenidos están destinados para su utilización en los centros urbanos, desde San Luis Río Colorado hasta el litoral del Pacífico.

La red de canales en el distrito de riego comprende alrededor de 2,902 km de longitud. Los canales principales y la mayor parte de los secundarios, se encuentran revestidos. Se considera a esta acción la más importante para aumentar la eficiencia del sistema de canales, por la cual se ha tenido un ahorro alrededor de 925 Mm³ anuales (Cuadro 2.1).

<i>Categoría</i>	<i>Revestidos</i>	<i>Sin Revestir</i>	<i>Total</i>
Principales	350	120	470
Secundarios	1,883	549	2,432
<i>Total</i>	2,233	669	2,902

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

De la represa Sharp, se derivaba el canal Principal del Oeste, que se localiza en terreno mexicano con el mismo rumbo, rodea la zona sur de la ciudad de Mexicali hasta llegar al entronque con la represa Wisteria, con el canal Cerro Prieto. Este canal irriga la zona situada al sur de la ciudad de Mexicali hasta la represa del Tule. Del tramo del canal Cerro Prieto, comprendido entre la represa del Tule y Wisteria, se desprenden hacia el oeste, los canales que riegan las colonias Progreso, Coronita, Sonora y Centinelas.

Para alimentar al Canal Todo Mexicano, se utilizaba un canal principal de la margen izquierda por medio de un sifón bajo el río Colorado, que lograba sustituir las plantas de bombeo con las que regaban los terrenos localizados en la margen izquierda con aguas de gravedad.

El sistema de drenaje cuenta aproximadamente con 1,662 km de drenes a cielo abierto. En el distrito se desarrolló un plan, para reacondicionar los drenes ya existentes, y ampliar la red hacia las áreas que no cuentan con éstos (Cuadro 2.2).

CUADRO 2.2: LOS DRENES A CIELO ABIERTO EN EL DISTRITO, 1997	
<i>Tipo</i>	<i>En kilómetros</i>
Principales	422
Secundarios	1,240
<i>Total</i>	1,662

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

La capacidad de los canales y drenes que se encuentran en el distrito de riego se representan en el Cuadro 2.3.

CUADRO 2.3: CAPACIDAD DE LOS CANALES Y DRENES PRINCIPALES, 1997	
<i>Canales Principales</i>	<i>Capacidad en m³/segundo</i>
Presa Derivadora Morelos	230
Canal Reforma	160
Canal Independencia	41
Canal Revolución	38
Canal Alamo del Sur	28
<i>Drenes Principales</i>	
Dren del Norte	8

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

Para la movilización de insumos y productos, existen 4,387 km de caminos, transitables todo el tiempo. Existen también alrededor de 150 km de líneas telefónicas, para mantener comunicados entre sí los puntos de aforo de la red mayor y estos con la jefatura del distrito (Cuadro 2.4).

CUADRO 2.4 LOS CAMINOS PRINCIPALES EN EL DISTRITO, 1997	
<i>Tipos de Caminos</i>	<i>En kilómetros</i>
Revestidos	2,422
Tercerías	1,965
<i>Total</i>	4,387

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

Hay dos bordos de defensa en el distrito, contruidos para poder conducir alrededor de 800 m³/segundo.

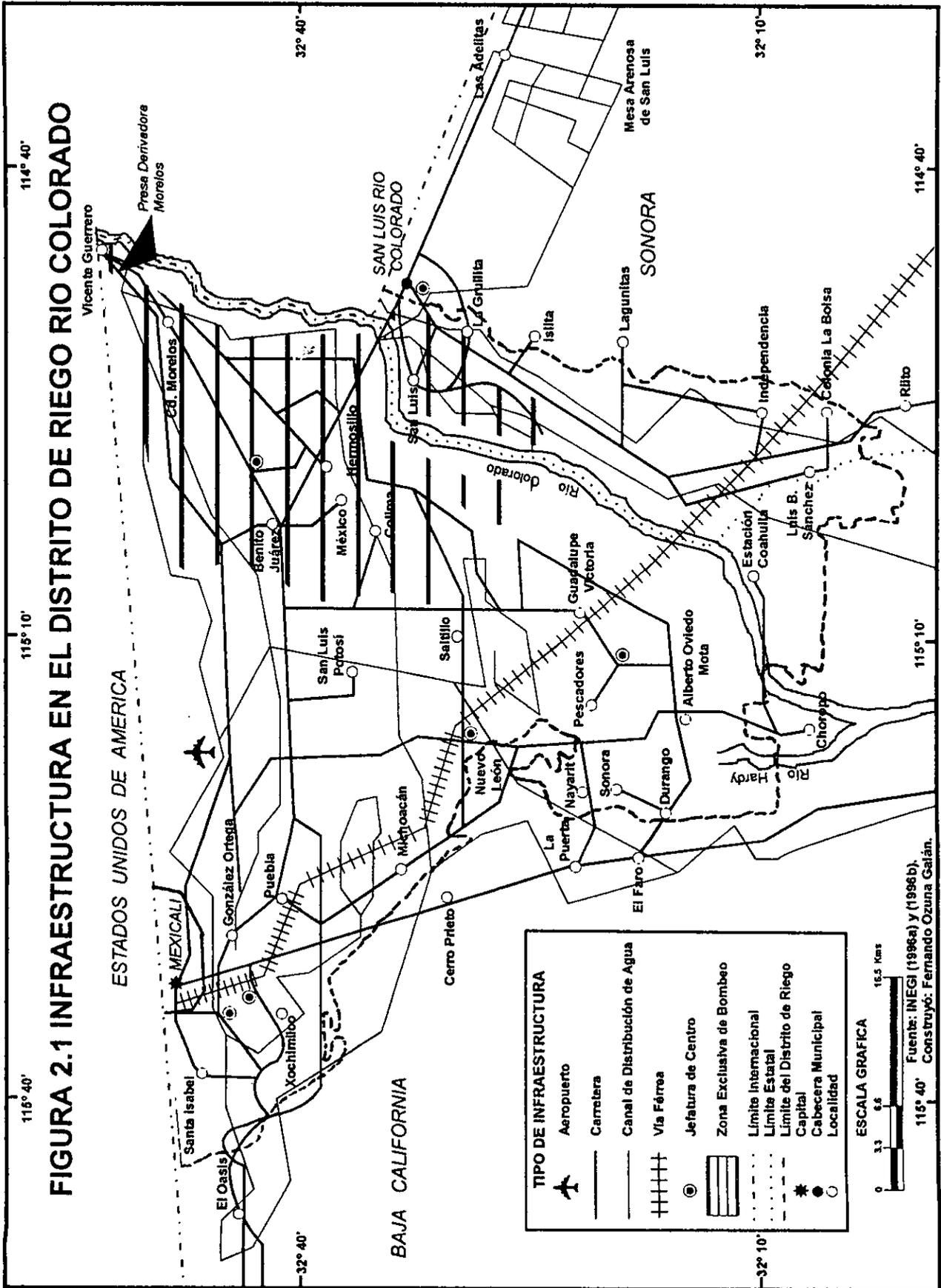
El bordo de la margen derecha, que se inicia en la Presa Morelos y termina en la Sierra El Mayor, tiene una longitud de 96 km. Cuenta con dos sistemas de bombeo, uno en el río Hardy y otro en el arroyo de Pescaderos, con el fin de eliminar las aguas del drenaje agrícola, en su conjunto tienen una capacidad de 9 m³/segundo.

El bordo de la margen izquierda se inicia cerca de la línea internacional, conocido como el bordo de Piedra de San Luis y termina en la Mesa Arenosa de San Luis, cerca del estero de Santa Clara, con una longitud de 98 km. En él se encuentran tres sistemas de bombeo para drenaje agrícola, con una capacidad de 10 m³/segundo (Figura 2.1).

2.3 Obras principales de rehabilitación en el distrito de riego

Los problemas de escasez del agua y de ensalitramiento de los terrenos agrícolas generalmente en zonas desérticas o semidesérticas, han hecho que el Gobierno Federal, por medio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, rehabilite los distritos de riego del país.

FIGURA 2.1 INFRAESTRUCTURA EN EL DISTRITO DE RIEGO RIO COLORADO



En el distrito de riego, se realizó la rehabilitación por medio de financiamientos con intereses moderados, completados por aquellas instituciones como el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, del que México es miembro.

En 1950, se inició el programa de construcción de pozos en el distrito de riego Río Colorado, de acuerdo con los términos del Tratado. El agua, de acuerdo a la tabla mínima que entregaba Estados Unidos, era insuficiente para el riego de 200,000 hectáreas, y México consideró que era necesario perforar pozos para que se pudiese completar el riego de esas hectáreas.

La construcción de la red de drenes se inició en la Unidad II donde se construyeron 43 estructuras de cruce de canales o caminos con la red de drenes. Por iniciativa privada y por medio de la vigilancia del Distrito se perforaron 10 pozos en la Colonia Miguel Alemán y Ejido Pachuca. En 1951, se creó un Comité Pro-Drenes del Valle de Mexicali, por este motivo se inició la construcción de los drenes de la parte sur de la IV Unidad en las Colonias Hindú, Silva, Elías, Chapultepec y Madero.

En 1953, se construyó la represa Km 27 del Canal de Conexión o Todo Mexicano. Para 1954 se inició la obra del canal que habría de conectar a la toma del Km 27 del Canal de Conexión con el Sifón Sánchez-Mejorada.

En 1956, se inició la construcción de drenes de la Unidad VI y se continuó con los drenes de la Unidad II que había sido iniciado por el Comité Pro-Drenes del valle de Mexicali. El volumen de trabajo desarrollado por este concepto fue de 4'000,000 m³ de terracería con draga, por estos trabajos se aumentó a la red de drenaje una longitud de 262 km.

Gracias al Ingeniero Miguel Ramos Galván, la superficie regada aumentó considerablemente. Se tomó en cuenta, los dos problemas básicos para el futuro del distrito como son: el de la construcción de los drenajes que deberán librar las tierras del proceso de salinización y, el de la perforación de pozos para poder completar con el agua requerida para el riego de las tierras que se encuentran dentro del distrito.

En enero de 1970, el presidente de la república Gustavo D. Ordaz, emitió un decreto, en el que declaró de utilidad pública la ejecución del "Plan de Rehabilitación del Distrito de Riego Río Colorado" (SARH, 1976: 27). Este se inició en 1969, y comprendía básicamente lo siguiente:

1. Construcción de canales impermeabilizados y de estructuras de control.
2. Concentración de la zona de bombeo, perforación, equipamiento y reparación de pozos.
3. Nivelación de tierras.

4. Mejoramiento de la red y construcción de drenes nuevos.
5. Construcción de caminos y obras complementarias.
6. Instalación de la red de comunicaciones en el distrito.
7. Compactación de la zona de riego y reacomodo de los usuarios.
8. Establecimiento de programas para la diversificación de los cultivos.
9. Adquisición de maquinaria para la conservación del distrito de riego.

El gobierno expropió los terrenos, con el propósito de reacomodar aproximadamente a 1,812 agricultores en 18,906 hectáreas. Por medio de dos decretos, publicados en el Diario Oficial del 8 de agosto de 1972 y el otro el 11 de noviembre de 1974.

Esta acción se efectuó con el fin de compactar el área bajo riego y excluir las zonas de alta salinidad. Se redujo la longitud de los canales, lo que ocasionó la eficiencia en la distribución del agua, la reducción de costos de operación, conservación y mantenimiento.

En los primeros años de producción del distrito, predominaba el cultivo del algodón, llegó prácticamente a calificarse a la zona como monoprodutora. Se realizó la propuesta para el manejo del distrito de riego, que el 60% los de cultivos fuera de invierno, el 30% de verano y 10% perennes. Debido a lo anterior, se ha

desarrollado de manera importante los cultivos de tipo hortícola, que han sido productos de exportación en los últimos quince años.

2.4 El abasto por disponibilidad del recurso agua

El elemento principal de la hidrología superficial en la zona de estudio, lo conforma el río Colorado. Este se adentra a nuestro país y cruza de norte a sur el distrito de riego Río Colorado. Divide a dos regiones agrícolas importantes que son: el Valle de Mexicali y el Valle de San Luis. En la región, el agua se encuentra disponible de la forma siguiente (Cuadro 2.5).

CUADRO 2.5: DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO RÍO COLORADO (MILLONES DE M ³) 1997	
<i>Fuentes de Abastecimiento</i>	<i>Condiciones normales</i>
<i>Superficial</i>	1,850.234
• Derivadora Morelos	1,677.500
• Canal Sánchez Mejorada	172.700
<i>Subterránea</i>	897.358
• Zona Antigua	700.000
• Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado	197.358
<i>Total</i>	2,747.592

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997).

El agua proveniente del río Colorado se declaró en veda para el año de 1955, con el objetivo de garantizar el agua a los usuarios inscritos en el padrón y así poder

ampliar, dotar y crear nuevos centros de población. Este acuerdo queda asentado en el reglamento del distrito el 4 de junio de 1964, del Diario Oficial de la Federación el 23 de julio del mismo año.

A México le corresponde una cantidad de 1,850.234 Mm³ (o 1'500,000 acres-pie), y se reparten de la siguiente manera:

La Presa Morelos recibe 1,677.5 Mm³, de acuerdo con la asignación cumple con lo establecido en el Acta 242. Las aguas, provenientes del río, traen disueltas en un orden de 800 Mm³ de aguas de drenaje agrícola del Valle de Yuma.

Al Canal Sánchez Mejorada, se entrega 172.7 Mm³ de aguas que provienen de un 80% de drenaje agrícola del Valle de Yuma, aproximadamente con un gasto medio diario de 5.5 m³/segundo.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a partir de 1972, realizó estudios geológicos para determinar el volumen ideal de extracción, de los 725 pozos que se encuentran en el distrito de riego. De acuerdo con la recarga, se estableció que es de 700 Mm³ anuales. Se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- De acuerdo con la alimentación de tipo vertical, por infiltración de canales de distribución y zonas de riego corresponden aproximadamente 500 Mm³.
- Por medio del flujo subterráneo en las fronteras de Baja California (en México) con California (en Estados Unidos) y Baja California con Arizona provienen 80 Mm³ del Canal Todo Americano, para ser un total de 150 Mm³.
- De la Mesa Arenosa de San Luis, provienen 50 Mm³.

En años normales, cuando ocurre una ausencia de volúmenes excedentes en el río Colorado, se ha estado bombeando un volumen anual de hasta 1,100 Mm³, el cual tiende a producir abatimiento en los niveles estáticos de bombeo.

La superficie regada con agua del subsuelo queda dividida en aquella que recibe servicio de los pozos particulares, y en la que se irriga con los construidos por el gobierno. Toda esta extensión, está ubicada en lo que se considera como la zona de pozos.

2.5 Abasto a la actividad agrícola por el Uso Consuntivo.

En el distrito de riego Río Colorado, principalmente en la actividad agrícola, se encuentra un aspecto al que se denomina *uso consuntivo*. Este, "...es igual a la evapotranspiración total, más el agua utilizada para la formación de los tejidos de las plantas, o simplemente el agua consumida o perdida para que la cosecha se logre" (Loma, 1951: 10). Lo anterior, trata de explicar que una planta determinada necesita de cierta cantidad de agua, para que pueda crecer y desarrollarse.

El *uso consuntivo*, "...es totalmente independiente del llamado coeficiente de riego o de la aportación total de agua, por riego y por lluvia, para producir la cosecha, ni aun considerando coeficientes netos, es decir, aportaciones directas de agua a las parcelas cultivadas" (Idem: 11).

La evapotranspiración y consumo de agua por las plantas se puede determinar a través de los evapotranspirómetros ideados por el Dr. Thorntwaite, que permiten por medio de ciertos dispositivos, evalúen con exactitud todas las entradas y salidas, para estimar por diferencia el *uso consuntivo*.

El volumen del *uso consuntivo* y la lámina neta, se toman como base para determinar la cantidad de agua que se debe proporcionar a la planta para que produzca. El coeficiente bruto por hectárea, "...es la cantidad de agua derivada de

una toma de la que se pierde una parte importante, por evaporación y por infiltración, durante su transporte por la red de canales y regaderas, hasta la parcela..." (Idem: 12).

La planta necesita de ciertos factores para que pueda desarrollarse. Estos influyen en el desarrollo vegetativo y, por lo tanto, en la cantidad de agua consumida por la cosecha y en el uso consuntivo son:

- "La cantidad de calor aprovechable durante el ciclo vegetativo.
- Las horas de insolación durante dicho ciclo.
- La evaporación normal en el lugar.
- La capacidad de retención del agua por el suelo.
- La naturaleza del suelo, tanto desde el punto de vista de su textura y estructura, como de su fertilidad, considerada en todos sus aspectos.
- La especie cultivada.
- La variedad o agrotipo dentro de cada clase de cosecha puesto que cada una posee un desarrollo potencial distinto, determinado por su patrimonio genético.
- El rendimiento efectivo de la cosecha, como consecuencia de sus respuestas al hábitat o conjunto de factores ecológicos que solicitan a las plantas" (Idem: 13).

Estos factores no actúan de forma independiente, influyen uno sobre otro, y en conjunto van a determinar la cantidad de agua que necesitan las plantas para completar su ciclo y rendir la cosecha.

Es muy frecuente, que en las zonas de bajo riego se apliquen láminas de agua superiores a lo indispensable. El empleo de volúmenes excesivos puede determinar una elevación del manto freático, seguida de un lavado intenso de los suelos y conducir a serios problemas de alteración de éstos y de salinidad, en el transcurso de ciertos años, provocando la inutilización temporal o permanente de muchas tierras de riego en las zonas de influencia de costosas obras.

En el distrito de riego Río Colorado en especial "...En al año agrícola 1995 a 1996, se utilizó un volumen de 255.117 Mm³ de agua subterránea en una superficie de 16,558 hectáreas, mediante la operación de 158 pozos federales a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CNA)..." (Navarro, 1998: 42).

La CNA ya tiene determinada la cantidad de agua que se le provee a cada tipo de cultivo por medio del *uso consuntivo*, al igual que la lámina neta y bruta, que se necesita para que se desarrolle la planta. Los volúmenes que se aplican están de acuerdo con la superficie que se va a cultivar (Cuadro 2.6).

<i>CUADRO 2.6 VOLÚMENES UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN EN 1995-1996</i>						
<i>Cultivo</i>	<i>Superficie (Ha)</i>	<i>Lámina Uso Consuntivo°</i>	<i>Lámina Neta°</i>	<i>Lámina Bruta°</i>	<i>Volumen Neto•</i>	<i>Volumen Bruto•</i>
Otoño- Invierno						
Trigo	5,125	55.0	101.8	127.5	52,173	65,325
Cebada	21	47.0	66.2	82.9	139	174
Rye-grass	33	78.0	77.5	97.0	256	320
Cebollín	298	50.0	77.8	97.4	2,318	2,903
Varios	962	60.0	77.0	96.4	7,407	9,275
<i>Subtotal</i>	<i>6,439</i>	<i>55.6</i>	<i>96.7</i>	<i>121.1</i>	<i>62,293</i>	<i>77,997</i>
Perennes						
Alfalfa	1,536	160.0	176.7	221.2	27,141	33,983
Espárrago	344	144.0	147.4	184.6	5,071	6,349
Vid	46	117.0	151.3	189.4	696	871
Frutales	41	113.0	141.5	177.2	580	726
<i>Subtotal</i>	<i>1,967</i>	<i>155.2</i>	<i>170.2</i>	<i>213.2</i>	<i>33,488</i>	<i>41,930</i>
Primavera -Verano						
Algodón	8,063	88.0	133.0	166.5	107,238	134,273
Sorgo GT.	10	63.0	100.0	125.2	100	125
Varios	79	60.0	80.0	100.2	632	791
<i>Subtotal</i>	<i>8,152</i>	<i>87.7</i>	<i>132.4</i>	<i>165.8</i>	<i>107,970</i>	<i>135,189</i>
<i>TOTAL</i>	<i>16,558</i>	<i>83.2</i>	<i>123.1</i>	<i>154.1</i>	<i>203,751</i>	<i>255,117</i>

°Lámina de riego en centímetros

•Volumen en miles de metros cúbicos.

Fuente: Navarro (1998).

2.6 Abasto a otras actividades por el acueducto Río Colorado - Tijuana

El acueducto se construyó con el fin de resolver el problema del abastecimiento de agua potable que la ciudad de Tijuana había padecido desde su fundación. En 1970, fue necesario realizar un convenio con Estados Unidos para que durante los siguientes 5 años, Tijuana recibiera agua de la Presa de Otay. Al término de este acuerdo internacional, se trató de construir esta obra, que empezó a prestar servicio en 1982 y cuyos mayores beneficios se obtuvieron a partir de 1985. Se ha asegurado el suministro a las ciudades de Tijuana y Tecate, y a la localidad de la Rumorosa, hasta el año 2000.

Esta obra de infraestructura se inicia en el canal alimentador central del distrito de riego San Luis Río Colorado en el Valle de Mexicali, de donde se toman 4 m³/segundo, parte de la dotación que corresponde a México de las aguas del río Colorado, conforme al Tratado de 1944. De ahí, parte un canal revestido de concreto, de 26 km de longitud, que tiene en su trayecto dos estaciones de bombeo y tres tanques de sedimentación y regularización de 28,800 m³ de capacidad cada uno.

Otras cuatro estaciones de bombeo permiten elevar el agua ya entubada, hasta una altitud de 1,068 metros sobre el nivel del mar, en la parte superior de la sierra de La Rumorosa, cuyos grandes crestos atraviesa la conducción por dos túneles,

uno de 6.9 y otro de 3.9 km de longitud. El acueducto sigue por gravedad alrededor de 40 km, hasta la Presa El Carrizo, que tiene capacidad para almacenar 43.5 Mm³, suficientes para suministrar agua a Tijuana hasta por tres meses.

De este almacenamiento, se conduce el agua hacia una planta potabilizadora integrada por cuatro módulos de 1 m³/segundo cada uno, y de ahí a las redes de distribución. En total, el acueducto tiene una longitud de 161.7 km. La cantidad de agua que se deriva al Acueducto Río Colorado - Tijuana, sirve para abastecer a las principales actividades que requieren los asentamientos humanos que se encuentran a lo largo del acueducto.

El distrito de riego enfrenta un problema que puede reducir su futura productividad, el inminente aumento de la demanda de agua para usos urbanos, en detrimento de los volúmenes destinados a la producción agrícola. Para resolver este problema, se requiere que las autoridades agrícolas, federales y estatales, las dependencias que intervienen en la utilización del agua para otras actividades y los propios productores realicen un estudio que comprenda las prioridades en el uso del líquido, y con esto evitar la posible reducción en los terrenos cultivados por la actividad agrícola y las consecuencias que puede traer en el futuro para esta región.

CAPITULO 3: EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO RÍO COLORADO

3.1 Asociación civil

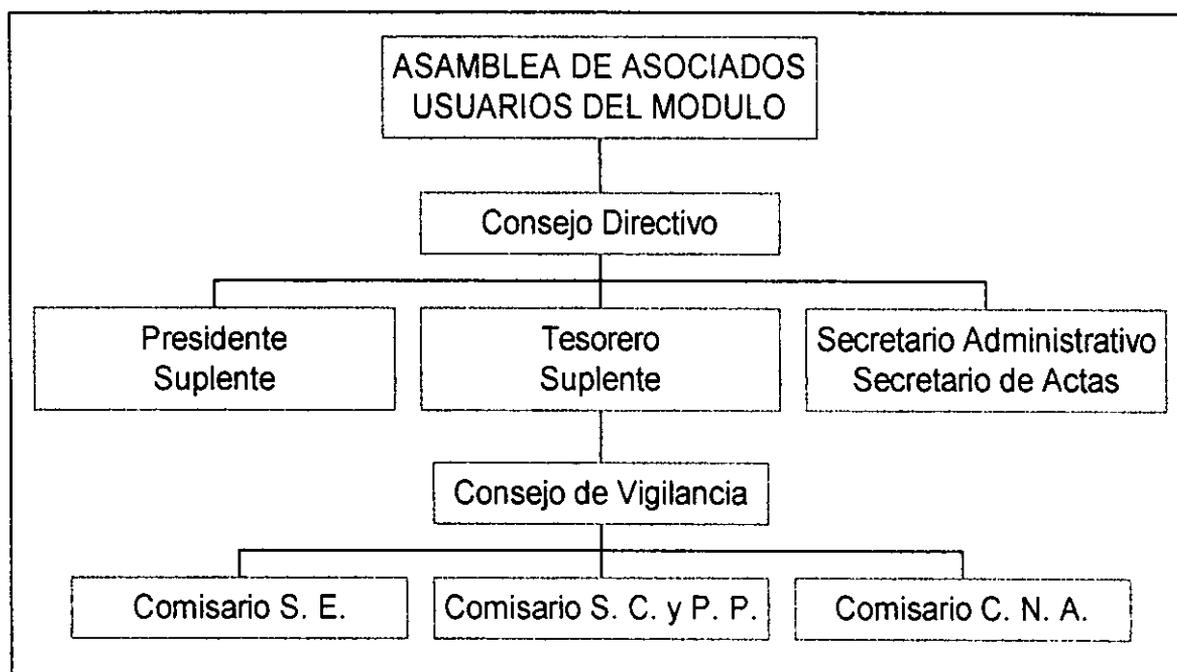
En los últimos años, los distritos de riego de México, presentan un deterioro en la mayor parte de la infraestructura, lo que ha provocado que el servicio de agua sea inoportuno y deficiente y, en consecuencia, la reducción de la producción en las áreas que están cosechadas. Por este motivo, el distrito de riego Río Colorado actualmente se encuentra organizado en una Asociación Civil.

Para el año de 1989, se inició el programa de transferencia del distrito de riego a los usuarios. Éstos son los responsables de operar, conservar y administrar la infraestructura hidráulica, por medio de cuotas por servicio de riego autosuficiente.

La propuesta por parte de la CNA es que los usuarios se organicen para formar una Asociación Civil por cada módulo. En tanto que la Comisión, se encarga de elaborar anexos técnicos de operación, conservación, administración y de capacitación para cada uno de éstos. En la administración de la Asociación Civil, se nombran delegados por sector, un representante y un suplente por cada 50 usuarios, estos forman la Asamblea de Representantes del módulo.

Las funciones de la Asamblea de Representantes es la de nombrar a los usuarios que forman el Consejo Directivo y el Consejo de Vigilancia de cada Asociación Civil, además de ser el enlace entre éstos y el resto de los usuarios (Figura 3.1).

FIGURA 3.1 ASOCIACIÓN CIVIL



Fuente: CNA (1997).

El proceso de distribución del agua en el distrito se dividió en dos etapas que son el manejo de la red menor y la red mayor. La primera consiste en dividir el distrito de riego en 23 módulos de riego con el mismo número de asociaciones de usuarios. La margen derecha comprende 18 módulos de riego ubicados en Baja California. La margen izquierda se dividió en 5 módulos, de los cuales 3 se encuentran en San Luis Río Colorado en Sonora y los dos restantes en Baja California.

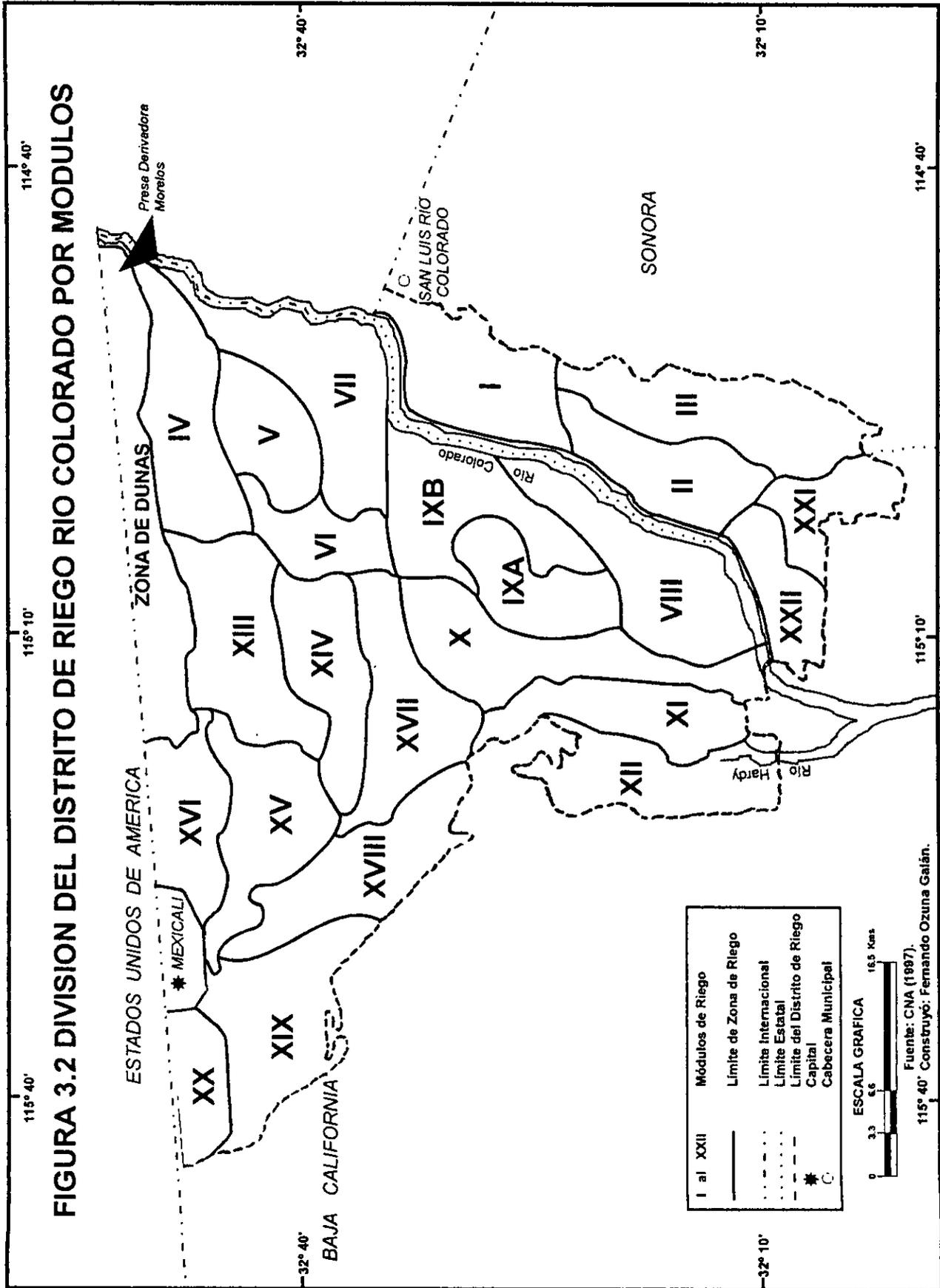
La segunda etapa consiste en la entrega de la red mayor; que tendrá a su cargo la operación, conservación y administración de la red de canales, drenes, pozos, plantas de bombeo y otros, a la Sociedad de Responsabilidad Limitada de Interés Público y C. V.

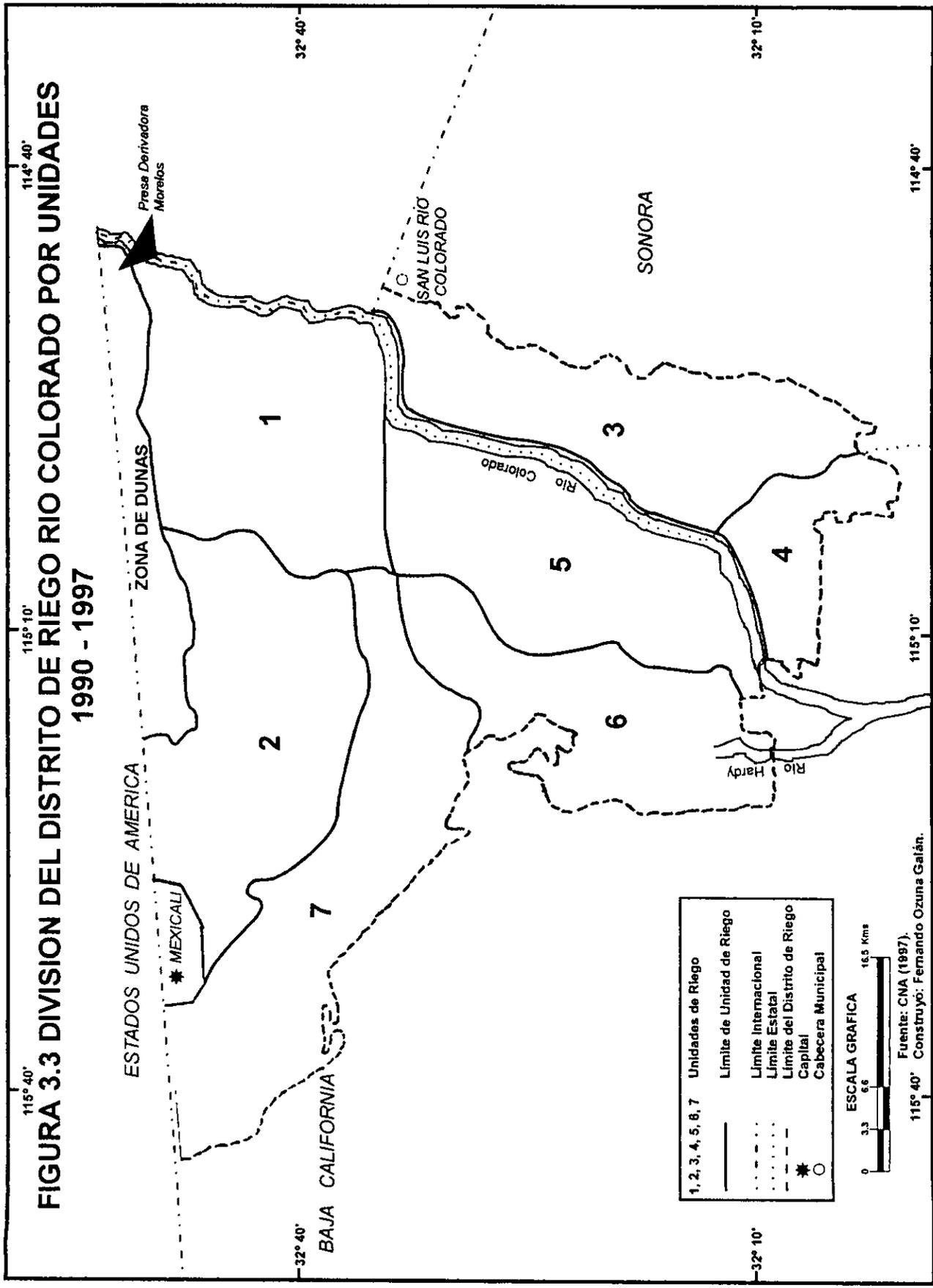
“Para 1990, se estableció la propuesta de la CNA conforme a la Asociación Civil. Ésta duró hasta 1997, con igual número de unidades, zonas de riego y módulos, en algunas ocasiones variaba el número de usuarios y la superficie cosechada de acuerdo a la temporada” (CNA, 1997: 23). Las Unidades y Módulos de Riego se encontraban con las siguientes características (Cuadro 3.1; Figura 3.2 y 3.3):

CUADRO 3.1: UNIDADES Y MÓDULOS DE RIEGO, DE 1990 A 1997.				
<i>Unidades</i>	<i>Módulos de Riego</i>	<i>Zonas de Riego</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Usuarios</i>
1ª	IV, V, VI y VII	1, 2 y 3	42,425.25	2,861
2ª	XIII, XIV, XV y XVI	4 y 5	33,121.24	2,155
3ª	I, II y III	6, 7 y 8	26,647.69	1,773
4ª	XXI y XXII	9	11,896.25	940
5ª	VIII, IXA y IXB	10 y 11	28,406.96	2,076
6ª	X, XI y XII	12, 13 y 14	32,524.00	2,166
7ª	XVII, XVIII, XIX y XX	15 y 16	32,944.05	2,723
<i>Total</i>	23	16	207,965.44	14,694

Fuente: CNA (1997).

FIGURA 3.2 DIVISION DEL DISTRITO DE RIEGO RIO COLORADO POR MODULOS





A partir de junio de 1998, ha cambiado la distribución de las unidades y módulos de riego, actualmente el distrito de riego Río Colorado se encuentra dividido en tres grandes unidades, que se distinguen a través de las características siguientes (Cuadro 3.2 ; Figura 3.4):

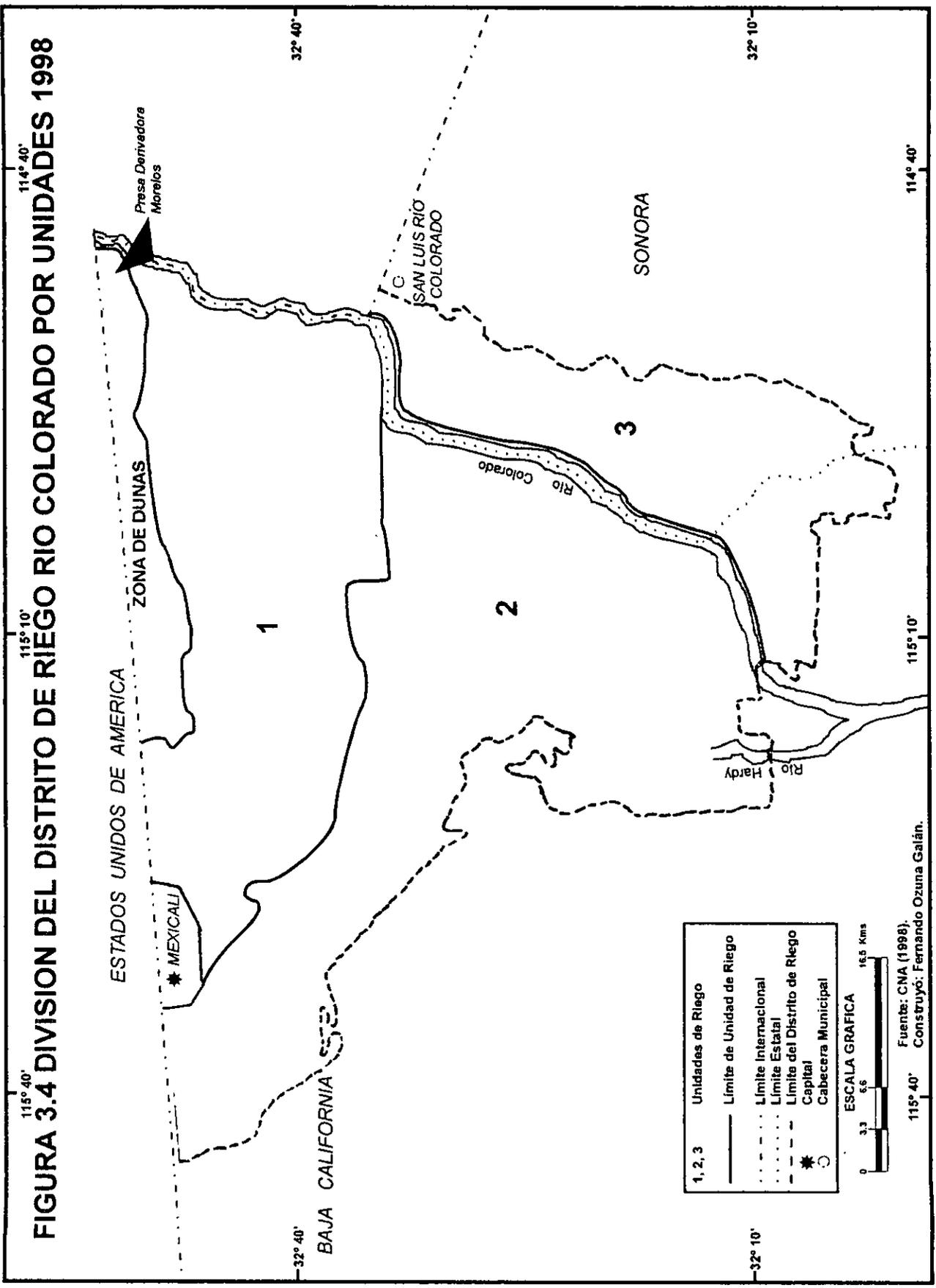
CUADRO 3.2 UNIDADES Y MÓDULOS DE RIEGO A PARTIR DE JUNIO DE 1998				
<i>Unidades</i>	<i>Módulos de Riego</i>	<i>Zonas de Riego</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Usuarios</i>
1 ^a	IV, V, VI, VII, XIII, XIV, XV y XVI	1, 2, 3, 4 y 5	56,395.00	4,208
2 ^a	VIII, IXA, IXB, X, XI, XII, XVII, XVIII, XIX y XX	10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16	92,699.00	7,130
3 ^a	I, II, III, XXI y XXII	6, 7, 8 y 9	32,973.00	2,469
Total	23	16	182,067.00	13,807

Fuente: Elaborado con la base de datos de: CNA (1997) y (1998).

3.2 Tenencia de la tierra

En el distrito de riego se presentan principalmente, tres tipos de tenencia de la tierra que son: los ejidatarios, los colonos y los pequeños propietarios (Cuadro 3.3).

FIGURA 3.4 DIVISION DEL DISTRITO DE RIEGO RIO COLORADO POR UNIDADES 1998



1, 2, 3	Unidades de Riego
—	Límite de Unidad de Riego
- - -	Límite Internacional
· · ·	Límite Estatal
- - -	Límite del Distrito de Riego
★	Capital
○	Cabecera Municipal



115° 40' 32° 40'

Fuente: CNA (1998).
 Construyó: Fernando Ozuna Galán.

CUADRO 3.3: TENENCIA DE LA TIERRA, 1997

<i>Tipo</i>	<i>No. de Usuarios</i>	<i>Superficie (hectáreas)</i>	<i>Porcentaje</i>
Ejidal	7,392	126,026	60.73
Colonos	2,189	14,302	6.89
Peq. Propiedad	5,051	67,178	32.38
Total	14,632	207,506	100.00

Fuente: Navarro (1998).

En la región, se presenta el mayor número de usuarios ejidatarios y, por lo mismo, la mayor superficie. Por el contrario, la menor superficie y usuarios la tienen los colonos.

Los módulos de riego se encuentran con la siguiente característica de tenencia de la tierra (Cuadro 3.4):

CUADRO 3.4: TENENCIA EN LOS MÓDULOS DE RIEGO, 1997

<i>Sector</i>	<i>Superficie en hectáreas</i>	<i>Usuarios</i>
Ejidal	121,538	8,563
Pequeña Propiedad	47,509	4,123
Colonos	13,019	1,109
<i>Total</i>	182,006	13,795

Fuente: Navarro (1998).

3.3 Producción agrícola

El desarrollo de los cultivos, en el bajo delta del río Colorado, se inició al construirse los primeros canales de riego. Las siembras comenzaron con forraje, que servía para complementar la alimentación del ganado ya establecido.

La superficie en explotación empezó a incrementarse intensamente hasta que, en 1905, se suscitó la inundación al irrumpir las aguas del río Colorado por el arroyo del Álamo. El desarrollo agrícola se suspendió para reanudarse en 1907, cuando se controló el flujo del agua.

La Colorado River Land, basada en los resultados obtenidos en el Valle Imperial promovió el cultivo del algodón en el Valle de Mexicali. La explotación agrícola se desarrolla en las áreas aledañas a la ciudad de Mexicali. Al sur, hasta la sierra de los Cucapáhs y al oeste, hasta el cerro Centinela, los suelos son más arcillosos y menos apropiados para el desarrollo del algodón.

La demanda de fibra creció con la primera guerra mundial en 1914 y, como consecuencia mejoró su precio. "La superficie sembrada de algodón se incrementó hasta alcanzar la cifra de 50,000 hectáreas en 1920, ya se contaba con plantas despepitadoras locales" (Sánchez, 1990: 235).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

La mayor parte de los trabajos en el campo se realizaban por medio de tracción animal, por este motivo, se generó una creciente demanda de forraje, principalmente la alfalfa. Para 1923 se cultivaron 5,018 hectáreas de forraje.

En el distrito de riego se sembraba algodón principalmente, sin embargo, empezaron a utilizarse otros cultivos alternativos como trigo y cebada. "En 1926 se reportaron las siguientes siembras; algodón 58,822 hectáreas, alfalfa 12,440 hectáreas, granos 5,980 hectáreas y otros cultivos 685 hectáreas" (Basich et. al, 1995: 93).

En 1929, se presentó la depresión económica en los Estados Unidos, y como la actividad productiva del valle dependía casi en su totalidad de ese país, el efecto local fue de la reducción de créditos y, consecutivamente, la disminución en la superficie de siembra.

La situación económica hizo crisis en 1932, sobre todo en el área algodonera, por lo que "...la superficie sembrada para producción de la fibra se redujo hasta 3,330 hectáreas. Las siembras de trigo habilitadas para el Banco Agrícola se sostuvieron aproximadamente en 5,753 hectáreas" (Idem).

Para 1939, las siembras del algodón aumentaron, debido a que se suscitó la Segunda Guerra Mundial en Europa, lo que mejoró los precios del algodón.

De 1940 a 1960, el algodón se convirtió en monocultivo. Al mismo tiempo se inició el uso de agroquímicos y la asistencia técnica, por lo que los rendimientos se incrementaron notoriamente.

Después de la segunda guerra mundial, al presentarse la baja del precio del algodón, se detectó una tendencia de los agricultores a diversificar sus cultivos. En 1963, se sembró por primera vez el ajo, en 1964 el espárrago, en 1965 el cártamo y así, sucesivamente, fueron incorporándose nuevos cultivos hasta lograr en los 90's más de sesenta cultivos considerados dentro de la cédula del distrito de riego.

Las hortalizas son las más numerosas y las que presentan mayores ventajas por la mano de obra que generan, las divisas que atraen y la cercanía del mercado de Estados Unidos. Con excepción del espárrago, tienen requerimientos de agua menores que la alfalfa y el algodón. La desventaja está en los precios y los altos costos de producción.

En los últimos 20 años, el cultivo de mayor superficie sembrada en el distrito de riego es el trigo. De la producción total, sólo una tercera parte se utiliza para cubrir las necesidades locales y se requiere movilizar hacia el interior de la república el resto de la cosecha. El recorrido a los centros de consumo nacionales abarca entre 2,000 y 3,000 km, de distancia, por esto el pago del acarreo lo margina el propio mercado mexicano.

En el distrito de riego la diversificación de la producción es importante, debido a que los cultivos deben de ser redituables y de fácil comercialización. Actualmente los principales cultivos que existen en el mismo aparecen en el cuadro 3.5.

CUADRO 3.5: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN 1995 A 1996		
<i>Cultivo</i>	<i>Superficie (hectáreas)</i>	<i>Miles de m³</i>
OTOÑO-INVIERNO		
Trigo	5,125	65,325
Cebada	21	174
Rye-grass	33	320
Cebollín	298	2,903
Varios	962	9,275
PERENNES		
Alfalfa	1,536	33,983
Espárrago	344	6,349
Vid	46	871
Frutales	41	726
PRIMAVERA-VERANO		
Algodón	8,063	134,273
Sorgo G.T.	10	125
Varios	79	791
TOTAL	16,558	255,117

Fuente: Navarro (1998).

En el Valle de Mexicali generalmente se siembran en la temporada primavera - verano: algodón, sorgo, maíz, ajonjolí, calabacita, cebollín, chile, melón, pepino, perejil, sandía y tomate; en otoño - invierno: cártamo, cebada, trigo, rye-grass, acelga, ajo, betabel, brócoli, cebolla, cebollín, coliflor, chícharo, ejote, espinaca, lechuga, nabo, perejil, rábano, pepino, repollo y zanahoria; y en los cultivos perennes: alfalfa, espárrago y vid.

La producción hortícola se ha desarrollado de acuerdo con el ganado de engorda que se basa en el rye-grass; en la lechera, en la alfalfa, la cervecera en Tecate por la cebada maltera, el trigo en la harinera, la aceitera con las semillas de algodón cártamo y ajonjolí, y la empacadora y enlatadora en las hortalizas.

La actividad agrícola brinda empleo a muchos trabajadores que no son usuarios de la tierra. El 90% de la cosecha de algodón se utiliza generalmente para consumo nacional al igual que el trigo. Además se generan importantes divisas, debido a que se exporta el 20% de la producción hortícola. El sector agrícola local sufre a menudo de crisis provocadas por las fluctuaciones del mercado internacional.

3.4 Principales problemas para el aprovechamiento del agua en el distrito de riego

3.4.1 Salinidad del agua y suelos

En 1961, aparece uno de los problemas más importantes en el Valle de Mexicali, la salinidad. El contenido de sales por el agua, era aproximadamente de 960 a 2,500 partes por millón, como consecuencia del programa de drenaje del subsuelo del Valle de Melton Mohawk en Estados Unidos.

Debido a lo anterior, el gobierno del presidente de México Licenciado Luis Echeverría Álvarez, determinó directamente la calidad del agua en la mesa de negociaciones, con el fin de alcanzar así la solución definitiva respecto a la salinidad que ya se presentaba en el distrito. Ésta debía cubrir perfectamente la omisión que existe en el Tratado de 1944, por no haber especificado la calidad del agua del río Colorado que se debe de entregar a México.

El gobierno del Presidente Echeverría logró por medio del Acta 241, aclarar que el agua del río Colorado que se le otorgue a México, debe tener una calidad que se le estime como aceptable y satisfactoria para nuestro país y con la plena garantía de que será respetada permanentemente.

Debido a la escasez del agua, la superficie que comprende el Padrón de Usuarios no se ha podido regar totalmente, por lo que fue necesario establecer que se autoriza un máximo de 18 hectáreas al año por usuario, esto es dos hectáreas menos de las que se tomaron como base para formar el Padrón. En estas condiciones, la superficie atendida era de 173,000 hectáreas, se regaba en una forma deficiente debido a las difíciles condiciones que se agravaban aún más por la salinidad del agua, de la que se tenían que utilizar volúmenes mayores a los normales, para poder lavar las sales depositadas en los suelos de la región.

Las aguas que se reciben de la Presa Morelos, no obstante que cumplen con el Acta 242 del Tratado Internacional, traen disueltas aguas de drenaje agrícola del Valle de Yuma que se incorporan aguas abajo del punto de monitoreo (Presa Imperial), y que en las épocas de baja demanda para riego agudizan el problema, dada su alta concentración salina.

El volumen anual que se recibe por el canal Sánchez Mejorada, tiene una salinidad promedio de 1,466 hasta 1,600 partes por millón. Proviene en su gran mayoría (80%), de las aguas de drenaje agrícola del Valle de Yuma (una pequeña proporción es de aguas de retorno agrícola y otra de pozos).

El agua que se tiene como parte de la asignación de México, no es recomendable que se use directamente para riego por la alta salinidad. Para utilizarla con fines

agrícolas, el promedio de 5.5 m³/segundo, que se reciben por esta fuente, se mezclan con 10 m³/segundo, provenientes de la Presa Morelos y que se envían a la margen izquierda a través del Sifón Sánchez Mejorada o con un gasto igual con aguas extraídas del acuífero de la Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado, Sonora; complementado con volúmenes de la citada presa, esto con el objeto de obtener una salinidad aceptable para los cultivos establecidos.

Durante la época de menor demanda el agua que se entrega a la margen izquierda por el Lindero Internacional Sur se obtiene una salinidad alrededor de 1,000 partes por millón, esto se debe a la mezcla del agua proveniente de la Presa Morelos y/o de los pozos de la Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado en Sonora. Por este motivo se tiende a desaprovecharse parte del volumen restante que resulta de la mezcla.

Los volúmenes que se reciben por el Canal Sánchez Mejorada representan, en promedio, el 44% de la demanda de la margen izquierda y son aguas altamente salinas y posiblemente con altos contaminantes, ya que se abastecen de los drenajes agrícolas del Valle de Yuma, y traen consigo también las aguas residuales del poblado de Somerton Arizona. Según la clasificación de Wilcox, están catalogadas por su salinidad total como C3 (tercera clase peligrosa por los daños que ocasiona a los cultivos establecidos).

Las aguas con alta concentración de sales que se reciben proveniente de estas fuentes, afectan los suelos y el desarrollo de los cultivos (se requiere además de un volumen mayor para la lixiviación de sales).

El estudio de suelos con problemas de salinidad del distrito, comprende una superficie total de 250,000 hectáreas, de las cuales se encuentran afectadas por acumulación de sales solubles en el perfil 110,660 hectáreas. De esta superficie, el mayor grado de afectación se presenta en un rango de 4 a 8 mmho/cm, en el cual se ve alterado el desarrollo de los cultivos sensibles (hortalizas, flores, etc.). La superficie con ese problema se encuentra distribuida en todo el valle, aunque con mayor intensidad en la zona sur y oeste del mismo.

En el cuadro siguiente, se presentan los diferentes rangos de afectación de suelos para el total de la superficie del distrito.

CUADRO 3.6: RANGOS DE AFECTACIÓN SALINA DE SUELOS PARA EL TOTAL DE LA SUPERFICIE DEL DISTRITO EN 1997						
Rango	0 a 4	4 a 8	8 a 12	12 a 20	> 20	Sup. Afectada
Sup. Total hectárea	139,340	66,865	22,755	12,565	8,475	110,660

Fuente: CNA (1998).

Con el objeto de solucionar ,en parte, esta problemática, se han realizado reuniones binacionales con la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), para proponer por parte de México lo siguiente:

1. El volumen que actualmente se entrega en el Lindero Sur (Canal Sánchez Mejorada) se debe recibir por el Lindero Norte (Presa Morelos) tal como lo especifica el Tratado de 1944.
2. La calidad de agua recibida en cuanto a concentración de sales y composición iónica en la Presa Morelos, sea similar a la de la Presa Imperial, para lo cual se tendrá que suspender las descargas de aguas de drenaje proveniente de la ciudad y del Valle de Yuma Arizona, así como del Valle de Gila, aguas abajo de la presa Imperial.
3. Las aguas actualmente entregadas en el Lindero Sur, sean descargadas al Canal Sánchez Taboada (Melton Mohawk).
4. En caso de no cumplirse los incisos 1 y 3, se pueden incrementar los volúmenes bombeados de la batería de pozos de la calle 242 del valle de Yuma Arizona; con la finalidad de mezclarlos con las aguas de drenaje que se descargan al Canal Sánchez Mejorada. Lo anterior, con el propósito de diluir la concentración salina no sin antes revisar previamente la composición iónica

para determinar las proporciones de la mezcla y disminuir los volúmenes de drenaje así como aceptar solo los retornos de los canales principales del este y oeste.

5. La CILA debe efectuar las consideraciones pertinentes en el tratado Internacional de febrero de 1944 y el Acta 242.

A) Los volúmenes de 1,677.5 Mm³ de la Presa Morelos que provengan de la Presa Imperial sean con una salinidad similar, con la tolerancia de partes por millón, que durante su recorrido por condiciones naturales no inducidas, debiera degradarse, en atención a los caudales solicitados. Y considerar también la composición iónica.

B) La entrega de agua a México, se proporcionará en apego a los gastos programados con variaciones de 5% en más o menos.

C) La modificación de la tabla anual, de tal forma que pueda ser entregada por año agrícola y no por año fiscal.

D) En apoyo al inciso 2 del Acta 242, los caudales que producen los bombeos o desagües de los drenes de la zona agrícola de Yuma, no sean descargados al río en forma directa, sino por un canal al Golfo de Santa Clara.

Por otro lado las aguas que se proporcionan en el Lindero Sur, deben estar libres de agua de drenaje, con una salinidad, calidad química y bacteriológica igual a las aguas que llegan a la Presa Imperial.

Las acciones realizadas por los Estados Unidos, fueron el construir una planta desaladora en Yuma Arizona, con el compromiso de mejorar la calidad del agua, pero no está en funcionamiento.

Los representantes norteamericanos reiteran que están cumpliendo con los acuerdos en cuanto a calidad del agua. La sección mexicana de la CILA, instaló el 7 de febrero de 1996 en la Presa Morelos y el Canal Sánchez Mejorada equipos de monitoreo de la calidad del agua (HIDROLAB), los cuales permiten medir cada 15 minutos la concentración de sales. No obstante lo anterior, los Estados Unidos no han aceptado como válidos los registros de esos equipos.

Las acciones por realizar, como medida interna por parte de los Estados Unidos, consisten en analizar la disminución de los bombeos del drenaje agrícola del Valle de Yuma, y seleccionar los pozos de menor índice de salinidad. Sin embargo, las reclamaciones por parte de México se deberían de tomar más en cuenta, ya que se podrían evitar problemas como los que surgieron anteriormente, por el incumplimiento de lo que se estipula en los Tratados Internacionales.

3.4.2 Plagas agrícolas

La explotación agrícola en el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado se incrementó poco a poco y se hizo latente la diversificación de cultivos, como la alfalfa, sorgo, algodón y otros. Sin embargo, en la primera mitad del siglo XX, se encontraban plagas autóctonas como: chinches, gusanos perforadores de la hoja del algodón, gusanos belloteros, gusano soldado, falso medidor, la mosquita rosa y la araña roja.

De todos los cultivos del distrito de riego el más susceptible a las plagas es el algodón. En la época en que aún no se generalizaba el uso de insecticidas orgánicos, existían años en que se desarrollaban diversas plagas, en especial el gusano perforador de la hoja del algodón. En esa temporada, se aplicaban productos con contenido de arsénico, con el fin de combatir a los insectos masticadores.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial, se generalizó el uso de insecticidas organoclorados, como el DDT, el BHC y el Endrín. Estos plaguicidas eran aplicados generalmente por avión en forma de polvo, el problema que existía era que podían ser arrastrados por el viento, por este motivo se retardaba la aplicación de éstos y los insectos provocaban daños a los cultivos.

Para 1954, aparecieron los agroquímicos que pertenecen al grupo de los fosforados llamado Paratión. Por su alta toxicidad, tienen la capacidad insecticida elevada, sobre todo en el gusano perforador de hojas del algodón. Este insecticida se utiliza en forma líquida, por esta característica evita ser arrastrado por el viento y evitar que los animales y el hombre la respiren.

En 1965, apareció el gusano rosado, el aspecto más importante es que se detectó que provenía del estado de Arizona. Para 1966, se encontró ya en los cultivos del algodón en México. La Secretaría de Agricultura y Ganadería junto con el gobierno del estado de Baja California, organizaron la campaña contra el gusano rosado.

“La Secretaría de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección de Sanidad Vegetal, estableció el servicio de revisión de plagas obligatoria, pagado por los agricultores, y se les exigió una partida especial de dinero para la adquisición de insecticidas” (Walther, op. cit.: 177).

Los costos de producción aumentaron debido a la llegada del gusano rosado a la región, ya que los insumos que se utilizaban en el combate de las plagas. En la actualidad, el número de aplicaciones varía de 4 a 6 por temporada.

Otra plaga que se presentó en la región fue el picudo del algodonnero, sin embargo, se estableció un programa contra este insecto por medio del trampeo a base de

atrayente sexual, en el que participaron los gobiernos de México y Estados Unidos. En 1991, se declaró erradicado el picudo del algodón en los valles de Mexicali, San Luis Río Colorado, Imperial y Yuma. A partir de esta fecha, se tiene un mínimo de 1500 trampas para poder monitorear permanentemente esta plaga.

También se encuentra la mosquita blanca, que ocasiona un problema doble: uno que la plaga succiona la savia de la planta y contamina con algunos virus, y otro es que produce un excremento dulce en el que se pueden desarrollar hongos, estos generan una coloración negra que ocasiona la reducción de la calidad en el algodón. La proliferación de esta plaga fue tan severa que se veían incluso nubes de este insecto, molestaba a los ojos y a la respiración. Éste se convirtió en un subtipo de plaga y llegó a afectar a cultivos como el melón, repollo, brócoli, coliflor, alfalfa, algodón, lechuga, tomate y berenjena. Por este motivo, el promedio de producción del distrito, en los últimos diez años era de 4.8 y llegó a 2.2 pacas por hectárea para 1992 y 1993.

La política de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos es que se ha desarrollado un plan de control, en el cual se combinan acciones preventivas, fechas de siembra, control biológico y, en casos especiales, la aplicación de agroquímicos. Este hecho, es relevante debido a la ayuda que se obtiene para la producción de los cultivos.

CONCLUSIONES

1. Las características físicas del distrito de riego, derivadas de la localización geográfica tales como: relieve, clima, hidrología, suelo, vegetación y fauna, determinan que la zona de estudio se encuentra en un área desértica. Por este motivo, el agua existente es de vital importancia para el desarrollo de la región.
2. El aspecto histórico es importante debido a que se observa un proceso en el que se ha consolidado lo que es actualmente el distrito de riego Río Colorado. En función en que las acciones que han surgido, como el Tratado Internacional de Agua, los acuerdos posteriores a este, las concesiones que se le dieron a los norteamericanos y el establecimiento de las asociaciones en México han contribuido a la planeación, conservación y distribución del agua en la región.
3. La población es uno de los factores relevantes para que el distrito de riego se desenvuelva. Ésta va a ser la que trabaje la tierra, transforme los productos que se obtienen de ella, a su vez la que comercializará con estos y los utilizará en las necesidades vitales que tenga. Por este motivo, la población que radica en las dos localidades principales como Mexicali y San Luis Río Colorado y zonas aledañas, contribuyen en el desarrollo de la región.

4. La infraestructura del distrito de riego Río Colorado es esencial para poder distribuir el recurso agua, especialmente para la actividad agrícola. Sin embargo, actualmente las obras no cuentan con excelentes condiciones para poder utilizarlas, aún cuando algunas estén rehabilitadas. Incluso las autoridades, reconocen que hace falta más obras de infraestructura para cubrir con las necesidades de la población, no sólo en la ciudad de Mexicali y San Luis Río Colorado, sino también en otros poblados como La Rumorosa, Tecate y la ciudad de Tijuana, que se abastecen por medio del acueducto Río Colorado - Tijuana.

5. El distrito de riego utiliza el *uso consuntivo* para determinar la cantidad de agua que necesita la planta para desarrollarse y a su vez evita desaprovechar este recurso. Este es de vital interés en la zona de estudio, porque sirve para controlar el agua que necesitan los terrenos de acuerdo a determinadas plantas y también permiten la elaboración de las tablas de control que se le entrega a Estados Unidos, como parte del tratado de aguas internacionales.

6. El conocimiento del uso consuntivo debe ser premisa indispensable para el estudio de las nuevas zonas de riego, que puedan ser abastecidas por obras en proyecto de otros distritos. Este sirve para basar los calendarios y coeficientes de riego y, por tanto, fijar la extensión de la zona regable, con el volumen de agua que las obras puedan proporcionar.

7. El distrito de riego está organizado en una Asociación Civil. Esta permite a la población integrarse a las diversas actividades que se realizan en el mismo, con el fin de distribuir, conservar y aprovechar el agua, que necesita en sus cosechas. Lo anterior, contribuye a que por medio de esta organización, se planea la distribución del recurso y la agricultura sea la beneficiaria de este elemento.

8. El rendimiento en los cultivos está programado por diversos tipos de plantaciones, ya sea por periodos intermitentes de tiempo, así como permanentes. Este aspecto ha permitido que sea constante la productividad de los suelos en el distrito de riego. La mayoría de los cultivos son de autoconsumo y de comercio nacional, y el resto son hortícolas para comercio internacional.

9. En el distrito de riego, se presentan problemas para su óptimo desenvolvimiento. Uno de estos se refiere a la salinidad, fenómeno que ha tratado de solucionar por medio de acuerdos, los cuales no se cumplen, aún cuando se tienen pruebas con respecto a la salinidad. En la zona de estudio se ha utilizado el agua de los pozos, con el fin de disolver de alguna manera las sales que traen consigo y poder regar los terrenos, esto ha provocado a su vez la elevación de la extracción y la disminución en los niveles freáticos del lugar.

10. Otro problema importante de considerar son las plagas, que tantas dificultades han ocasionado a los agricultores, quienes se han visto en la necesidad de aumentar los insumos para conservar el producto que cosechan y a su vez afecta al costo del producto para el comercio.

11. En el distrito de riego se distribuye el agua en forma equitativa generalmente para la agricultura, por lo que con respecto a la hipótesis planteada esta se cumple con las expectativas del desarrollo agrícola, y que proporciona impulso a las actividades económicas en la zona.

12. El crecimiento acelerado en las poblaciones cercanas a la zona de estudio como La Rumorosa, Tecate y la ciudad de Tijuana, demandan el recurso agua. El distrito abastece a las necesidades en estas regiones, por medio del Acueducto Río Colorado - Tijuana. Sin embargo, en un futuro no muy lejano las ciudades antes mencionadas demandarán aún más este recurso, además se encuentra la ciudad de Ensenada y se esta construyendo un conducto Tijuana - Ensenada. Debido a lo anterior tendrá que disminuir las superficies que se laboran para poder cubrir con la demanda en el futuro, al igual que la productividad, el consumo y la mano de obra que requiere la región.

BIBLIOGRAFIA

- Anguiano, M. (1984) Estructura agraria y migración en el Valle de Mexicali. Instituto de Investigaciones Sociales. Universidad Autónoma de Baja California. Ciencias Sociales Serie 2, Cuaderno no. 5. Mexicali. 23 p.
- Araujo, S. (1975) *El distrito de riego número 14 del Río Colorado*. Baja California. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Tomo CXX, México, pp. 35 - 52.
- Basich, A., Aguilera, S. y García, A. (1995) Estudio previo de colonización del Valle de Mexicali, territorio norte de Baja California. Secretaría de Agricultura y Fomento. México, 153 p.
- Bassols, A. (1972) El noroeste de México: un estudio Geográfico - económico. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM, México. 630 p.
- (1991) Recursos naturales de México, teoría, conocimiento y uso. Nuestro Tiempo, S. A. México, 370 p.
- Bennasini, O. (1974) *Los recursos hidráulicos de México y su aprovechamiento racional*. El escenario Geográfico: introducción ecológica. SEP-INAH. México. pp. 178-272.
- Coll, A. (1990) *Recursos naturales para las actividades agropecuarias y forestales en México*. Alternativas para el campo mexicano. FONTAMARA - UNAM. Tomo II. México. pp. 15-29.
- CNA (1990) Características de los distritos de riego año agrícola 1990. Comisión Nacional del Agua. Tomo I. México. pp. 1-27.
- (1997) Características generales del distrito de riego 014 Río Colorado. Comisión Nacional del Agua, Subgerencia de Operación Distrito de Riego No. 14 Río Colorado. Mexicali, Baja California. 10 p.
- (1998) Mapa del distrito de riego 014 Río Colorado. Comisión Nacional del Agua. Mexicali, Baja California. 5 p.
- Dowd, M. (1956) *The first 40 years, Imperial Irrigation District*. El Centro, California, EUA. 8 p.

- Ducrocq, M. (1990) Guías de agricultura y ganadería. Sistemas de irrigación. CEAC. Barcelona, España. pp. 1-116.
- Espinosa, V. (1964) Los distritos de riego. Continental. México. 623 p.
- EUI (1978) Enciclopedia universal ilustrada. Espasa - Calpe. Vol. XI, XVIII y LVI. Madrid, España.
- Fuentes, J. (1992) Técnicas de riego. IRYDA Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. pp. 0-352.
- García, M. (1982) México: temas, problemas y alternativas. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 92-109.
- Herrera, P. (1976) Colonización del Valle de Mexicali. Capítulos. I, III y IV. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C., 115 p.
- Instituto de Cultura de Baja California (1989) Diccionario enciclopédico de Baja California. Compañía Editora de Enciclopedias de México. México, pp. 4-430.
- INEGI (1950a) VII Censo general de población y vivienda Baja California. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 44 p.
- (1950b) VII Censo general de población y vivienda Sonora. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 171 p.
- (1960a) VIII Censo general de población y vivienda Baja California. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 120 p.
- (1960b) VIII Censo general de población y vivienda Sonora. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 585 p.
- (1970a) IX Censo general de población y vivienda Aguascalientes - Guerrero. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. pp. 27-41.
- (1970b) IX Censo general de población y vivienda Sonora. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 447 p.

- (1980a) X Censo general de población y vivienda Baja California. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Tomo I y II. 50 y 60 p.
- (1980b) X Censo general de población y vivienda Sonora. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Tomo I y II 351 y 173 p.
- (1990a) XI Censo general de población y vivienda Baja California. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 160 p.
- (1990b) XI Censo general de población y vivienda Sonora. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 580 p.
- (1991a) XI Censo general de población y vivienda Baja California. Resultados definitivos datos por localidad. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- (1991b) XI Censo general de población y vivienda Sonora. Resultados definitivos datos por localidad. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- (1995a) Estudio hidrológico del estado de Baja California. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, 180 p.
- (1995b) Resultados definitivos tabulados básicos Baja California. Censo de Población y Vivienda. 241 p.
- (1995c) Resultados definitivos tabulados básicos Sonora. Censo de Población y Vivienda. 575 p.
- (1996a) Cuaderno municipal de Mexicali estado de Baja California. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, 147 p.
- (1996b) Cuaderno municipal de San Luis Río Colorado estado de Sonora. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, 113 p.
- (1997a) Anuario estadístico del estado de Baja California. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, 346 p.

- Johnson, E. (1986) Diccionario de Geografía humana. Publicación Cultural. España. Pp. 6-330.
- Loma, J. (1951) *Métodos indirectos para determinar el uso consuntivo del agua y las plantas cultivadas*. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Tomo LXXII. México. pp. 9-42.
- Mathes, M. (1988) Baja California textos de su historia (2 tomos). Instituto Dr. José María Luis Mora. México, 971 p.
- Navarro, J. (1998) Impacto del revestimiento del canal Todo Americano en el distrito de riego 014 Río Colorado Baja California y Sonora. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali. 123 p.
- Palacios, E. y A. Exebio (1989) Introducción a la teoría de la operación de distritos de riego. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México. 483 p.
- Paredes, E. (1985) Agua, recurso natural más importante para el estado de Baja California. Mexicali, Baja California. 22 p.
- Pierson, D. (1988) The Colorado River Land Company and Mexican Agrarian Reform in Baja California, 1902 - 1944, Universidad de California Irvine, California. pp. 70-98.
- Robles, C. (1997) Características generales del distrito de riego número 14 Río Colorado. Comisión Nacional del Agua de Baja California. México, 50 p.
- Sánchez, O. (1990) Crónica agrícola del Valle de Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California. 274 p.
- SARH (1972) Resumen del estudio geohidrológico del Valle de Mexicali Baja California y Mesa Arenosa de San Luis Sonora. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- (1976) Obras de rehabilitación del distrito de riego no. 14 Río Colorado Baja California y Sonora. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Mexicali, Baja California. 50p.
- SCT (1994) Baja California Mapa turístico de comunicaciones y transportes. Escala 1:500,000. Planeta. México.

- SPP (1981) Carta edafológica Tijuana. Escala 1:1'000,000. Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- (1984) Síntesis Geográfica de Baja California. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. pp. 3-81.
- Tamayo, J. (1946) Datos para la hidrología de la República Mexicana. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Vol. 2 México, pp. 209 - 215.
- Unikel, L. (1979) El desarrollo urbano en México: diagnóstico e implicaciones futuras. El Colegio de México. México, 476 p.
- Vaux, P- (1992) *Manejo de los embalses del Río Colorado*. Ingeniería hidráulica. Comisión Nacional del Agua. Vol. VII números 2/3 II época mayo - diciembre. Pp. 122 - 131.
- Walther, A. (1996) El Valle de Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, 222 p.
- Wetzel, (1975) *Los Lagos. Su disposición, orígenes y formas*. Limnología. Omega. Barcelona España, pp.1 - 31.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA