



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

---

**FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA**

**PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN  
CIENCIAS AMBIENTALES**

**HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA  
CUENCA DEL RÍO VALLES, HUASTECA, MÉXICO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**PRESENTA:**

**GERMÁN SANTACRUZ DE LEÓN**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. MIGUEL AGUILAR ROBLEDO**

**COMITÉ TUTELAR:**

**DRA. GUADALUPE MENDOZA GALINDO**

**DRA. ANUSCHKA VAN'T HOOFT**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTADES DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN  
CIENCIAS AMBIENTALES

HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA  
CUENCA DEL RÍO VALLES, HUASTECA, MÉXICO.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

**GERMÁN SANTACRUZ DE LEÓN**

DIRECTOR DE TESIS:  
**DR. MIGUEL AGUILAR ROBLEDO**

SINODALES:

PRESIDENTE:

DR. MIGUEL AGUILAR ROBLEDO

SECRETARIO:

DRA. GUADALUPE MENDOZA GALINDO

VOCAL:

DRA. ANUSCHKA VAN'T HOOFT

DR. JAVIER FORTANELLI MARTÍNEZ

DR. FRANCISCO PEÑA DE PAZ

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

JULIO DE 2007

**PROYECTO REALIZADO EN:**

**LA COORDINACIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES QUE PARTICIPA EN EL  
PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES DE LA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

**CON FINANCIAMIENTO DE:**

**FONDO MIXTO DE FOMENTO A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (CONACYT-  
GOBIERNO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ) BAJO EL PROYECTO “FACTORES  
SOCIOCULTURALES CRÍTICOS EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN SAN LUIS POTOSÍ”, FMSLP-2002-  
C01-4836.**

**“EL TERRITORIO Y SUS CONSTRUCCIONES: MIRADAS CRUZADAS MÉXICO-FRANCIA”  
FINANCIADO POR ECOS-NORD-ANUIES-CONACYT**

**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)  
BECA-TESIS (CONVENIO NO. 118414)**

**EL DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES ESTÁ INCLUIDO EN EL PADRÓN  
NACIONAL DE POSGRADOS DEL CONACYT.**

## AGRADECIMIENTOS

AL PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ.

AL COLEGIO DE SAN LUIS, A. C. INSTITUCIÓN QUE ME BRINDO LAS FACILIDADES PARA LA REALIZACIÓN DE MIS ESTUDIOS DE DOCTORADO.

AL DR. MIGUEL AGUILAR-ROBLEDO QUIEN ACEPTO SER EL DIRECTOR DE MI TESIS DOCTORAL. AGRADEZCO TODO SU APOYO Y CONFIANZA DURANTE MIS ESTUDIOS DOCTORALES.

A LAS DRAS. GUADALUPE GALINDO MENDOZA Y ANUSCHKA VAN 'T HOOFT, QUE FUERON PARTE DE MI COMITÉ TUTELAR.

AL DR. JAVIER FORTANELLI MARTÍNEZ, POR SUS OBSERVACIONES Y COMENTARIOS.

AL DR. FRANCISCO PEÑA DE PAZ, QUIEN AMABLEMENTE ACEPTO SER LECTOR EXTERNO DE LA TESIS DOCTORAL.

A TODOS MIS MAESTROS DEL PROGRAMA MULTISDISCIPLINARIO DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES DE LA UASLP

A LA ING. MARIA ISABEL REYNA, POR SU APOYO TÉCNICO.

A LOS ESTUDIANTES FRANCESES VICENT CRISTIA Y COME MOLIN, POR SU APOYO EN LA REALIZACIÓN DE ENCUESTAS Y TRABAJO DE CAMPO.

## DEDICATORIA

A MI ESPOSA: ANGELES MARTÍNEZ TOLEDO Y MIS HIJOS: TADEO Y MARINA, POR TODO SU APOYO Y COMPRENSIÓN, POR SER MOTIVO DE VIDA Y SUPERACIÓN DIARIA, POR LAS HORAS ROBADAS...

A MIS PADRES, JOVITA Y EUGENIO, POR SER LA LUZ DE TODOS LOS DÍAS Y EL SILENCIO NECESARIO.

A MIS HERMANOS: CANDE, LUPITA, PATY, EUGENIO, JORDAN Y ALBERTO, POR SU APOYO. EN ESPECIAL A MI HERMANO EUGENIO, QUIEN HA MOSTRADO BUENA PARTE DEL CAMINO Y CON QUIEN COMPARTO SIMILARES INQUIETUDES ACADÉMICAS.

A MIS SOBRINOS, GRANDES Y PEQUEÑOS, POR SER MOTIVO DE SUPERACIÓN.

A MIS COLEGAS DEL PROGRAMA AGUA Y SOCIEDAD DE EL COLEGIO DE SAN LUIS, A.C.: CLAUDIA CIRELLI, LIDYA TORRE, FRANCISCO PEÑA Y AGUSTIN AVILA. CON QUIENES HE COMPARTIDO MOMENTOS DE DISCUSIÓN ACADÉMICA MUY GRATIFICANTES

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II. ELEMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES PARA EL ABORDAJE DE LA GESTIÓN DEL AGUA.</b> .....	<b>40</b>
2.1. ¿Crisis del Agua?.....	40
2.2. La Gestión Ambiental como mecanismo de solución a los problemas ambientales. ....	48
2.3. La Gestión del agua: enfoques y características .....	56
2.3.1. La gestión hídrica en Francia: la evolución de los enfoques.....	64
2.3.2. La Gestión de recursos hídricos en México: un proceso largo y de corto alcance .....	70
2.4. La cuenca hidrológica como espacio físico para la gestión del agua.....	78
2.4.1. Los sistemas hídricos como sistemas complejos: el caso de la cuenca hidrográfica .....	87
<b>CAPÍTULO III. ESTUDIO DE CASO: CONDICIONES BIOFÍSICAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALLES.</b> .....	<b>100</b>
3.1. Las condiciones biofísicas .....	100
3.1.1.- Características de la cuenca hidrográfica del Río Valles.....	100
3.1.2.- Características climáticas de la cuenca del Río Valles.....	108
3.1.2.- Características edafológicas de la cuenca .....	115
3.1.3.- Vegetación y uso de suelo en la cuenca .....	120
3.2. Las condiciones socioeconómicas en la cuenca del Río Valles.....	126
<b>CAPÍTULO IV. DISPONIBILIDAD Y USO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO VALLES.</b> .....	<b>133</b>
4.1. Disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles: variación espacial y temporal .....	145
4.2. Usos del agua: el papel de la tecnología y el mercado.....	162
4.2.1. Usos actuales del agua y su efecto en la disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles.....	170
4.3. Variación espacial y temporal de los caudales ecológicos y disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles .....	183
4.4.- Disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles: variación espacial y temporal.....	197
4.4.1. Disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles en 1970.....	199
4.4.2. Disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles, en 2000.....	203

4.5. Calidad del agua y disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles en condiciones actuales .....	207
4.6. Inversión pública y acceso al agua potable en la cuenca del Río Valles .....	216

**CAPÍTULO V. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD Y USO DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO VALLES. .... 229**

5.1.- Problemas ambientales potenciales en la cuenca del Río Valles.....	235
5.1.1. Las actividades agrícolas y los problemas ambientales actuales en la cuenca del Río Valles ..	236
5.1.2. Servicios públicos y problemas ambientales actuales en la cuenca del Río Valles .....	242
5.1.3. Los problemas ambientales reales, la percepción rural- urbano en la cuenca del Río Valles...	246
5.1.3.1. La percepción de la problemática ambiental en algunas localidades rurales de la cuenca del Río Valles .....	253
5.1.3.1.1. La percepción en torno a la disponibilidad hídrica .....	253
5.1.3.1.2. La percepción en localidades rurales en torno a la problemática ambiental en la cuenca del Río Valles.....	274
5.1.3.2.- Los problemas ambientales asociados a la disponibilidad y uso del agua en la cuenca del Río Valles: la percepción de actores sociales en el ámbito urbano .....	277
5.1.4. Discusión de las percepciones en torno a la disponibilidad hídrica y a la problemática ambiental en la cuenca del Río Valles.....	288

**CAPÍTULO VI. LA GESTIÓN HÍDRICA ¿OFICIAL O PARTICIPATIVA?: EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO VALLES..... 295**

6.1. Conflictos sociales por el uso del agua en la cuenca del Río Valles: un breve recuento histórico	295
6.2. La gestión del agua en la cuenca del Río Valles: ¿autonomía o control del Estado? .....	304

**CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 335**

**FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA ..... 349**

LISTA DE TABLAS .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	iii
LISTA DE GRÁFICAS .....	iv
LISTA DE FOTOS .....	v

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Climas de la cuenca del Río Valles con base en el sistema de W. Köppen modificado por E. García (2004) .....	111
Tabla 2. Área superficial (km <sup>2</sup> ) de los tipos de suelos en la cuenca del Río Valles.....	116
Tabla 3. Tasa de cambio (% y km <sup>2</sup> ) en la vegetación y uso de suelo en la cuenca del Río Valles, 1976 y 2000.....	121
Tabla 4. Tasa de cambio (km <sup>2</sup> ) en la vegetación y uso de suelo en las subcuencas del Río Valles, 1976 y 2000.....	125
Tabla 5. Población total, número de viviendas y tipo de servicios en las localidades de las subcuencas del Río Valles, año 2000 .....	128
Tabla 6. Disponibilidad hídrica teórica per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año) en las subcuencas del Río Valles, años 1970, 2000 y 2030.....	146
Tabla 7. Volumen teórico disponible (Mm <sup>3</sup> /año) en condiciones actuales para las Subcuencas del Río Valles.....	155
Tabla 8. Aprovechamientos hidráulicos en la cuenca del Río Valles, 1912-1945.....	171
Tabla 9. Disponibilidad hídrica teórica per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año) en las subcuencas del Río Valles considerando los aprovechamientos hidráulicos actuales .....	182
Tabla 10. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Micos, 1961-1975. Subcuenca "Río El Salto". Método de Tennant.....	185
Tabla 11. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Micos, 1976-2000. Subcuenca "Río El Salto". Método de Tennant.....	186
Tabla 12. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Santa Rosa, 1961-1975. Subcuenca "Río Valles". Método de Tennant .....	189
Tabla 13. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Santa Rosa, 1975-2000. Subcuenca "Río Valles". Método de Tennant .....	190
Tabla 14. Disponibilidad hídrica teórica per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año) en las subcuencas del Río Valles considerando los caudales ecológicos, año 2000.....	197
Tabla 15. Problemas ambientales identificados por actores sociales de la Cuenca del Río Valles, 2006.....	278

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Elementos teóricos y conceptuales para la gestión integral de recursos hídricos en la cuenca del Río Valles. La cuenca hidrográfica como sistema.....	98
Figura 2. Ubicación geográfica de la cuenca del Río Valles.....	101

Figura 3. Hidrografía, topografía, municipios y principales localidades de la cuenca del Río Valles. .....	107
Figura 4. Estaciones climatológicas, hidrométricas y de monitoreo de la calidad del agua en la cuenca del Río Valles .....	110
Figura 5. Condiciones orográficas en la Huasteca.....	113
Figura 6. Tipo de suelo en la cuenca del Río Valles .....	117
Figura 7. Vegetación y uso de suelo en la cuenca del Río Valles, 1970 .....	122
Figura 8. Vegetación y uso de suelo en la cuenca del Río Valles, 2000 .....	123
Figura 9. Localidades existentes en el 2000 en las subcuencas del Río Valles .....	127
Figura 10. Aprovechamientos hidráulicos superficiales actuales en las subcuencas del Río Valles .....	173
Figura 11. Localidades que en 1970 no contaban con agua entubada en la cuenca del Río Valles .....	202
Figura 12. Localidades sin agua entubada en las subcuencas del Río Valles, año 2000 .....	206
Figura 13. Localidades con más de 10 viviendas que no cuentan con drenaje, subcuencas del Río Valles, año 2000.....	244
Figura 14. Localidades seleccionadas para la aplicación de la encuesta en la cuenca del Río Valles .....	254

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Número de fenómenos hidrometeorológicos extremos en la cuenca del Río Pánuco, 1950- 1997.....	114
Gráfica 2a. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la Cuenca del Río Valles .....	149
Gráfica 2b. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca "Río El Salto".	150
Gráfica 2c. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca "Río Los Gatos" .....	151
Gráfica 2d. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca "Río Mesillas"	152
Gráfica 2e. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca "Río Valles" ...	153
Gráfica 3a. Comportamiento espacial de la disponibilidad hídrica teórica en las subcuencas del Río Valles. Método de Turc .....	157
Gráfica 3b. Comportamiento espacial de la disponibilidad hídrica teórica en las subcuencas del Río Valles. Método NOM-011-CNA-2000 .....	158
Gráfica 4. Comportamiento temporal de la superficie cosechada (ha) en los ingenios azucareros localizados en la cuenca del Río Valles .....	180
Gráfica 5. Caudal medio natural versus caudales ecológicos, estación Micos, período 1960-1975. Subcuenca "Río El Salto" .....	187

Gráfica 6. Caudal medio natural versus caudales ecológicos, estación Micos, período 1976-2000. Subcuenca "Río El Salto" .....	187
Gráfica 7. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Micos, período 1960-1975. Subcuenca "Río El Salto" .....	188
Gráfica 8. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Micos, período 1976-2000. Subcuenca "Río El Salto" .....	189
Gráfica 9. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1960-1975. Subcuenca "Río Valles" .....	191
Gráfica 10. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1976-2000. Subcuenca "Río Valles" .....	192
Gráfica 11. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1960-1975. Subcuenca "Río Valles" .....	193
Gráfica 12. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1975-2000. Subcuenca "Río Valles" .....	193
Gráfica 13. Análisis bacteriológico del agua del Río Valles, Subcuenca "Río El Salto" .....	209
Gráfica 14. Comportamiento de la dureza total (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca "Río El Salto" .....	210
Gráfica 15. Comportamiento de los sólidos disueltos totales (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca "Río El Salto" .....	210
Gráfica 16. Análisis bacteriológico del agua del Río Valles, Subcuenca "Río Valles" .....	212
Gráfica 17. Comportamiento de la dureza total (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca "Río Valles" .....	214
Gráfica 18. Comportamiento de los sólidos disueltos totales (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca "Río Valles" .....	214
Gráfica 19. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en El Gritadero, zona baja de la cuenca del Río Valles.....	256
Gráfica 20. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en Tanzacalte, cuenca media del Río Valles, 2006 .....	259
Gráfica 21. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en Gustavo Garmendia, año 2006 .....	265
Gráfica 22. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en El Veladero, 2006.....	266
Gráfica 23. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en La Mutua, cuenca alta del Río Valles, 2006 .....	269
Gráfica 24. Nivel de escolaridad de los encuestados en la cuenca del Río Valles, 2006 .....	290

## LISTA DE FOTOS

Foto 1. Cultivo de caña de azúcar, Ejido La Mutua, parte alta de la cuenca del Río Valles.....	236
Foto 2. Cultivo de caña de azúcar, Ejido El Gritadero, parte baja de la cuenca del Río Valles .....	237

Foto 3. Obra de excedencias, Presa "La Lajilla", subcuenca "Río Mesillas" .....	239
Foto 4. Tiradero a cielo abierto de la zona urbana de Ciudad Valles, parte baja de la cuenca del Río Valles.....	246
Foto 5. Obra de captación y extracción de agua subterránea, El Gritadero, Ciudad Valles.....	257
Foto 6. Vista del vaso de almacenamiento de la presa La Lajilla, municipio de Ciudad Valles .....	260
Foto 7. Caseta de bombeo en la presa La Lajilla, municipio de Ciudad Valles.....	261
Foto 8. Cauce del Río Mesillas próximo a la localidad Tanzacalte, municipio de Ciudad Valles .....	262
Foto 9. Tinacos en el solar del Comisariado Ejidal de Gustavo Garmendia, municipio de Ciudad Valles.....	263
Foto 10. Obra de captación para el suministro de agua en El Veladero.....	267
Foto 11. Lavado de autos en la parte baja de la cuenca del Río Valles .....	285
Foto 12. Lo que queda de la cascada "El Salto", cuenca alta del Río Valles, 2006.....	320
Foto 13. Canal de conducción de la hidroeléctrica "Camilo Arriaga", Municipio El Naranjo, 2006 ..	321

## INTRODUCCIÓN

La gestión hídrica puede ser encarada desde varias perspectivas, las cuales se pueden englobar de manera general y para fines analíticos en dos enfoques: el primero es un *enfoque extractivo*, de corte jurídico-ingenieril, que es el más aplicado en la práctica y el causante de numerosos problemas y conflictos en torno al uso del agua; el segundo enfoque, denominado aquí *enfoque integral*, del cual existen algunos pocos ejemplos en varios países, y que se encuentra, por ahora, más en el ámbito de la discusión teórica-científica. Sin embargo, no se puede establecer una línea divisoria precisa entre ambos enfoques, de modo que ambos enfoques existen elementos de uno y otro.

El enfoque de gestión de agua más destructivo es el meramente extractivo que considera al recurso como un producto a ser extraído sin tener en cuenta el impacto de la extracción. En este enfoque las decisiones se toman en un marco político. Las consideraciones técnicas pueden pasar a un segundo plano y generalmente no se consideran algunos factores económicos o sociales. El enfoque extractivo tiene como una de sus premisas la doctrina “primero en tiempo, primero en derecho”.

El enfoque extractivo se fundamenta ampliamente en el establecimiento de regulaciones jurídicas, las cuales, la mayoría de las veces, son muy generales y no responden a la especificidad que demanda la gestión del agua. Durante gran parte del siglo XX, las políticas hídricas de diversos países se basaron en el enfoque extractivo, sin tener en cuenta mayormente las consecuencias ambientales de las obras e

intervenciones. El resultado fue la degradación de muchos sistemas naturales. Desde la década de 1970, debido a la crisis ambiental que se desencadenó, los proyectos hidráulicos comenzaron a incorporar estudios de impacto ambiental y un cambio gradual de énfasis en los enfoques. En los hechos, esto no ha sido suficiente ya que la degradación hídrica continúa.

El enfoque extractivo privilegia la privatización de los servicios públicos asociados al uso del agua. En ese sentido, en la gestión del agua bajo ese enfoque siempre está rondando la pregunta de que si el agua es una mercancía. Así, en el Foro Mundial del Agua, celebrado en La Haya en 2000 y en el de la Ciudad de México en 2006, se enfrentaron dos visiones (o enfoques): una que tenía que ver con la privatización de la gestión (administración) del agua, lo que, según quienes defendían esta posición, permitiría financiar los sistemas de distribución y saneamiento en los países pobres; la otra visión es que el acceso al agua es un derecho fundamental del ser humano. De modo que el enfoque extractivo privilegia los llamados mercados del agua –como otra forma de privatizar el agua, sobre todo, mediante la venta libre de concesiones de agua.

El enfoque extractivo se practica en numerosos países de América Latina. Así se puede ver que en Chile predominan los llamados mercados del agua; en Argentina no se tiene una ley de agua, y las provincias son las que otorgan las concesiones de agua; en Bolivia se ha promulgado el agua como un derecho público; en Nicaragua se está discutiendo, desde hace algunos años, la ley de agua, que privilegia el enfoque extractivo. Desde la década de los 90 del siglo XX en México se ha estado impulsando por las agencias gubernamentales la introducción de los mercados del agua. El enfoque

extractivo ha sido privilegiado por las agencias internacionales de préstamo (BM, FMI, BID).

Por otro lado, en un proceso que aún está en marcha, se desea pasar de un enfoque sectorial, centralista, poco participativo, con instituciones relativamente débiles en varios aspectos, a un enfoque multisectorial, integral, participativo, democrático y descentralizado, teniendo como espacio de acción a las cuencas hidrográficas. Así, bajo el enfoque integral se considera que es necesario armonizar los intereses y la dinámica de las poblaciones con las condiciones y dinámica propia del entorno donde éstas habitan, en particular, con relación a las cuencas y el ciclo hidrológico. Esto implica un esfuerzo para articular las ciencias sociales con las ciencias naturales, toda vez que la falta de tal articulación es una causa de ingobernabilidad en materia de gestión del agua. Este enfoque pretende instrumentar el desarrollo sustentable, la participación, los enfoques interdisciplinarios, la inclusión del género y la población local, entre otros.

En tal sentido, las percepciones de los diferentes agentes y de la comunidad en general van a ser esenciales para la gestión y uso del agua, e incluso para la estabilidad socio-política y territorial. Por lo tanto, se observa un gran número de factores de carácter cualitativo que van a influir en la planificación, implementación y gestión hídrica, más allá de las consideraciones hidrológicas o económicas. Entonces, cuando menos en el ámbito teórico, la gestión de recursos hídricos ha pasado de ser dominio exclusivo de la hidrología o la ingeniería para incluir disciplinas como la sociología, la antropología, la economía, la geografía, la ciencia política, la historia y otras.

Así, el *enfoque integral*, hoy todavía en el ámbito teórico-académico, se presenta como respuesta al enfoque extractivo, sobre todo a la incursión del sector privado en la gestión del agua. Este enfoque privilegia la gestión descentralizada y la efectiva participación comunitaria, siempre viendo al agua como un recurso de uso común y que puede manejarse –gestionarse- colectivamente.

Bajo el enfoque integral se considera que un completo entendimiento y una adecuada gestión hídrica deben tener en consideración aspectos económicos, políticos, culturales y sociales, así como las instituciones, los conflictos y los intereses de los distintos actores. Aunque los aspectos cuantitativos del ciclo del agua también son de consideración, no son las únicas. De manera que este enfoque sostiene que para hacer gestión del agua se requiere saber manejar la oferta de este recurso de manera sostenible en el tiempo, a fin de entender los requerimientos en términos de cantidad, calidad y distribución espacial, y considerar todos los elementos de índole natural y social que están presentes en el proceso; es decir, es necesario conocer la disponibilidad y uso de los recursos hídricos.

El análisis de la disponibilidad y uso de los recursos hídricos, así como de la problemática ambiental asociada a los mismos -cuyo conocimiento es un elemento esencial para la gestión integral de recursos hídricos- ha sido desarrollada en México, e incluso en diversos países, más bajo una escala espacial de grandes dimensiones desde el nivel país hasta las llamadas regiones hidrológicas y macrocuencas. Estos estudios establecen valores numéricos que indican la disponibilidad hídrica per capita considerando grandes recortes espaciales no homogéneos hidrológicamente.

Generalmente con ella establecen o esgrimen dos argumentos: por un lado, se dice que el agua disponible se está reduciendo, más aún, se añade que el agua está escaseando; por otro lado, como se verá en este texto, se establecen políticas en torno a la privatización del servicio de agua entubada, sobre todo en el ámbito urbano.

El valor de la disponibilidad hídrica a nivel país o de grandes cuencas no permite ver las particularidades de cada cuenca y más aún de cada subcuenca. Por otro lado, en su determinación no se considera la calidad del agua; en tal sentido, en esta investigación se considera que la disponibilidad hídrica está conformada por la calidad y cantidad del recurso. Así, aquí fue considerada la cuenca hidrográfica, que está definida por el llamado parteaguas como el espacio físico. Más aún, el análisis se llevó a cabo al nivel de subcuenca, considerando la hidrografía que generan los arroyos tributarios y que, en términos hidrológicos, presentan la mayor homogeneidad.

El objeto de estudio de este trabajo es la cuenca del Río Valles en la Huasteca. La cuenca del Río Valles tiene una extensión de 3178.71 km<sup>2</sup>, presenta climas subhúmedos con lluvias en verano de humedad media y alta y climas semicálidos subhúmedos con lluvias en verano. Todavía presenta, sobre todo en las cadenas montañosas, superficies importantes de selva y bosque, las cuales se desarrollan sobre un sustrato constituido por suelos denominados litosoles. La cuenca, considerando la hidrografía, se ha dividido en cuatro subcuencas y es a tal nivel como se realiza el análisis de las variables biofísicas y socioeconómicas que inciden en la disponibilidad hídrica. En el 2000 la cuenca tenía 36,960 viviendas y contaba con 154,778 habitantes; una de las localidades que constituye el principal centro urbano concentraba el 80% de

los habitantes de la cuenca. En la misma se han desarrollado aprovechamientos hidráulicos para la generación de hidroelectricidad, para riego agrícola, para usos agroindustriales y para usos urbanos.

El uso de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles ha sido causa de conflictos sociales desde las primeras décadas del siglo XX, cuando menos así se puede apreciar en diversos expedientes que se encuentran en el Archivo Histórico del Agua a cargo del Centro de Investigaciones y Estudios Antropológicos (CIESAS) y de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Por otro lado, tal uso ha causado, en menor o mayor escala, diversos impactos ambientales adversos en los recursos naturales de la cuenca.

Considerando que, bajo diversas perspectivas, el enfoque integral privilegia la concurrencia de diversos campos de la ciencia, el abordaje del estudio de caso de esta investigación se realizó con una mirada multidisciplinaria, buscando establecer “puentes” entre los aspectos abordados por las ciencias sociales y los que corresponden a las ciencias naturales. En tal sentido, en esta investigación se plantea, siempre considerando como marco de referencia a la cuenca hidrográfica, como objetivo general: 1) identificar y analizar los elementos que pueden incidir en la gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles. Como objetivos particulares se tienen: 1) identificar y analizar los usos del agua en la cuenca del Río Valles; 2) estimar y analizar la disponibilidad hídrica teórica y efectiva en la cuenca del Río Valles; 3) identificar y analizar la problemática ambiental –potencial y manifiesta- actual asociada a la disponibilidad y uso del agua en la cuenca del Río Valles; 4) analizar las acciones, sociales y/o gubernamentales, para resolver la problemática

ambiental detectada en la cuenca en estudio; 5) identificar las formas de gestión de los recursos hídricos en la cuenca y concluir si está en condiciones de ser considerada como autónoma; 6) proponer acciones para solucionar la problemática ambiental asociada al uso del agua, tanto en el ámbito rural como en el ámbito urbano. La consecución de los objetivos anteriores permitirá, primero, identificar los elementos esenciales para la Gestión Integral de Recursos Hídricos en la cuenca del Río Valles y; segundo, cuantificarlos cuantitativa y cualitativamente.

De acuerdo con lo anterior la pregunta central de la investigación es ¿en qué medida se está presentando la gestión integral de recursos hídricos en la cuenca del Río Valles y, con ello, cuáles son elementos que deben ser considerados para que aquélla se lleve a cabo? Como preguntas secundarias se plantean: ¿cuáles son los principales usos del agua en la cuenca del Río Valles? ¿Cómo han afectado estos usos a la disponibilidad hídrica en la cuenca? ¿Cuál es la variación espacio-temporal de la disponibilidad hídrica en la cuenca? ¿Qué problemática ambiental ha provocado el uso de los recursos hídricos? ¿Cuáles son las acciones realizadas por la sociedad para revertir la problemática ambiental en la cuenca? ¿De qué tipo son las formas de gestión del agua en la cuenca? ¿Qué tipos de acciones se deben implementar para solucionar la problemática ambiental en la cuenca?

Las hipótesis que se plantean son: 1) La gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles es incipiente, por lo que se requiere identificar los elementos –de carácter biofísico y socioeconómico- que puedan apuntar, en el largo plazo, a su consecución; 2) la disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles es, en

términos de cantidad, suficiente para satisfacer las necesidades hídricas de sus habitantes; 3) a pesar de la alta disponibilidad hídrica teórica en la cuenca existen localidades, sobre todo rurales, que carecen de infraestructura hidráulica para el suministro de agua entubada, y que es la escasez de inversión pública, y no la de recursos hídricos, lo que está provocando la carencia de este servicio; 4) La percepción ambiental de los habitantes de la cuenca está condicionada por su nivel socioeconómico y de escolaridad, de modo que se pueden identificar dos percepciones: la urbana y la rural; 5) la gestión del agua y, con ello, la gestión de los problemas ambientales en la cuenca, por un lado, se limita a dos subcuencas y, por otro lado, la *participación social* está *controlada* por el Estado.

En función de lo expuesto, en el *Capítulo I* se definen los métodos empleados para cubrir los objetivos, preguntas de investigación e hipótesis planteados en esta investigación. La estrategia metodológica se divide en cuatro partes: una que considera el trabajo de gabinete, por ejemplo el análisis estadístico de las variables climatológicas y la estimación de la disponibilidad hídrica per cápita; la segunda que considera el trabajo de campo, por ejemplo la aplicación de la encuesta en las localidades seleccionadas para tal fin, las entrevistas a líderes de opinión, etc.; la tercera que abarca el trabajo de archivo, fundamentalmente la revisión de expedientes en el Archivo Histórico del Agua de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y del Centro de Investigaciones y Estudios Antropológicos (CIESAS) y la cuarta parte que comprendió una estancia de investigación en diversas agencias del agua en Francia, la cual duró 45 días, cuya finalidad, no expresada en los objetivos de la investigación, fue conocer la gestión del agua en ese país y tenerla como referencia para el estudio de caso.

En el *Capítulo II. Elementos teóricos y conceptuales para el abordaje de la Gestión del Agua* revisa y analiza el concepto de crisis de agua. Se revisa cual es el estado actual de la llamada crisis del agua en el planeta. Con base en esto se analiza el papel de la gestión ambiental como mecanismo de solución a la problemática ambiental existente y se analizan algunos de los enfoques que se le ha dado a la gestión hídrica, como caso particular de la primera, para solucionar la problemática asociada a la disponibilidad y uso de los recursos hídricos. De acuerdo con lo anterior, se analiza la evolución de los enfoques de gestión del agua en el planeta y en México. Por otra parte, se establecen las bases teóricas y conceptuales para el análisis de la cuenca hidrográfica como un sistema complejo.

El tercer capítulo, intitulado *Las condiciones biofísicas y socioeconómicas de la cuenca del Río Valles*, recoge las características biofísicas de la cuenca y las condiciones socioeconómicas de la población que vive al interior de la cuenca. El cuarto capítulo denominado *Disponibilidad y uso de recursos hídricos en la cuenca del Río Valles*, comprende los resultados de la aplicación de tres métodos para estimar la variación espacio-temporal de la disponibilidad hídrica teórica y la disponibilidad hídrica efectiva, esto para cada una de las cuatro subcuencas en las que fue dividida la cuenca del Río Valles. Por otro lado, para la estimación de la disponibilidad hídrica se consideran los llamados caudales ecológicos. En otra sección del capítulo se hace un recuento de los usos del agua en la cuenca, bajo un enfoque histórico, y se pone de relieve el papel que ha jugado la tecnología y el mercado en dichos usos. También se analizan las implicaciones de estos usos y de la calidad del agua en la disponibilidad hídrica efectiva.

En este mismo capítulo, se analiza la inversión pública en los municipios comprendidos por la cuenca en materia de agua potable. Lo anterior sirve para mostrar que el asunto de disponibilidad del agua no está científicamente explicado. Del mismo modo se analiza la inversión pública para la dotación del servicio y la proporción de ésta con respecto a la inversión para asuntos de defensa o de partidos políticos. Por otro lado, se analiza la disponibilidad y uso de agua en el planeta, en México y en la zona de estudio y se establecen conceptos como disponibilidad hídrica teórica y disponibilidad hídrica efectiva. Además, se analiza el papel de la tecnología en las modificaciones en la disponibilidad y uso de los recursos hídricos. Finalmente, se revisan los métodos que han sido empleados en diversas investigaciones en el planeta para estimar valores de disponibilidad hídrica.

El quinto capítulo, denominado *Los problemas ambientales –potenciales y reales- asociados a la disponibilidad y uso del agua en la cuenca del Río Valles*, presenta la percepción que tienen diferentes actores de la cuenca en torno a la problemática ambiental asociada a la disponibilidad y uso del agua. Este capítulo se divide en dos partes. En la primera se recoge la percepción de cinco de las localidades rurales y en la segunda la que tienen actores sociales que se mueven mayormente en el ámbito urbano. Por otro lado, a modo de introducción al capítulo, se busca responder, con base en una amplia revisión bibliográfica, a la pregunta de qué es un problema ambiental. Se analizan algunas teorías y conceptos que permiten abordar y formular respuestas a esa pregunta. En tal sentido, en esta investigación se definen los conceptos de problemas ambientales reales y potenciales, con base en esto se considera que los problemas ambientales pasan por un proceso de construcción social.

El sexto capítulo aborda las acciones y estrategias que han desarrollado diversos actores sociales que tienen alguna relación con la gestión del agua en la cuenca del Río Valles y con la problemática ambiental en la misma. Para ello, se analiza el papel de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y del comité de cuenca del Río Valles. Se concluye que la CNA se manifiesta, cuando menos en el papel, por una gestión participativa, pero que en la práctica su actuación en este caso ha impedido ese tipo de gestión. Por otro lado, se concluye que las acciones están encaminadas, bajo una visión urbanocéntrica, a resolver la problemática de la ciudad y que la que existe en las pequeñas localidades no es atendida.

De acuerdo con lo anterior, en el séptimo y último capítulo de este texto, se desarrollan las conclusiones y, a partir de éstas, las recomendaciones que pueden permitir revertir la citada problemática ambiental. En tal sentido, se establece que se deben realizar acciones paralelas tanto en la zona rural como en la zona urbana y que, más aún, se deben destinar los recursos económicos públicos para resolver tal problemática para alcanzar las metas de Gestión Integral de Recursos Hídricos. De manera general, se puede mencionar que la investigación permite concluir que la disponibilidad hídrica en la cuenca sería suficiente para satisfacer las necesidades hídricas de sus habitantes; sin embargo, se concluye que existe un alto número de localidades, sobre todo rurales, que carecen del servicio de agua entubada y que esta carencia tiene su origen más en la escasez de inversión pública. Por otro lado, se concluye que la problemática ambiental que enfrentan los habitantes de la cuenca es de consideración y que la percepción, urbana y rural, de la misma está limitada por sus condiciones socioeconómicas y de escolaridad.

Del mismo modo, se concluye que la gestión del agua y, con ello, la participación está *controlada* por el Estado.

## **CAPÍTULO I. LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

Esta investigación tiene como estrategia metodológica el abordaje del estudio de caso con una mirada multidisciplinaria. En tal sentido, podrá verse que se emplearon diferentes métodos que corresponden a diversas disciplinas. A continuación se describen y se discuten tales métodos y su interrelación, junto con la forma en que fueron diseñados y empleados en este estudio.

### ***Trabajo de gabinete***

Se realizó una amplia revisión bibliográfica en donde se aborda el tema de la gestión integral de recursos hídricos y de la que se desprenden los enfoques mediante los cuales se impulsa la gestión del agua; con ello, se buscó definir los elementos íntimamente relacionados con los recursos hídricos que pueden apuntar hacia una gestión integral de tales recursos. De igual forma se revisaron estadísticas, censos y documentos que permitieron, por ejemplo, la identificación de los diferentes usos y usuarios del agua en la cuenca, con ello se logró establecer la evolución del uso y demanda de los recursos hídricos.

En esta investigación se determinó que el espacio físico para el estudio de caso lo constituía la cuenca hidrográfica del Río Valles. Así, este espacio fue el considerado para el análisis de las condiciones socioeconómicas y biofísicas. Las características hidrográficas de la cuenca, como son el área superficial, la altura máxima, los

principales arroyos tributarios, etc. se determinaron a partir del mapa base desarrollado con apoyo del Sistema de Información Geográfica realizado en esta investigación; estas características se corroboraron con las asentadas en documentos generados principalmente por las agencias gubernamentales. El mapa base de la cuenca del Río Valles se desarrolló a partir de la creación del SIG, el cual se alimentó con información del INEGI, de la CNA e información generada en esta investigación. El SIG se desarrolló empleando el software ArcView 3.2.

Un SIG se define como un sistema de cómputo que sirve para la adquisición, almacenamiento, operación, gestión y visualización de datos geográficos (Bosque, et al. 1994; Ordoñez y Martínez, 2003). Éste se ha usado para el análisis ambiental (Ciminari, et al. 2003); para la modelación de inundaciones (Etxeberria, et al. 2002); la gestión del agua y la modelación de cuencas en Inglaterra (Knox y Weatherfield, 1999); para establecer propuestas de gestión ambiental a nivel de cuencas (Figuroa y Pichizaca, s/f), comprende una gran diversidad de usos.

Por otro lado, el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es cada vez más frecuente en la modelación hidrológica en los últimos años (Bocco, 2004; Mendoza, et al. 2002). Para los expertos en hidrología, un SIG está constituido por equipos y programas informáticos destinados al desarrollo, procesamiento, almacenamiento y recuperación de datos espacialmente distribuidos (Morad y Triviño, 2001). Según Monrad y Treviño (2001), del SIG destacan sus funciones de introducción y análisis espacial. Las aplicaciones de los SIG en hidrología incluyen evaluaciones e inventarios

hidrológicos, determinación de parámetros hidrológicos y construcción de modelos hidrológicos sencillos e integrados (Maidment, 1996).

Por ejemplo, los SIG se han empleado para conocer las características y uso del suelo en la cuenca Akkar del Río el Kabir en la frontera de Siria y Libano (Khawlie, et al. 2005). Khawlie y colaboradores indican que los SIG's contribuyen al mejor manejo ambiental de las cuencas. Los SIG se han combinado con modelos hidrológicos distribuidos (variación espacial), como el de la curva número (CN), para conocer los cambios en el uso del suelo y los cambios en la esorrentía en la cuenca Kathmandu, en Nepal (Narayan, 2003). Los SIG's se han aplicado en México para la modelación hidrológica en diversas regiones. Por ejemplo, se han usado en la caracterización de la hidrología superficial en la franja costera de Baja California (García e Hinojosa, 2001); en la cuenca del Río Conchos (Carreón, et al. 2001); y para planear la rehabilitación de microcuencas en la cuenca del Río Ahuehuetzingo, Morelos (Gómez, A. 1999).

Así, a partir del mapa base (escala 1:250,000) se dividió la cuenca en cuatro subcuencas, división que se realizó considerando el sistema de drenaje superficial. A su vez, en estas cuatro subcuencas se consideraron tres porciones: la parte alta o de cabecera, la parte media o de captación y la parte baja o de acumulación.

Por otro lado, las condiciones socioeconómicas se revelaron a partir del análisis de la información socioeconómica que ha generado el INEGI en sus últimos cuatro censos de población y vivienda. El análisis socioeconómico se realizó, en primera instancia, a nivel

de cuenca. Posteriormente se realizó a nivel de subcuenca, lo que permitió compararlas.

Las condiciones biofísicas que fueron considerados y analizados son el agua, la vegetación, el suelo y el clima. Los últimos tres se analizaron buscando las incidencias que tuvieran en la disponibilidad y uso de los recursos hídricos, y, con ello, en la gestión del agua en la cuenca estudiada.

Para conocer las condiciones de la vegetación y el uso del suelo en la cuenca del Río Valles, así como las modificaciones que éstas han sufrido en los últimos 30 años, se recurrió a la información generada por el INEGI a escala 1:250,000 y que está en formato vectorial; la información fue proporcionada por la Dirección en Manejo Integrado de Cuencas Hídricas del Instituto Nacional de Ecología (INE) y corresponde al año 1976 y al año 2000.

Con esta información, y con apoyo del ArcView 3.2, se determinó, para cada subcuenca, cuáles fueron las modificaciones en la cubierta vegetal y se estimó la tasa de cambio en km<sup>2</sup> durante el período 1976-2000. Por otro lado, se consultaron diferentes documentos en los que se estudió la vegetación de la zona en la que se ubica la cuenca y, de manera tangencial, se analizó el papel de las políticas públicas en la reducción o incremento de uno u otro tipo de vegetación.

Las condiciones edáficas de la cuenca se analizaron a partir de la información generada por el INEGI en escala 1:250,000 disponible en formato vectorial proporcionada por el

INE. El análisis se realizó a nivel de subcuenca. Con información asentada en diversos documentos especializados se definieron las características de los diferentes tipos de suelo y se pusieron de relieve las características que permiten el desarrollo de la agricultura. Por otra parte, se revisaron diversos documentos que hacen referencia a los suelos de la zona en la que está enclavada la cuenca. A partir del SIG se determinó la superficie en km<sup>2</sup> que le corresponde a cada tipo de suelo.

Para conocer las condiciones climáticas de la cuenca se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- 1) En el SIG de la cuenca se georeferenciaron 31 estaciones climatológicas, de las cuales 15 se encuentran fuera de la cuenca pero próximas al parteaguas de la misma. La localización geográfica de éstas, así como la información de precipitación pluvial y temperatura registrada en ellas, se extrajo de la base de datos Extractor Rápido de Información Climática (ERIC) I del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). El período de medición en estas estaciones es variable, algunas cuentan con registros desde 1945.
- 2) Se consideraron dos períodos, uno que comprendió de 1950 a 1975 y el otro de 1976 al 2000. Para ambos períodos se determinó el tipo de clima presente en cada estación usando para ello el método desarrollado por García (2004). El clima encontrado se comparó con el calculado para algunas estaciones por García (2004).

- 3) Se realizó el análisis de las condiciones climáticas de la cuenca considerando la división por subcuenca, esto se hizo con la finalidad de observar la variación espacial y temporal del clima en la cuenca.

Por otro lado, es necesario realizar evaluaciones de disponibilidad de recursos hídricos al nivel de cuencas o subcuencas; ya que los recursos hídricos a la escala de cuenca no sólo son resultado de las condiciones climáticas y geomorfológicas (Zalewski, 2002). Así, se puede plantear la necesidad de contar con una evaluación regional (al nivel de cuenca) de recursos hídricos para evitar el sesgo de las cifras globales en la gestión hídrica local. Además, se considera que en las estimaciones de la cantidad de agua en el planeta, se pueden presentar errores de entre 10 a 15 %, o más, lo que se debe a que el agua está en continuo movimiento (Guerrero, 2003).

Un asunto relevante es que cualquier modelo de evaluación de recursos hídricos requiere de información meteorológica y de escorrentía fluvial, que es observada y medida en estaciones termopluviométricas e hidrométricas; sin embargo, existe un abandono de las mismas, el cual es un problema internacional generalizado que limita la obtención de datos confiables (Mendoza, et al. 2002). De aquí que la conjunción de variables socioeconómicas e hidrográficas con información sobre el uso del agua permite crear dos cifras fundamentales: la tasa de extracción/uso de agua y el suministro de agua disponible (ONU, 2003). Esto debe realizarse considerando variaciones espaciales y temporales.

La OMM-UNESCO (1998) indica que una evaluación de la cantidad y calidad del agua disponible es un *prerrequisito para el desarrollo y administración del recurso hídrico*, ya sea para el propósito de suministrar agua a la población, la agricultura, la industria o la producción de energía. La gestión de los recursos hídricos está íntimamente unida con la capacidad para evaluar adecuadamente estos recursos. La evaluación de los recursos hídricos, incluida la identificación de posibles fuentes de agua dulce, consiste en determinar ininterrumpidamente las fuentes, la cantidad, la fiabilidad y la calidad de los recursos del agua y de las actividades humanas que afectan a ese recurso. Esa evaluación es la base práctica para su ordenación sostenible y condición previa para evaluar las posibilidades de aprovecharlos.

El objetivo global de velar por la evaluación y el pronóstico de la cantidad y calidad de los recursos hídricos con el fin de estimar su volumen total disponible y las posibilidades de abastecimiento futuro es determinar las condiciones actuales de calidad, prever posibles desequilibrios entre la oferta y la demanda y proporcionar una base de datos científica para un uso racional de dichos recursos. Otro aspecto que es importante considerar para conocer la disponibilidad de agua de calidad para consumo humano y, en su caso, para uso en riego agrícola, es el problema de contaminación del agua superficial. Por ello, es necesario identificar, conocer, analizar y estudiar adecuadamente las fuentes puntuales y difusas que pueden estar incidiendo en la contaminación de los recursos hídricos de la cuenca y que afectan la disponibilidad de agua para los diferentes usos. La evaluación de los recursos hídricos generalmente no considera los aspectos de calidad del agua.

Existen diferentes métodos para la evaluación de los recursos hídricos y para la determinación de la disponibilidad de agua. Éstos, generalmente, no consideran la calidad del agua que se encuentra en la cuenca; los métodos se aplican a nivel de grandes cuencas y subcuencas. Estos métodos consideran que las fases hidrológicas son sistemas abiertos que fluctúan con las variaciones de la naturaleza y con las actividades antrópicas; por eso, la importancia de involucrar aspectos cualitativos y cuantitativos (Matalas, 1997).

Los métodos se clasifican en modelos estocásticos y determinísticos, que se pueden, a su vez, dividir en tres grandes grupos: empíricos, conceptuales y teóricos (Oropeza, 1999; Ruíz, 1999). Los empíricos se usaron en los comienzos de la hidrología debido a la falta de herramientas informáticas; son fórmulas de fácil manejo que ofrecen un cuadro global del comportamiento hídrico de la cuenca, como las de Coutagne, de Turc, de Keller, etc. (Ruíz, 1999; Schreiber, 1978). Los conceptuales son modelos que simulan el comportamiento hidrológico de una cuenca mediante ecuaciones de balance hídrico y de transferencia entre diversos comportamientos (Mendoza, et al. 2002), por ejemplo, el de Thorthwaite, el Stanford IV, el de Palmer, el de Sacramento, el de Temez (Crawford, 1966; Palmer, 1965; Thorthwaite, 1955; Temez, 1977, citados por Ruíz, 1999).

Existen modelos como el llamado FOREST-BGC, que usa el índice de área foliar para conocer el intercambio de masa y energía; este modelo fue usado en la cuenca Murray-Darling en Australia (Pierce, et al. 1993). Hay modelos, como el llamado "WaterGAP2", que permiten calcular el uso y disponibilidad de agua al nivel de la cuenca hidrográfica

(Alcamo, et al. 2003). Por otro lado, se han desarrollado modelos para los países escandinavos, como el Ecomag, que es un modelo distribuido que se aplicó en Noruega y Suecia (Gottschalk, et al. 2001).

Sin embargo, se siguen utilizando modelos como el de Pitman, desarrollado en 1973 y modificado en 1995, que se usan para determinar la escorrentía en cuencas con poca información y utiliza como entradas la precipitación pluvial y la evapotranspiración potencial, ambas con sus valores medios mensuales (Wilk y Hughes, 2002a). Este modelo fue calibrado en una cuenca tropical en el sureste de la India (Wilky Hughes, 2002b). El modelo de Thorntwaite y Mather, desarrollado en 1955, fue usado en la realización de un balance hídrico en la cuenca Nana Kosi de la India (Singh y Prasad, 2004) y se sigue usando con el apoyo de los Sistemas de Información Geográfica.

Por último los modelos teóricos se han desarrollado recientemente y su uso se ha centrado en estudios experimentales en cuencas pequeñas en las que se tiene suficiente información fisiográfica, meteorológica e hidrométrica (Ruíz, 1999). Estos modelos se basan en la resolución de las ecuaciones diferenciales de flujo y conservación de masa de los procesos del ciclo hidrológico; uno de los más empleados en Europa es el Sistema Hidrológico Europeo (Abbot, et al. 1987).

En la hidrología, existe consenso de que son los modelos distribuidos, esto es, los que consideran la variabilidad espacial de los parámetros y de los datos, los que juegan un papel importante en las modelaciones hidrológicas (Mendoza, et al. 2002).

En México, se han aplicado modelos de simulación hidrológica como el SWAT (Soil and Water Assessment Tool), a nivel de cuencas. Esto se ha realizado, por ejemplo, en la cuenca “El Tejocote”, localizada en Atlacomulco, Estado de México, con la finalidad de comparar los valores simulados y observados de la producción de agua, sedimentos, gastos medios y biomasa durante un período de cinco años de observación; el SWAT es un modelo determinístico de simulación continua y de eventos diarios (Torres, et al. 2000). Jiménez (1996) indica que los métodos de administración de agua en los países desarrollados requieren una gran cantidad de información y emplean complejos modelos matemáticos. Además, los resultados obtenidos para una misma cuenca “grande” son contradictorios según sea el modelo o el investigador que realiza el estudio (Adame y Estrada, 2003). Por lo expuesto antes, lejos de emplear un modelo de simulación aquí se utiliza una combinación de los métodos descritos antes para estimar la disponibilidad de agua en la cuenca del Río Valles, considerando aspectos biofísicos, de calidad del agua y sociopolíticos. Como se ve, pocos son los balances hídricos o, para decirlo de manera más elegante, las evaluaciones de recursos hídricos que consideran la calidad del agua, además de la tecnología y el mercado.

Así, para evaluar y analizar la disponibilidad hídrica en la cuenca se procedió de la manera siguiente:

*a. Disponibilidad hídrica teórica.*

- 1) Se analizó estadísticamente la precipitación pluvial, la temperatura y la evaporación observada en cada una de las 31 estaciones climatológicas. El

análisis se realizó en una hoja Excel, obteniéndose valores medios anuales para el período 1950-1975 y para el período 1976-2000.

- 2) Con los valores medios anuales de precipitación pluvial, temperatura y evaporación se creó una base de datos, la cual fue cargada en el SIG de la cuenca. Con esta información y con el apoyo del ArcView 3.2 se generaron las isoyetas, isotermas e isolíneas de evaporación para cada período estudiado.
- 3) Tomando como base el tipo de cubierta vegetal se definió para cada uno de ellos el valor de precipitación pluvial y temperatura que lo intersectaba. Con los valores de precipitación pluvial media anual y de temperatura media anual se determinó la evapotranspiración real en mm por el método de Turc (citado por Maderey y Jiménez, s/f); la superficie en m<sup>2</sup> de cada tipo de vegetación y uso de suelo se multiplicó por la evapotranspiración real en metros, obteniéndose el llamado volumen evapotranspirado anual en metros cúbicos.
- 4) El volumen precipitado en metros cúbicos para cada subcuenca se obtuvo de multiplicar el valor de precipitación media anual en metros por el área en metros cuadrados del tipo de cubierta vegetal que aquella intersecta.
- 5) El volumen teórico de agua disponible (UTAD), resulta de la diferencia entre el volumen medio anual precipitado en cada subcuenca y el volumen medio anual evapotranspirado (Ecuación 1) o de la aplicación de un coeficiente de escurrentía (Ecuación 2). En este último queda comprendido el volumen evapotranspirado.

$$VTAD = P - ETR \quad (1)$$

$$VTAD = C_e * P \quad (2)$$

donde:

$VTAD$  = Volumen anual de agua teórico disponible,  $m^3/año$ .

$P$  = Volumen medio anual de precipitación,  $m^3/año$ .

$ETR$  = Volumen medio anual de evapotranspiración,  $m^3/año$ .

$C_e$  = Coeficiente de escorrentía, adimensional.

El volumen medio anual de evapotranspiración real en mm se estimó por el método de Turc (Ecuación 3). Esta ecuación funciona para valores de  $P$  mayores a 0.31L (Campos, 1998; Maderey y Jiménez, s/f). La superficie en  $m^2$  de cada tipo de vegetación y uso de suelo se multiplicó por la evapotranspiración real en metros, obteniéndose el llamado volumen evapotranspirado anual en metros cúbicos.

$$ETR = \frac{P}{\left[0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2\right]^{0.5}} \quad (3)$$

donde:

$ETR$  = Evapotranspiración real, mm/año

$P$  = Precipitación media anual, mm/año.

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3.$$

T = Temperatura media anual, °C.

Para determinar el coeficiente de escorrentía, empleado en la ecuación 2, en primera instancia se recurrió al asentado en tablas (SARH-CP, 1991. p. 144) de acuerdo al tipo de suelo existente en la cuenca, con lo cual se obtuvo un segundo valor de volumen teórico de agua disponible. Para obtener un segundo valor de coeficiente de escorrentía en función del tipo y uso de suelo (Ecuación 4), se considero el procedimiento que establece la CNA en su Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 para determinar la disponibilidad de las aguas nacionales; el método fue desarrollado en 1975 por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y se explica en Campos (1998).

$$C_e = K \left[ \frac{P - 250}{2000} \right] + \left[ \frac{K - 0.15}{1.5} \right] \quad (4)$$

Para  $K > 0.15$

donde:

Ce = Coeficiente de escorrentía anual, adimensional.

P = Precipitación anual, mm

K = Parámetro que depende del tipo y uso del suelo.

En ambos casos se obtiene un coeficiente menor a la unidad. Ese valor encontrado se multiplica por el volumen medio anual precipitado, obteniéndose el volumen teórico de agua disponible.

6) La disponibilidad hídrica teórica per cápita, en  $\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$ , se obtuvo al dividir el volumen teórico de agua disponible entre el número de habitantes presentes en cada subcuenca. En tal sentido, se establecieron tres escenarios, uno para 1970, otro para las condiciones del año 2000 y el otro considerando modificaciones climáticas, esto es, pensando que en el año 2030 se presentara un decremento del 50 % en la precipitación pluvial y un incremento de 2 °C en la temperatura en la temperatura media anual. Asimismo, para este último escenario, se estableció que las condiciones de uso de suelo y vegetación permanecían como las existentes en el año 2000; por otro lado, se consideró un incremento poblacional de la misma magnitud que el observado entre el año 1970 y el 2000. Los resultados obtenidos se compararon con el Índice de Falkenmark (Falkenmark y Widstrand, 1992; Gardner y Engleman, 1997; Hinrichsen, et al. 1998) y con el establecido por Jiménez (1994) para México.

7) Debido a que no se conocía el volumen de agua extraído por los diferentes usos del agua, en el escenario de 1970 se consideró, arbitrariamente, que correspondía al 50 % del volumen teórico de agua disponible. El resultado obtenido se dividió, como en el caso anterior, entre el número de habitantes que en 1970 existían en cada subcuenca, obteniéndose un segundo valor de disponibilidad hídrica teórica per cápita. Este valor se comparó con el Índice de

Falkenmark (Falkenmark y Widstrand, 1992; Gardner y Engleman, 1997; Hinrichsen, et al. 1998) y con el establecido por Jiménez (1994) para México.

- 8) De igual manera, para el escenario del año 2000 se obtuvo un segundo valor de disponibilidad hídrica teórica. Para ese año se conocen las concesiones de agua que ha otorgado la CNA para diferentes usos, el volumen de agua concesionado y su localización geográfica. Con la información anterior se elaboró una base de datos en una hoja Excel y con el apoyo del SIG de la cuenca se georeferenciaron en esta investigación. Así, para cada subcuenca se determinó cuál era el volumen de agua concesionado el cual, se asume, corresponde al volumen extraído. En tal sentido, al volumen de agua teórico disponible se le restó el volumen de agua concesionado y el resultado se dividió entre el número de habitantes presentes en la subcuenca en el año 2000. Con el volumen restante se determinó la disponibilidad hídrica teórica per cápita, la cual se comparó con el Índice de Falkenmark (Falkenmark y Widstrand, 1992; Gardner y Engleman, 1997; Hinrichsen, et al. 1998) y con el establecido por Jiménez (1994) para México.
- 9) En la subcuenca “Río El Salto” se localizan dos estaciones hidrométricas –El Salto y Micos- y en la subcuenca “Río Valles” se localiza la estación Santa Rosa. Estas estaciones han registrado durante varios años (en algunos casos desde 1945) la escorrentía superficial. Los valores medidos en estas estaciones se encuentran en el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (IMTA, 2002), de éste se extrajo la información, la localización geográfica y se georeferenciaron

en el SIG de la cuenca. La información hidrométrica se analizó estadísticamente y se obtuvieron los volúmenes de agua mínimos y medios anuales para los periodos 1950-1975 y 1976-2000. Estos valores se compararon con los volúmenes de agua teóricos obtenidos antes.

- 10) El caudal ecológico se define como el régimen fluvial que se da en un río, humedal o zona costera para mantener ecosistemas y sus beneficios donde se dan usos del agua que compiten entre sí y donde los caudales se regulan; o como el caudal que es capaz de mantener el funcionamiento del ecosistema fluvial en condiciones naturales (King et al. 2003 citado por Stewardson, 2005; Martínez, 2001; Dyson et al. 2006). Otra definición que los asocia con los aprovechamientos hidráulicos, indica que es el caudal que debe ser reservado para mantener los ecosistemas fluviales en condiciones admisibles, aguas abajo de las obras o aprovechamientos que alteran los regímenes originales o naturales de flujo de una corriente (García y Soldán, 1997; García et al. 1999).

Los métodos para la estimación de los caudales ecológicos se agrupan en los que hacen uso de los caudales medidos en estaciones hidrométricas y que son registrados en series históricas y los métodos que hacen uso de los modelos de simulación del hábitat, en los que se determinan parámetros hidráulicos que tienen incidencia en la distribución de los organismos acuáticos y con los que se obtiene respuesta de éstos a esos parámetros (García, et al. 2000).

Actualmente se tienen identificados 200 métodos para la estimación de los caudales ecológicos los cuales se usan en más de 50 países (Arthington et al. 2005; Stewardson, 2005); éstos se agrupan en cuatro tipos: i) métodos hidrológicos; ii) métodos de evaluación hidráulica; iii) métodos de evaluación del hábitat y iv) métodos holísticos (Arthington et al. 2005; Stewardson, 2005; Maunder y Hindley, 2005).

Los que pertenecen a los dos últimos grupos son los más complejos. En éstos se encuentran el llamado Building Block Methodology que es usado en Sudáfrica (Hughes et al. 2003; Hughes, 1999) y el Instream Flow Incremental Methodology (IFIM), que es de los más usados en los países desarrollados, por ejemplo en España (Martínez, 2001; McKenny y Read, 1999); éstos requieren de tiempo, recursos económicos y de experiencia técnica, además de información biológica (Acreman y Dunbar, 2004; García y Soldán, 1997; Pyrcce, 2004).

Los métodos hidrológicos, son los más empleados en los países en vías de desarrollo, como México (García et al. 1999) y Nepal (Smakhtin, 2001); su principal desventaja es que la significancia ecológica de las estadísticas hidrológicas no es clara; el mejor conocido de ellos es el método Tennant, que fue desarrollado en Estados Unidos de Norteamérica (Smakhtin, 2001; Stewardson, 2005), es ampliamente usado en la planeación a nivel de cuencas hidrográficas (Acreman y Dunbar, 2004), actualmente se emplea, en su forma original o modificado, en 25 países (Moore, 2004; Pyrcce, 2004). Dentro de los

métodos hidrológicos también se incluye al método matemático Suizo y al Criterio establecido en la Ley de Aguas de Francia (García y Soldán, 1997).

Por otro lado, la legislación ambiental en México –Ley de Aguas Nacionales (LAN), Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA)–, en concordancia con la legislación de países europeos, establece la necesidad de definir caudales en las corrientes superficiales perennes que permitan, ante los diversos usos que se les da al agua que circula por ellas, la existencia o permanencia de la fauna acuática. Sin embargo, en muy pocos cuerpos de agua del país se han fijado estos caudales; por ejemplo, se han estimado caudales ecológicos para los ríos Tonto, Santiago y Tepic (García, et al. 1999).

Para la cuenca estudiada aquí, con la información hidrométrica de la estaciones Micos y Santa Rosa se determinaron los caudales ecológicos a partir del método de Tennant (1976) modificado para México por García et al. (1999). Así, para las subcuencas “Río Valles” y “Río El Salto” se obtuvo un tercer valor de disponibilidad hídrica teórica per cápita, el cual resultó de restarle al volumen de agua teórico anual, obtenido con los diferentes métodos, el valor que resulta de sumar el volumen extraído para los diferentes usos humanos con el volumen obtenido a partir del caudal ecológico mínimo requerido. El resultado se comparó con el Índice de Falkenmark (Falkenmark y Widstrand, 1992; Gardner y Engleman, 1997; Hinrichsen, et al. 1998) y con el de Jiménez (1994).

*b. Disponibilidad hídrica efectiva.*

Para determinar la disponibilidad hídrica efectiva se establecieron dos escenarios. En éstos se parte de suponer que el valor de la disponibilidad hídrica teórica mostraría si las subcuencas – y en su caso las localidades- pueden contar efectivamente con agua; así, se procedió del siguiente modo:

- 11) El primer escenario se planteó para las condiciones presentes en 1970 y el segundo para las condiciones presentes en el año 2000. La información de las localidades existentes en cada subcuenca se extrajo de la información censal del INEGI. La información del censo de 1970 fue convertida usando ArcView 3.2 en formato digital. La información censal del año 2000 se encuentra en formato digital (vectorial) y fue proporcionada por el INE.
  
- 12) La base de datos sobre las viviendas que cuentan con agua entubada para cada localidad se analizó en una hoja de Excel. Se consideraron dos bloques: uno que incluye a las localidades con más de 10 viviendas y el segundo que incluye a las localidades que tienen menos de 10 viviendas. Para fines analíticos, en cada uno de esos bloques se estableció el criterio de que si más del 50% de las viviendas asentadas en la localidad se encuentra conectada al sistema de distribución – infraestructura hidráulica – de agua entubada, entonces se asume que la localidad – o sus habitantes – cuentan, en principio, con lo que aquí se ha denominado “disponibilidad hídrica efectiva”. La disponibilidad hídrica efectiva supone que no sólo se requiere de la llamada disponibilidad hídrica efectiva o

real, si no que, además, se requiere de infraestructura hidráulica y, con esto, de inversión pública y de tecnología adecuada para el acceso al agua.

Con esta información se analizó y estimó cuántas localidades y habitantes de cada bloque y para cada escenario no contaban con agua entubada. Así, se infirió cuáles y cuántas localidades contaban con disponibilidad hídrica efectiva; el análisis se realizó a nivel de subcuenca. Esta información fue convertida a cobertura digital usando el ArcView 3.2. Por otro lado, se analizó la inversión pública de los tres niveles de gobierno en el sector agua potable; en particular, se analizó la inversión que se ha ejercido en los municipios de El Naranjo y Ciudad Valles.

13) La calidad del agua de cuerpos de agua que suministran a las localidades es otro factor que, como se mencionó antes, no es considerado en buena medida por las agencias gubernamentales e, incluso, por algunos especialistas del tema en la determinación de la disponibilidad hídrica efectiva. En la cuenca del Río Valles, y en las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles”, la CNA cuenta con puntos de monitoreo de la calidad del agua. La información sobre calidad del agua – físico-química y bacteriológica – de estos puntos de muestreo fue proporcionada por la CNA; además, fueron georeferenciados y convertidos a cobertura digital usando el ArcView 3.2. La información sobre la calidad del agua fue procesada y analizada estadísticamente en una base de datos en formato Excel; se determinó el comportamiento temporal de los parámetros de calidad y se compararon con los límites máximos establecidos por la norma NOM-127-SSA1-1994.

Con el análisis anterior se observó cuántos parámetros rebasaban el valor de la norma mencionada. Se consideró que con un parámetro (químico o bacteriológico) que rebase los valores de la norma, las localidades que extraigan el líquido para su suministro aguas abajo del punto de muestreo requerirán de sistemas de potabilización y, con ello, se considera que la disponibilidad hídrica efectiva se reduce al mínimo indispensable. Además, se requieren mecanismos de potabilización del agua.

*c) La problemática ambiental asociada al uso y disponibilidad de recursos hídricos*

El análisis de los usos actuales se realizó principalmente para el agrícola, poniendo énfasis, por un lado, en el crecimiento de la superficie del cultivo de la caña de azúcar y de la cantidad de agua que se requiere para el riego de aquella y; por otro lado, la que demandan los ingenios azucareros, asentados en la cuenca, para su procesamiento. El análisis se contextualizó con la información extraída de diversos documentos que hacen referencia al tema; se enfatizó la política pública, pasada y presente, que ha permitido el incremento o decremento de la superficie agrícola de la caña de azúcar en la cuenca estudiada.

El uso de los recursos hídricos ha generado conflictos sociales e impactos ambientales, los cuales comienzan a evidenciarse y, con esto, a crear preocupaciones en la sociedad. Para conocer los problemas ambientales en la cuenca del Río Valles se establecieron dos períodos. En el primer período, que comprende las cinco primeras

décadas del siglo XX, se documentan y analizan los conflictos sociales generados a partir del uso del agua en la cuenca. Esto se realizó a partir del análisis de la información contenida y extraída de diversos expedientes del Archivo Histórico del Agua.

En el segundo período, que se extiende de 1970 al presente, se analizan los problemas ambientales asociados al uso del agua en la cuenca del Río Valles. Se considera que las preocupaciones sociales por la protección ambiental, cuando menos en México, son relativamente recientes. El análisis de los problemas ambientales se realizó a nivel de subcuenca y en función del tipo de uso de agua o actividad humana que los provoca. En un primer plano se analizaron las modificaciones que han provocado las actividades agrícolas en la cubierta vegetal original, con lo cual se documentó y cuantificó la deforestación en la cuenca; por otro lado, a estas modificaciones se les asoció, sin analizarlos en esta investigación, otro tipo de problemas ambientales.

En un segundo plano se analizó, a partir de la información censal del año 2000 del INEGI, cuáles y cuántas localidades no contaban con sistema de distribución de agua entubada y de saneamiento; esta información fue convertida a cobertura digital usando el ArcView 3.2. Lo anterior se asoció con problemas de contaminación de los cuerpos de agua y con la disminución o deterioro de la disponibilidad hídrica para las localidades.

### ***Trabajo de archivo***

Se realizó, con un enfoque histórico, el análisis de los usos del agua partiendo de la primera década del siglo XX. Para llevar a cabo este análisis se revisaron diversos expedientes del Fondo de Aprovechamientos Superficiales del Archivo Histórico del Agua que pertenece al Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social y a la CNA, localizado en la Ciudad de México. Se revisaron más de 30 expedientes que abordan diversos aspectos del uso del agua en la cuenca del Río Valles; de ellos se extrajo la información que, de manera directa o indirecta, hace referencia al papel de la tecnología, el mercado y las políticas públicas en relación con el uso del agua; el análisis se realizó en función de cada tipo de uso.

Por otro lado, a la problemática ambiental presente en la cuenca, principalmente a la relacionada con la sequía y con la contaminación del agua, se le han dado respuestas más de carácter gubernamental, enmarcadas en lo que aquí se ha denominado gestión “oficial” del agua, que es incentivada y patrocinada por la CNA con la “participación” de los usuarios del agua con base en la Ley de Aguas Nacionales. En la cuenca del Río Valles, o más bien en una de las subcuencas, se ha constituido un Comité de Cuenca, que es el objeto de investigación en este apartado. En dicho comité están representados los diferentes tipos de usos, que mayor volumen de agua extraen.

A partir de la revisión de los documentos internos del comité existentes en el Archivo de la CNA en las oficinas de la Gerencia Estatal en San Luis Potosí, se analizó el funcionamiento y acciones del comité, para lo cual se siguieron tres pasos: 1) solicitar a

la CNA el acta constitutiva del comité y las actas de las diversas reuniones ordinarias y extraordinarias que ha realizado; 2) se analizaron cuáles fueron los motivos para integrar el comité y cuáles fueron sus objetivos de corto plazo y si éstos respondían a la problemática estructural de la cuenca; 3) se analizaron los acuerdos y el seguimiento que se les ha dado en cada una de las 16 reuniones que ha sostenido el comité desde su constitución.

### ***Trabajo de campo***

Se realizaron 5 estancias con recorrido de campo por las diferentes zonas de la cuenca y después de identificar, mediante el trabajo de gabinete, las localidades que carecían de sistemas de agua entubada y saneamiento, se preseleccionaron tres localidades por subcuenca, una en la parte alta, otra en la parte media y una más en la parte baja.

Los criterios de selección de estas localidades fueron los siguientes: 1) La localidad debe tener más de 10 viviendas y 2) no debe contar con sistemas de agua entubada y saneamiento. Con estos criterios se seleccionaron 5 localidades. Se consideró que éstas son representativas de las condiciones imperantes en las localidades “pequeñas” y que carecen de los servicios antes enunciados. Esta información fue convertida a cobertura digital usando el ArcView 3.2.

Con la finalidad de conocer las condiciones socioeconómicas y las preocupaciones sociales y, en su caso inferir, las ambientales, se aplicó una encuesta en esas localidades. El cuestionario se encuentra en un formato de Excel y recaba información

sobre la localidad y sobre el encuestado (género, ocupación, nivel de estudios, número de integrantes del grupo familiar, etc.). Por otro lado, busca conocer los problemas generales (acceso a servicios públicos); problemas asociados al uso y disponibilidad del agua; la percepción de los problemas ambientales; el papel de los responsables gubernamentales del ambiente y del uso del agua; y la actitud frente a la problemática.

La encuesta tiene como premisa que la satisfacción de las necesidades primarias (e.g. alimentación, agua potable, electricidad, etc.) del grupo social provoca la emergencia o demanda de necesidades secundarias (e.g. ambiente sano, etc.), aquéllas que no están directamente relacionadas con la sobrevivencia. Regularmente, los grupos sociales tienden a seleccionar un problema prioritario al mismo tiempo que marginan a otros no menos importantes (Lezama, 2004). El método empleado para determinar la percepción de los problemas ambientales en la cuenca del Río Valles se fundamenta en el propuesto principalmente por Lezama (2004), aunque considera aspectos mencionados por Padilla y Luna, (2003), así como de los indicados por Orzanco (1999).

Por otro lado, se realizaron entrevistas a actores clave que están relacionados con el uso del agua, siguiendo a Lezama (2004). Éstos se dividieron por sector: así, se tiene el sector académico, el sector agroindustrial, el sector gubernamental y el sector de organizaciones no gubernamentales (ONG's). Lo anterior con la finalidad de saber cuál era el conocimiento que ellos tenían de la cuenca y de los problemas ambientales que está enfrentando la sociedad asentada en la cuenca. Las preguntas abordadas en las entrevistas fueron: ¿cuáles son los usos del agua en la cuenca del Río Valles? ¿Cuál de estos usos impacta más al ambiente? ¿Cuál es el principal problema ambiental de la

cuenca? ¿Qué tan seria es la contaminación del agua en la cuenca del Río Valles? ¿Las agencias gubernamentales están preocupadas por resolver la problemática ambiental de la cuenca?

Del mismo modo, se entrevistó a los representantes de los diferentes usos ante el Comité de Cuenca del Río Valles, con la finalidad de conocer si éste respondía a las expectativas formuladas y a la problemática socioambiental de la cuenca, además de saber cuáles eran sus expectativas y si la tendencia era a mantener o incrementar su autonomía de la CNA.

### ***Estancia de Investigación***

En el marco del Convenio Académico para llevar a cabo el proyecto “EL TERRITORIO Y SUS CONSTRUCCIONES, MIRADAS CRUZADAS MÉXICO-FRANCIA”, establecido entre El Colegio de San Luis, A.C. y la Universidad Francois Rabelais de Tours, Francia y con apoyo de la ANUIES y de ECOS-Nord, se realizó una estancia académica en Francia del 03 de octubre al 17 de noviembre del 2005 en la Facultad de Ciencias y Técnicas de la Universidad de Tours. La estancia tuvo los siguientes objetivos: 1) Conocer la evolución de la gestión del agua en Francia. 2) Conocer las modificaciones actuales a la ley de agua en Francia en función de la Directiva Marco de la Comunidad Europea. 3) Conocer la experiencia de gestión del agua en la Agencia de la cuenca Loire-Bretagne. 4) Realizar un recorrido por cuatro de las principales regiones hidrográficas de Francia. Se estableció como sede de la estancia académica el Laboratorio “Ville, Société, Territoire” de la Universidad Francois Rabelais de Tours, cuya Directora es la Dra. Corinne La

Rue, quien funge como responsable del proyecto marco por parte del equipo francés. La Dra. La Rue fungió como contraparte de la estancia, con el apoyo del Profesor Mathieu Bonnefond. El objetivo particular de la estancia fue conocer de primera mano la gestión del agua en Francia y, con ello, tenerla como referencia en la investigación.

## **CAPÍTULO II. ELEMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES PARA EL ABORDAJE DE LA GESTIÓN DEL AGUA.**

### ***2.1. ¿Crisis del Agua?***

La crisis del agua, la cual es vinculada con la disminución y deterioro de la disponibilidad hídrica y los problemas ambientales asociados al uso del agua, es el principal argumento de la llamada Gestión Integral de Recursos Hídricos. Esta última se considera aquí como un caso particular de la gestión ambiental. La “crisis del agua” es una idea que se ha entendido de diversas formas y en ella se incluyen varios problemas y conflictos relacionados con el uso y acceso al agua; se asocia con la reducción de la disponibilidad de agua potable, en calidad y en cantidad adecuadas, que están afrontando diversas zonas del planeta, un fenómeno que cada vez más se percibe por amplios grupos de la población, como el principal problema ambiental del presente y del futuro.

La Global Water Partnership (GWP) (2000) dice tener abundantes pruebas de la crisis del agua entre las cuales cita a las inundaciones, sequías, conflictos a nivel nacional e internacional por acceso al recurso, contaminación por residuos tóxicos, enfermedades transmisibles por el agua, sobreexplotación de acuíferos y hundimientos, etc. En este sentido, la GWP habla de “seguridad hídrica” e indica que ésta debe entenderse como una condición en la que toda persona tenga acceso a suficiente agua potable a un precio asequible que le permita llevar una vida limpia, saludable y productiva, al tiempo

que se asegura que el entorno natural está protegido y se mejore. Del mismo modo, la GWP sostiene que son los países más pobres y las personas más pobres (mujeres y niños) dentro de esos países, quienes sufren los peores efectos de la crisis del agua – o de la falta de acceso a agua potable. Indica este organismo que la mayoría de los problemas relacionados con el agua se manifiestan a nivel local, aunque están interconectados con problemas de agua en otros lugares y no pueden resolverse de forma independiente.

Por ejemplo, Jowett (1986) sostiene que China, en el Continente Asiático, a pesar de tener el quinto río más largo del planeta, está enfrentando graves problemas regionales y estacionales en el acceso al agua y en un esfuerzo por superar esta problemática los chinos están trasvasando agua de una cuenca a otra, lo que puede estar provocando cambios ambientales importantes. En el Medio Oriente, la crisis del agua es un problema que ningún país o agencia está dispuesta a asumir (Swomley, 2000). Se mencionó que al finalizar la guerra del Golfo Pérsico la crisis del agua podría emerger, por lo que se requerirían de acciones políticas sostenidas y nuevas estructuras burocráticas (Gleick, 1993; Starr, 1991). Fernández (1997) y Starr (1991) indican que Jordania, Israel, Chipre, Malta y los países de la Península Arábiga están entrando en una situación en donde todas las fuentes de agua dulce disponibles serán utilizadas completamente. Según estos mismos autores, en esta misma condición estarán Argelia, Egipto, Marruecos y Túnez para el año 2010.

Uno de los más graves conflictos por el acceso al agua es el de los territorios palestinos ocupados por Israel, que está provocando efectos considerables en la salud de los

palestinos que viven en el Banco Oeste del Río Jordán y en la Franja de Gaza. Aquí puede verse cómo la contaminación química y biológica está impactando la salud de los palestinos; ésta es una cara de la crisis del agua en esta conflictiva zona (Bellisari, 1994). En tal sentido, Clarke (2003) sostiene que la contaminación del agua dulce es la causa de que cinco millones de personas mueran al año en el planeta.

La crisis del agua se asocia con los conflictos que se generan o pueden generarse por el acceso al líquido; los conflictos pueden ser a diferentes niveles y escalas; se presentan al nivel de villas, por los límites político-administrativos al interior de un país, disputas fronterizas entre dos países; pueden ser económicos o políticos; pueden ser abordados de manera diplomática o con violencia (Gleick, 1993). Sin embargo, dice Gleick (1993), que existe una creciente tensión entre países ricos y pobres por una distribución y uso desigual del agua.

En relación con este uso desigual, los ciudadanos norteamericanos son extremadamente derrochadores en el uso del agua; además de regar cultivos, riegan campos de golf y jardines, sobre todo en los días en los que las tasas de evaporación son muy elevadas. Entonces, la manera como se usa el agua en los hogares norteamericanos es extravagante; por ejemplo, un hogar unifamiliar usa entre 980 y 1,300 litros de agua por día para preparar alimentos, lavado de ropa y platos, para el baño y la ducha, y para mantener atractivos jardines (Naiman y Turner, 2000; Patrick, 1994). Con algunos cambios en el patrón de consumo se podría reducir considerablemente el agua usada en cada uno de estos procesos.

Otras cifras substancian que el uso anual de agua en Estados Unidos es de 1,677 m<sup>3</sup>/hab (Postel y Wolf, 2001), cantidad que confirma la inequidad en el acceso al agua cuando se compara con el valor de Nigeria (46 m<sup>3</sup>/hab), o el de Etiopía (50 m<sup>3</sup>/hab), el de Bolivia (210 m<sup>3</sup>/hab) y, finalmente, con el de México (812 m<sup>3</sup>/hab). Pero, el asunto no es sólo de inequidad en el acceso al agua, ya que es parte de una inequidad, sobre todo, en el consumo energético<sup>1</sup>.

Por otro lado, la crisis del agua tiene un amplio espectro de efectos en los ecosistemas y en la salud humana o en el inapropiado manejo (gestión) del agua dulce. Clarke (2003) y Loranger (2005) asumen que es hoy el crecimiento poblacional el que provoca esta crisis, y sostienen que si la tendencia de aquél es a la alza, la crisis del agua tenderá, de igual forma, a la alza; además, indican que la demanda de agua se incrementará en un 35% entre 1995 y 2020. Los mismos autores sostienen que en el 2015 una de cada cinco personas del planeta vivirá en zonas urbanas o las llamadas grandes ciudades con las consecuencias que esto puede acarrear.

Las diferentes formas en que se presenta la problemática asociada al agua no es sólo asunto de los países de África o de Medio Oriente o, incluso, de Asia. Estos problemas se observan también en América Latina. Aquí se pueden citar los conflictos que provocó la privatización del servicio de agua potable en Cochabamba, Bolivia. En años recientes, este caso fue puesto como modelo de los esquemas de privatización; se decía que ilustraba la emergencia de un nuevo manejo de las redes de agua urbana

---

<sup>1</sup> Un norteamericano consume 16 veces más de combustibles fósiles comparado con lo que consume un chino; pero eso no es todo, sus casi 300 millones de habitantes, que representan 5 % de la población mundial, consumen casi un cuarto de la producción global de crudo. Véase: La Jornada. Lunes 4 de octubre de 2004. Sección Economía, p. 23.

con una gran variedad de opciones para las necesidades de los usuarios y, sobre todo, de extensión a comunidades no conectadas; asimismo, se sostenía que muchos de los supuestos de la lógica economicista están cambiando y que se están generando nuevas oportunidades para una mayor inclusión social y ambiental en este nuevo estilo de manejo (gestión) del agua (Marvin y Laurie, 1999).

Empero, los problemas ligados al aprovechamiento y a la utilización de las aguas se han agravado enormemente en América Latina, sobre todo en los últimos 30 años. Por ejemplo, en ese período, como consecuencia del proceso de crecimiento económico y urbano y de la concentración demográfica, cerca del 80% de la población de Brasil vivía en las ciudades, lo que alteró profundamente la condición de los recursos hídricos en ese país. Hoy, el uso descontrolado y la contaminación configuran un cuadro generalizado de disputa por el agua en Brasil (Albuquerque, 2000). En Centroamérica se han presentado conflictos en las llamadas cuencas internacionales; ejemplos de esto son los casos del conflicto entre Nicaragua y Costa Rica por la cuenca del Río San Juan. Este conflicto tiene varios vértices, entre los que destacan el deterioro ambiental, la deforestación y la contaminación agrícola. Otro ejemplo es el de la cuenca del Río Lempa, compartida entre Guatemala, Honduras y El Salvador, la cual, al igual que la anterior, presenta un gran deterioro ambiental (Matul, 2003).

Hasta el presente en la frontera México-USA se han presentado diversos conflictos por el agua (Cortez, 2004; Mumme y Lybecker, 2004; Sánchez, 2004). En la frontera México-Guatemala se vislumbran problemas asociados a la construcción de embalses y a la contaminación del agua (Kauffer, 2005; Santacruz, et al. 2005; Santacruz, 2005).

En México se argumenta que el crecimiento poblacional y económico han ejercido una fuerte presión en las reservas de agua; en consecuencia, el volumen demandado de agua es siempre mayor al suministrado y, por lo mismo el gobierno se ve “obligado” a decidir a quién dejar sin este recurso. Así, la competencia por el agua está causando conflictos en diferentes escalas. Según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología en el período 1990-2002, los principales conflictos por el agua se presentaron en el Distrito Federal y en el Estado de México (Sainz y Becerra, 2003).

En este mismo sentido se manifiesta Oswald (2001), quien sostiene que el crecimiento poblacional en los centros urbanos, el incremento del agua destinada al uso industrial y su falta de saneamiento, y el manejo inadecuado del riego agrícola -que ocupa entre el 78% y el 82% del agua disponible y produce entre un 7% y un 5% del PIB-, son algunas de las aristas más sobresalientes del problema del uso, manejo y contaminación del agua en México. Esta autora menciona, además, que aquéllas son fiel reflejo de un modelo mundial de depredación de los recursos naturales, donde la sustentabilidad no se plasma en políticas y prácticas ambientales a largo plazo. Menos aún existe una gestión tendiente a remediar las deficiencias y la explotación irracional del agua.

Sin embargo, el abordaje de la crisis del agua no es tan actual. Desde los años setenta del siglo XX ya se hablaba de la crisis del agua. Entonces se decía que la *escasez del agua* sería cada vez más familiar a un público que tradicionalmente ha percibido al agua como un recurso infinito y libre de las fuerzas económicas del mercado; empero, se decía, que el conocimiento puede ser el catalizador para que el agua se vea como un recurso y se modifiquen los patrones de asignación y uso del mismo. Se preguntaba

entonces qué cambios se requerían para un uso más racional y eficiente de las limitadas fuentes de agua. A esto se respondía diciendo que con una mejor planeación y mejores instituciones, así como con una mejor asignación y uso eficiente se podría resolver esta problemática (Berry, 1977). Berry (1977) sostenía que era necesario para resolver la crisis del agua confiar en los principios económicos de los costos de oportunidad, mecanismos de precios y las fuerzas del mercado para la asignación del agua. Este autor sostenía que estas acciones debían aumentar la racionalidad y reducir la fragmentación en las decisiones de gestión del agua y provocar un uso más eficiente y conservador del agua. Es decir, desde la década de los 70 del siglo XX ya había manifestaciones de que el mercado podría resolver la “crisis del agua” – enfoque todavía defendido hoy por algunos autores. Así, se menciona que el precio del agua tiene como objetivo, entre otros, la creación de incentivos para un uso eficiente del agua (Dinar y Subramanian, 1997; Dinar, 2000; Rosegrant, 2004). Por ejemplo, Patrick (1994) indica que el precio del agua en Estados Unidos es muy bajo y, por ello, no promueve su conservación y menciona que la comercialización o mercadeo del agua será un medio importante para su manejo en donde ésta falta.

En síntesis, la crisis del agua se asocia con diversos problemas relacionados con el uso del líquido. Se menciona, por un lado, el crecimiento urbano como factor importante en esta crisis y; por otro, las formas de “propiedad” del líquido, principalmente la propiedad colectiva. Los conflictos locales son los que se presentan con mayor frecuencia, sobre todo en los países en desarrollo, donde la *propiedad colectiva* de los recursos es más difícil de suplir (Gleick, 1993). Algunos autores sostienen de manera clara, y otros no tanto, que la propiedad colectiva es un factor que potencia la crisis del agua y con ello

se justifica, por un lado, la mayor participación del Estado en la gestión del agua y, por otro, se incentiva la participación privada.

Pero la pregunta que no pocos autores se hacen es si la carencia de agua de suficiente calidad es la próxima crisis; es claro que el acceso al agua en cantidad y calidad adecuada para las actividades humanas es extremadamente difícil. Así, para algunos la crisis del agua, como ya se vio aquí, se relaciona con la llamada *escasez del agua*; para otros, la crisis se relaciona con una carencia de acceso al recurso (Patrick, 1994; Rijsberman y Scott, 2005). Pero por otro lado, se indica que el centro de la crisis del agua es una falta de administración adecuada de los recursos hídricos (Rijsberman y Scott, 2005).

Es indudable, que la idea de *crisis del agua*, al igual que la de *escasez de agua*, se emplea para establecer políticas públicas tendientes, sobre todo, a la privatización de los servicios relacionados con el uso del agua, fundamentalmente el acceso al agua de calidad potable.

Diversas voces sugieren que para resolver la *crisis del agua* es conveniente privatizar las plantas de agua municipal y los sistemas de distribución. Otra solución propuesta en el polo opuesto, es la desalinización del agua de mar; otra es disminuir el crecimiento de la población, que requiere de disponibilidad y uso de anticonceptivos, de la esterilización voluntaria de mujeres y hombres, el aborto legalizado y equidad para las mujeres (Swomley, 2000). Hoy, dice Gleick (1998), se requiere incorporar los principios de sustentabilidad y equidad en el manejo y gestión del agua. Según este autor, estos

principios garantizan el acceso a los requerimientos básicos de agua para las necesidades domésticas de la población; garantizan los requerimientos básicos de los ecosistemas; cumplen los criterios de calidad del agua; establecen recursos de agua renovables; una adecuada y disponible base de datos sobre el agua; e instituciones, manejo y resolución de conflictos. Aquí no se pone en duda que hoy existen numerosos problemas ambientales y conflictos asociados al uso del líquido. Entonces, ¿cuáles son los diversos mecanismos para solucionar los problemas ambientales, incluidos en ellos los problemas y conflictos asociados al uso del agua?

## ***2.2. La Gestión Ambiental como mecanismo de solución a los problemas ambientales.***

Para resolver la *crisis del agua*, es decir, para resolver los problemas y conflictos asociados al uso y disponibilidad del agua, bajo diversos enfoques, se invoca a la *Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH)* que, como se ha mencionado, puede ser considerada como un caso particular de la Gestión Ambiental. Ésta tuvo un impulso importante en la Conferencia de Estocolmo de 1972, el cual se extendió hasta la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, en 1992 (Rodríguez y Espinoza, 2002; Ramírez, 2004).

Así, la conservación y buen uso del medio ambiente quedaron plasmados en códigos y normas de algunos países de la región y se impulsó (¿o se debe decir impuso?) una gestión ambiental de Estado. Entonces, se aplicaron políticas públicas dirigidas a prevenir y mitigar la degradación del ambiente, pero no se cuestionaron las fuerzas

degradantes y destructoras del ambiente que estimulaban el modelo y estilo de desarrollo imperante (Rodríguez y Espinoza, 2002). Este modelo y estilo de desarrollo fueron sostenidos por las agencias supranacionales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional, creadas y controladas por los países capitalistas desarrollados.

La gestión ambiental ha sido concebida de diversas maneras, coincidentes todas en el aspecto fundamental de protección ambiental. Así, Colby (1990) entiende a la gestión ambiental como el campo que busca equilibrar la demanda de recursos naturales de la Tierra con la capacidad del ambiente; la gestión ambiental debe responder a esas demandas en una base sustentable. Su principal objetivo, dice Colby, es conciliar las actividades humanas y el medio ambiente a través de instrumentos que estimulen y hagan viable esa tarea, la cual presupone la modificación del comportamiento del ser humano en relación con la naturaleza, debido a la actual situación de degradación del ambiente. Desde una visión empresarial Basterrechea et al. (1996) sugieren que la gestión ambiental debe entenderse como el conjunto de acciones gerenciales de tipo técnico, administrativo, legal, financiero y económico.

Por otro lado, Rodríguez y Espinoza (2002) definen a la gestión ambiental como un proceso permanente y de aproximaciones sucesivas en el cual diversos actores públicos, privados y de la sociedad civil desarrollan un conjunto de esfuerzos específicos con el propósito de preservar, restaurar, conservar y utilizar de manera sustentable el ambiente. La gestión ambiental incluye el marco normativo –cultural e ideológico- que “encauza” o da sentido a las acciones de los actores en relación con la problemática ambiental. La gestión ambiental es definida por Albán et al. (2003) como el

conjunto de políticas, de normas y de acciones que desarrollan las instituciones públicas, pero también las comunidades y los individuos, con relación al manejo de los recursos naturales, sean éstos renovables o no - renovables.

La gestión ambiental y, por lo tanto, los problemas ambientales, ha sido abordada desde diversas perspectivas y a diferentes escalas (local y global). Puede ser analizada a distintos niveles de gobierno (federal, estatal, municipal, etc.) o en diversos ámbitos territoriales (global, regional, subregional, nivel metropolitano, ciudades, barrios, poblados, cuencas hidrográficas, etc.). Así, se considera que los factores críticos que se deben considerar en la gestión ambiental son el marco legal, los actores, las políticas, los instrumentos de política y los planes, la descentralización, la participación y los recursos económicos (Rodríguez y Espinoza, 2002).

Desde la perspectiva del derecho ambiental la gestión ambiental es considerada como el conjunto de actividades humanas que tienen por objeto el ordenamiento del ambiente y cuyos componentes son la política, el derecho y la administración ambiental. Comprende los actos materiales que implican el manejo ambiental y todo aquello que tiene que ver con dicho manejo; esto es, un conjunto de actos normativos y materiales que buscan una ordenación del ambiente (Brañes, 2000; Ramírez, 2004). Este concepto considera dos aspectos: la gestión ambiental privada y la gestión ambiental pública o estatal.

Para Brañes (2000), la gestión ambiental es principalmente una función pública o función del Estado, por lo que dice que es una “atribución” del Estado; pero, dice este

autor, hoy no se considera una función exclusivamente pública ya que entre sus objetivos está su transformación en una función compartida por el Estado y la sociedad civil.

Es importante considerar que en los países de América Latina la gestión ambiental se ha originado más como una iniciativa de carácter gubernamental que como una respuesta a las demandas de la ciudadanía, hecho que contrasta con el caso de los países desarrollados en donde las demandas ciudadanas por la protección del medio ambiente son el origen de buena parte de la acción del Estado. Ésta es una situación que se explica principalmente por la baja prioridad que aún tiene el tema ambiental dentro de amplios sectores de la población tercermundista, la que se interesa más – lógicamente- por la satisfacción de sus necesidades básicas de alimentación, vivienda y servicios básicos como el agua que por la protección ambiental. En México, cuando menos en el papel, existe un sistema jurídico para la protección ambiental. El marco jurídico existente regulaba, antes de los años setenta, aspectos que tenían que ver con el agua, el uso y tenencia de la tierra, etc. y abordaba en forma somera algunos aspectos ambientales desde una perspectiva sectorial (Rodríguez, et al. 2003; Ramírez, 2004), lo cual, en gran medida, continúa.

A estas alturas es importante preguntarse si los problemas ambientales y la gestión ambiental como un mecanismo para revertirlos es sólo un asunto de establecer leyes, normas, instrumentos económicos o incluso, como está de moda, impulsar la participación de la sociedad civil o crear agencias gubernamentales para la aplicación de estas leyes. Quizás no sólo haga falta plasmar la gestión hídrica en políticas públicas

para darle un sustento legal que, como se sabe, en México la mayoría de las veces sale sobrando. De cara al futuro, hacer gestión ambiental o gestión integral de los recursos hídricos es llevar a la práctica estos conceptos o, en todo caso, realizar diagnósticos y propuestas a nivel de cuenca en todo el país, que permitan caminar hacia la gestión integral.

Recapitulando, en la práctica la gestión ambiental ha sido abordada o aplicada desde una perspectiva que aquí se denomina económica-jurídica-tecnológica<sup>2</sup>, con un alto sentido pragmático, que implica la *solución* de los problemas ambientales tal como se presentan. Pero, por otro lado, desde una perspectiva teórica, que implica un abordaje sistémico con la concurrencia de diferentes disciplinas, se ha tratado de contrarrestar ese enfoque.

De acuerdo con lo anterior, Leff (2000) sostiene que el análisis de lo ambiental reclama una visión sistémica y la complejidad de la problemática ambiental demanda, para ser resuelta, la integración de muy diversos campos del conocimiento. Pero ¿cómo puede darse la integración de los diversos campos del conocimiento si el hecho mismo de esta integración es un asunto muy complejo? Quizás la respuesta está en deshacerse de “*la soberbia*” y “*el desprecio*” que se tienen en forma recíproca las ciencias naturales y las ciencias sociales; tener presente, además, que si existe frontera alguna entre éstas, es una frontera permeable, ya que en ambas orillas se han construido conceptos y teorías que han sido usados tanto en un lado como en el otro.

---

<sup>2</sup> Esta perspectiva es ampliamente impulsada por las agencias gubernamentales nacionales e internacionales. En ella tienen que ver, por ejemplo, el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM). Véase el artículo “Privatizar antes que resolver” de Iván Restrepo, *La Jornada*, 16 de mayo de 2005.

Es importante tener presente que la especificidad cultural de los pueblos y de las condiciones ecológicas implica perspectivas complejas en el análisis de las relaciones sociedad-naturaleza, lo que entraña recurrir tanto a las ciencias sociales como a las ciencias naturales para comprender la problemática ambiental (Leff, 2000) y, por lo tanto, los enfoques para su solución. Por otro lado, existe la tendencia actual de ver los ecosistemas modificados o en interacción con los humanos, con sus percepciones, aspiraciones, sus necesidades y sus actividades. Sin embargo, esta tendencia es todavía embrionaria, aunque se está dando un número cada vez mayor de investigaciones en ese sentido (Gallopín, 2000; Descola y Pálsson, 2001).

Una mejor comprensión de la problemática ambiental implica la reformulación de diferentes disciplinas y la reorientación de las tareas de investigación (Montes, 1981, 1982). Es importante diagnosticar las causas naturales y sociales que condicionan las formas de aprovechamiento de los recursos de una región o de una comunidad (Montes y Leff, 2000). Lo anterior, teniendo presente que el proceso de interacción naturaleza-sociedad seguirá expresándose en una forma concreta de apropiación e incorporación de la naturaleza donde ésta y la sociedad se condicionan mutuamente (Gutman, 2000).

Entonces, Leff (2000) y Gallopín (2000) dicen que la complejidad de la problemática ambiental no puede ser comprendida ni resuelta si no es con el concurso y la integración de muy diversos campos del conocimiento. Sin embargo, el método dominante produce oscurantismo porque no hay más asociación entre los elementos disjuntos del saber y, por lo tanto, tampoco posibilidad de engranarlos y de reflexionar sobre ellos (Morin, 1990). Es evidente, dice Morin (1990), que los fenómenos sociales

no podrían obedecer a principios de inteligibilidad menos complejos que aquellos requeridos para los fenómenos naturales; así, sostiene que hizo falta afrontar la complejidad antro-po-social en vez de disolverla u ocultarla.

Aquí es importante anotar que el amalgamamiento de las disciplinas científicas es, en principio, un acto individual. En éste está implícito un acto de respeto a las disciplinas a las cuales el investigador no pertenece, lo que no implica displicencia pero sí un análisis crítico de las teorías que, en un caso específico, responden al problema que se está abordando. El proceso de amalgamamiento individual implica una modificación de la estructura de pensamiento del individuo e, incluso, en no pocos casos, el abandono de la estructura disciplinaria; aquí se asume que si este paso individual no se da, el paso siguiente hacía un equipo “interdisciplinario” da como resultado un “*mazacote*” de elementos *pegados* endeblemente.

Por otro lado, es necesario tener presente que el ser humano vive en dos mundos: el natural, creado por procesos físicos, químicos y biológicos hace miles de millones de años; y otro que es creado por los seres humanos: casas, carros, granjas, fábricas, laboratorios, alimentos, calefacción, libros, música, poesía. Entonces, la crisis ambiental, y con ella la crisis del agua, está generada por la “guerra” entre los dos mundos en los que vive la sociedad humana. Si la ecoesfera es ignorada es posible definir la crisis ambiental en términos de los factores que gobierna la tecnoesfera: producción, precios, procesos económicos que median esta interacción (Toledo, 2000).

Esto puede analizarse en la escala local, en el ámbito de los límites físicos de una cuenca hidrográfica en la que se desarrollan ciudades y culturas rurales, y en donde la sociedad que en ella se desenvuelve se apropia de los recursos naturales, generando desechos (sólidos, líquidos, etc.) e impactando al ambiente. ¿Cómo percibe esta sociedad este proceso? ¿Acaso tiene conciencia de estar impactando al ambiente? Se imagina escenarios posibles cuando esto se revierta sobre ella o actúa de modo tal que busque, de manera consciente, que sus impactos sean menores y que, por lo tanto, la *naturaleza* pueda *asimilarlos*. De acuerdo con lo anterior, es difícil entender la dinámica de un ecosistema sin tomar en cuenta el condicionamiento histórico y actual de las prácticas productivas que en él desarrollan los seres humanos; es de igual importancia evaluar las limitaciones y las aportaciones que provocan las condiciones naturales, culturales, tecnológicas, económicas y políticas sobre el potencial productivo de los ecosistemas (Montes y Leff, 2000).

Sin embargo, es importante considerar que en la práctica de la gestión ambiental está implícita una selección estratégica de ciertos procesos, que obliga a jerarquizar el grado de incidencia y de sus efectos, determinantes y condicionantes sobre una problemática concreta (Montes y Leff, 2000; Gallopín, 2001). Finalmente, la crisis ambiental provoca reflexiones en la ciencia, la tecnología y la economía; envuelve estructuras complejas de conceptos sostenidas por la práctica de la investigación, enlazadas éstas con los procesos de comunicación y administración que realizan instituciones políticas y económicas. Es necesario tener presente que actualmente no existe una construcción social definitiva de la problemática ambiental y se reconoce que con los mecanismos

planteados por el mercado no pueden resolverse los problemas ambientales (Gare, 1995).

En consideración con lo anterior, la llamada crisis del agua, o más bien los problemas ambientales y conflictos asociados al uso del agua, ha sido un catalizador para los diversos enfoques de gestión del agua o gestión hídrica. Esta última se enmarca en la gestión ambiental y, más aún, en la llamada gestión de recursos naturales.

### **2.3. La Gestión del agua: enfoques y características**

La gestión hídrica puede ser encarada desde varias perspectivas, las cuales, para fines analíticos, se pueden englobar en dos enfoques: el primero es un *enfoque extractivo*, de corte jurídico-ingenieril, el más aplicado en la práctica y el causante de numerosos problemas y conflictos en torno al uso del agua. El segundo enfoque, denominado aquí *enfoque integral*, aunque existen algunos ejemplos que se han desarrollado en varios países, se encuentra, por ahora, más en la discusión teórica-científica.

El enfoque de gestión de agua más destructivo es el meramente extractivo, que considera al recurso como un producto a ser extraído sin tener en cuenta el impacto de la extracción. En la mayoría de los casos las decisiones acerca de los problemas hídricos se toman en un marco político, y, por lo tanto, las consideraciones técnicas o de otro tipo pueden pasar a un segundo plano y no se considera que las estrategias de gestión hídrica sean además condicionadas por factores económicos o sociales (Danilo y Díaz, 2000). El enfoque extractivo tiene también como una de sus premisas la

doctrina “primero en tiempo, primero en derecho”. Esta doctrina es cada vez más difícil de administrar, particularmente en muchas partes de Occidente, porque define un derecho al agua basado en la cantidad de recurso para un uso específico, lo que crea algunos problemas importantes. Esta doctrina protege el interés económico privado y desampara el interés común en el manejo del agua (Whittlesey y Huffaker, 1995).

El enfoque extractivo se fundamenta ampliamente en el establecimiento de regulaciones jurídicas, las cuales, la mayoría de las veces, son muy generales y no responden a la especificidad que demanda la gestión del agua. Así, en una determinada región o país, el “estilo” de administración es siempre burocrático y lineal: un código nacional (o ley federal) de aguas define la posesión o dominio de las aguas; determina una cierta jerarquía de usos; postula el aprovechamiento múltiple y establece infracciones y penalidades. A partir de ahí, se desarrollan normas y reglamentos a los que todos, en teoría, se deben sujetar: autorización para captación y uso del agua, criterios para el vertido de aguas usadas en los cuerpos de agua, registro de usuarios, infracciones, penalidades. Ahí, entra en escena el sector técnico para aplicar la ley. Y no lo consigue (Albuquerque, 2000).

Durante gran parte del siglo XX, las políticas hídricas de diversos países se basaron en el enfoque extractivo, sin tener en cuenta mayormente las consecuencias ambientales de las obras e intervenciones. El resultado fue la degradación de muchos sistemas naturales. Desde la década de 1970, debido a la crisis ambiental que se desencadenó, los proyectos hídricos comenzaron a incorporar estudios de impacto ambiental, con un cambio gradual de énfasis en los enfoques. En los hechos, esto no ha sido suficiente, la

degradación hídrica continúa. Se comprueba cada vez con mayor fuerza que la protección de los sistemas hídricos requiere sobre todo un cambio a nivel de las visiones y actitudes de la población (Danilo y Díaz, 2000).

El enfoque extractivo privilegia la privatización de los servicios públicos asociados al uso del agua. En ese sentido, en la gestión del agua bajo ese enfoque siempre está rondando la pregunta de que si el agua es una mercancía. Así, en el Foro Mundial del Agua, celebrado en La Haya en 2000 y en el de la Ciudad de México en 2006, se enfrentaron dos visiones (o enfoques): una que tenía que ver con la privatización de la gestión (administración) del agua, lo que, según quienes defendían esta posición, permitiría financiar los sistemas de distribución y saneamiento en los países pobres; la otra visión es que el acceso al agua es un derecho fundamental del ser humano, por lo que este acceso debe ser gratuito (Le Marchand, 2003). Esto último considerando que los activos naturales no se proporcionan a los agentes mediante un mecanismo de mercado ya que tienen un carácter de bien público (Griffin y Shih, 1993; Amigues, et al. 1995).

El enfoque extractivo privilegia los llamados mercados del agua –como otra forma de privatizar el agua, sobre todo, mediante la venta libre de concesiones de agua-. Se destaca que estos mercados son una buena medida para afrontar la crisis del agua y se sostiene que en condiciones de diseño, control y regulación adecuadas, los mercados del agua son un instrumento válido y útil de reasignación del recurso, se indica que la ventaja principal de éstos es que el agua tiende a asignarse a usos donde el valor del producto marginal sea más elevado (Donoso, et al. 2004; Lee y Juravlev, 1997). Clarke

(2003) sostiene que la privatización no es la panacea; sin embargo, indica que los gobiernos y los usuarios deben asegurar la gobernanza en el sector, para así estimular la inversión y fomentar mayores niveles de la práctica corporativa. Mas la privatización del suministro de agua a las poblaciones es otra causa de la tensión de la crisis actual del agua (Postel y Wolf, 2001).

El enfoque extractivo se practica en numerosos países de América Latina. Así, se puede ver que en Chile predominan los llamados mercados del agua (Donoso, et al. 2004; Hadjigeorgalis, 2004; Lee y Juravlev, 1998); en Argentina no se tiene una ley de agua, las provincias son las que otorgan las concesiones de agua (Mestre, 2005); en Bolivia se ha promulgado el agua como un derecho público; en Nicaragua se está discutiendo, desde hace algunos años, una ley de agua que privilegia el enfoque extractivo. En México se ha estado impulsando por las agencias gubernamentales desde la década de los 90's del siglo XX la introducción de los mercados del agua. Los mercados del agua se ven como aquellos en los que los compradores y los vendedores participan voluntariamente en la transferencia y el precio del líquido (Roemer, 1997).

El enfoque extractivo ha sido privilegiado por las agencias internacionales de préstamo (BM, FMI, BID). Así, Shiva (2003) menciona que desde los años setenta y ochenta del siglo XX, el Banco Mundial y otros organismos de asistencia se enfocaron en tecnologías desastrosas como medio para suministrar agua. Desde los noventa han

estado impulsando enérgicamente la privatización y la distribución del agua con base en el mercado, medidas que ya dan visos de ser igualmente catastróficas<sup>3</sup>.

Shiva (2003) dice que la gestión descentralizada y la tenencia democrática son los únicos sistemas eficientes, sostenibles y equitativos para el sustento de todos. Más allá del Estado y del mercado se encuentra el poder y la participación comunitaria. Así, de un enfoque sectorial, centralista, poco participativo, con instituciones relativamente débiles en varios aspectos, se desea pasar a un enfoque multisectorial, integral, participativo, democrático, descentralizado y con sistemas capaces de gobernar sobre espacios delimitados por razones naturales, como son las cuencas hidrográficas (Dourojeanni, 2002).

La CEPAL (2001) afirma que para tomar decisiones adecuadas con el fin de alcanzar metas de gestión hídrica, es necesario armonizar los intereses y la dinámica de las poblaciones con las condiciones y dinámica propia del entorno donde éstas habitan, en particular, con relación a las cuencas y el ciclo hidrológico. Y, continúa diciendo, esto significa que las decisiones deben integrar el conocimiento del comportamiento humano con las características del ambiente donde se aplican. La misma CEPAL (2001) indica

---

<sup>3</sup> Esto continúa a pesar de que la antigua idea de las privatizaciones ya no parece tan obvia, especialmente cuando se refiere a energía y gestión del agua. Inversionistas que, en algún momento, parecían ansiosos por arriesgar su capital en plantas energéticas, en Brasil, o de alcantarillado, en África, se están echando para atrás, señala *The Wall Street Journal*. Los consumidores, decepcionados, asocian la privatización con altas tarifas para ellos y mayores beneficios para compañías extranjeras y funcionarios corruptos. El alza en las tarifas ha provocado violentas manifestaciones en Bolivia, Perú, y otros países latinoamericanos. En el primero, en el año 2000, se desencadenó un conflicto con una decena de muertos, 11 días de estado de sitio y violentos disturbios después que triplicaron los precios del agua en Cochabamba, cuando el líquido fue privatizado en favor de empresas extranjeras, como la Tunari, subsidiaria de International Water Limited, de Londres. Una reciente encuesta realizada en 17 naciones de Latinoamérica muestra que 63 por ciento de los consultados opina que la privatización de compañías estatales no ha sido benéfica, indica Dealogic, firma británica de información de mercado. "El Banco Mundial, apóstol de la privatización, está en medio de una crisis de fe. Lo que en los años 90 parecía una idea de cajón ya no parece tan obvia, especialmente cuando se refiere a energía y gestión de aguas". Para más detalles véase *La Jornada*, 22 de julio de 2003.

que la carencia de estos sistemas de articulación para combinar los aportes de ciencias y disciplinas de la sociedad y del ambiente, es una causa de ingobernabilidad en materia de gestión del agua. Las decisiones se toman usualmente en forma simplificada y parcial, con paradigmas preestablecidos, la mayoría de las veces ignorando el comportamiento del entorno natural donde se aplican tales decisiones. Si bien es común encontrar propuestas que consideran los aspectos sociales y físicos, éstas no integran dichos enfoques. Así, hoy la gestión del agua para las agencias gubernamentales se limita a una “buena administración” de la misma; hace algunos años se administraba la oferta y hoy la tendencia es a administrar la demanda.

El sociólogo Niels Röling (citado por la CEPAL, 2001) indica que para ser “racional” en materia de gestión del agua, el tomador de decisiones debe ser capaz de vincular las ciencias sociales con las ciencias naturales. Es importante considerar que muchas veces se piensa que basta con estar informado sobre los efectos que las decisiones de habilitación y uso del territorio y los recursos naturales producen en el medio ambiente para tomar buenas decisiones. Sin embargo, el ser humano tiene una reacción tardía al conocimiento del efecto de sus acciones. Actualmente existe también una marcada ampliación de los objetivos de la gestión del agua y de la forma de lograrlos, los cuales buscan convertir en operativos conceptos tales como desarrollo sustentable a través del fomento de la participación, los enfoques interdisciplinarios, la inclusión del género y los indígenas, entre otros (Dourojeanni, 2002).

En tal sentido, las percepciones de los diferentes agentes y de la comunidad en general van a ser esenciales para la gestión y uso del agua, e incluso para la estabilidad socio-

política y territorial. Se observan, por tanto, un gran número de factores de carácter cualitativo, que van a influir en la planificación, implementación y gestión hídrica, más allá de las consideraciones hidrológicas o económicas. Entonces, cuando menos en el ámbito teórico, la gestión de recursos hídricos ha pasado de ser dominio de algunas disciplinas -como la hidrología o la ingeniería- a enfoques que requieren la concurrencia de disciplinas como la sociología, la antropología, la economía, la geografía, la ciencia política, la historia y otras.

Con base en lo anterior, se puede decir que los mecanismos convencionales –el enfoque extractivo- de administración de las aguas se han tornado objetivamente obsoletos. No obstante, continúan siendo practicados ampliamente. Sin embargo, el *enfoque integral*, todavía en el ámbito teórico-académico, se presenta como respuesta al enfoque extractivo, sobre todo a la incursión del sector privado en la gestión del agua. Este enfoque privilegia la gestión descentralizada y la efectiva participación comunitaria, siempre viendo al agua como un recurso de uso común y que puede manejarse – gestionarse- colectivamente; además, en este enfoque se ve al agua como un fluido en movimiento a través del ciclo hidrológico.

Bajo este enfoque puede verse que la incursión del mercado en el suministro de agua ha provocado problemas. En la mayoría de las comunidades indígenas de la India, por ejemplo, los derechos colectivos sobre el agua y gestión del líquido eran factores clave para la conservación y recolección del agua. Al crear reglas y límites para la utilización del agua, el manejo colectivo de este recurso garantizaba su preservación y acceso equitativo. Sin embargo, con la llegada de la globalización, el control de la comunidad

sobre el agua está erosionándose y cediendo el paso a la explotación privada. Los sistemas tradicionales que renovaban el agua ahora se encuentran en estado de deterioro (Shiva, 2003). Otro ejemplo de manejo colectivo del agua son algunas cuencas de Haití. Se pone este ejemplo para sostener que si el manejo de la propiedad común puede funcionar bajo las condiciones de este país, podría asimismo funcionar bajo otras condiciones más favorables. En Haití, existen pequeñas cuencas que son manejadas adecuadamente bajo responsabilidad común de un grupo de usuarios (White y Ford, 1994).

El enfoque integral privilegia, aunque bajo diversas perspectivas, la concurrencia de diversos campos de la ciencia. Así, Patrick (1994) indica que la crisis del agua se podría aminorar si las agencias estatales y los gobiernos trabajaran usando el conocimiento de diversos campos de la ciencia. Bajo el enfoque integral se considera que un completo entendimiento y una adecuada gestión hídrica deben tener en consideración aspectos económicos, políticos, culturales y sociales, así como las instituciones, los conflictos y los intereses de los distintos actores. Todas las dimensiones que presenta el agua deben participar en el proceso de resolución de problemas relacionados con dicho recurso; aunque los aspectos cuantitativos del ciclo del agua también son igualmente necesarios (Grigg, 1996; Quintana y Funtowicz, 2000).

En el mismo sentido, pero bajo otra perspectiva, con los antecedentes indicados la gestión de los recursos hídricos debe compatibilizar o articular la oferta de los recursos (correspondiente al dominio de las ciencias naturales) con la demanda de la población (dominio de las ciencias sociales), en función de la ciencia y la tecnología (Fernández,

1997; Naiman y Turner, 2000; Whittlesey y Huffaker, 1995). Es decir, aquí se habla de una perspectiva integradora de la ciencia, sin embargo, no se dice cómo se puede poner en la práctica y esto se queda generalmente en el ámbito teórico.

Bajo el llamado enfoque integral se sostiene que para hacer gestión del agua se requiere saber manejar la oferta de este recurso de manera sostenible en el tiempo, a fin de entender los requerimientos en términos de cantidad, calidad y distribución espacial, y considerar todos los elementos de índole natural y social que están presentes en el proceso (OPS/OMS, 2001); es decir, es necesario conocer la disponibilidad<sup>4</sup> y uso de los recursos hídricos. Sin embargo, aquí tampoco se dice cómo hacer esto en el ámbito práctico, en el mundo donde se toman las decisiones. Por otro lado, es previsible que la problemática del agua o la llamada crisis del agua adquiriera un lugar mucho más prioritario en la agenda pública como consecuencia de las demandas sociales y que se requiera buscar soluciones más creativas a los problemas que se generan (Rodríguez, et al. 2003).

### ***2.3.1. La gestión hídrica en Francia: la evolución de los enfoques***

Las agencias gubernamentales de un buen número de países de América Latina ven a México con “avances” en la gestión del agua, en éste los diferentes órganos de gobierno consideran que el modelo de gestión del agua francés (con sus diversos instrumentos de gestión) es el más actual -aunque en estos días Francia está modificando su legislación para adaptarla a la Directiva Marco del Agua de la Unión

---

<sup>4</sup> En el capítulo III de esta tesis se hace un análisis completo del uso que se le ha dado a este término.

Europea<sup>5</sup>. En la gestión del agua<sup>6</sup> en Francia destaca que la centralización del agua se comienza a modificar a partir de la ley sobre el agua de 1964<sup>7</sup> y con la creación de regiones y consejos regionales de 1972 y, sobre todo, con la ley de 1982 que libera a las municipalidades de la tutela y el control, a priori, del Estado; así como con la ley de la pesca de 1984<sup>8</sup>. Por otro lado, mediante la ley de 1964 se crearon los Comités de Cuenca y las Agencias de Cuenca<sup>9</sup> –que entraron en funciones hasta 1967<sup>10</sup>. Los primeros se encargan de todos los programas de mejoramiento de los recursos en calidad y cantidad; las segundas preparan los programas y facilitan su ejecución.

El comité de cuenca que es objeto del Artículo 13 de la Ley del 16 de Diciembre de 1964 y de un Decreto del 14 de septiembre de 1966, tiene jurisdicción sobre la misma área geográfica que la agencia de cuenca. Existen 6 organismos de cuencas: Adour-Garonne, Artois-Picardie, Loire-Bretagne, Rhin-Meuse, Rhône-Mediterranée-Corse y Seine-Normandie. Las seis Agencias del Agua están obteniendo buenos resultados ya

---

<sup>5</sup> Para ver la evolución y características de la gestión hídrica en Francia pueden revisarse, además de los aquí citados, los siguientes textos: Agence de L'Eau Loire-Bretagne (1996); Agence de L'Eau Adour-Garonne (1996); Agence de L'Eau Seine-Normandie (1996); Agence de L'Eau Artois-Picardie (1995); Agence de L'Eau Rhone-Mediterranée-Corse (1996); de Paz (2000); Institut Français de l'Environnement (2001); Laurent y Ruelland (2004); Valiron *et al.* (1990); Vieillard (2001).

<sup>6</sup> El autor de esta tesis participó en el proyecto "El territorio y sus construcciones: Miradas cruzadas México-Francia" financiado por ECOS-NORD-ANUIES-CONACYT; en el marco del cual realizó en el 2005 una estancia de investigación de 45 días en diferentes regiones hidrográficas francesas.

<sup>7</sup> Véase: Ministère de L'Environnement. 1994.

<sup>8</sup> Entrevista con Corinne La Rue, Profesora de Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux de la Faculté des Sciences et Techniques de la Universidad François Rabelais de Tours. Octubre de 2005.

<sup>9</sup> La agencia de cuenca tiene su fundamento en el artículo 14 de la citada ley; es un establecimiento público de carácter administrativo, dotado de personalidad civil y de autonomía financiera que tiene por objeto facilitar las acciones de interés común en la cuenca. Tiene como fin establecer mecanismos de solidaridad entre los usuarios de una misma cuenca y de promover una política de gestión económica del agua. Contribuye a la ejecución de investigaciones y programas generales de manejo de cuencas. Se constituye de 8 representantes de colectividades territoriales, 8 representantes de diferentes categorías de usuarios, 8 representantes del Estado y un comisionado del gobierno designado por el ministro del ambiente.

<sup>10</sup> Entrevista con Corinne La Rue, Profesora de Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux de la Faculté des Sciences et Techniques de la Universidad François Rabelais de Tours. Octubre de 2005

que han introducido un elemento descentralizador y parten de la representación directa del usuario final que puede expresar sus opiniones y problemas en el consejo de dirección de estas agencias; éstas actúan como financiadoras (administradoras) y animadoras, ya que son las Comunidades Locales de Agua (CLA) las que desarrollan y aprueban el Schéma Directeur D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) que es elaborado por el Comité de Cuenca a iniciativa del Prefecto Coordinador y, por otro lado, está el Schéma D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), que son elaborados por las comisiones locales del agua creadas por la prefectura, éstos establecen una planificación coherente y territorial (al nivel de cuenca) de los recursos hídricos y de los medios acuáticos (Barraqué, 1995; Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 2003); la CLA está conformada por representantes de usuarios, las municipalidades y del Estado<sup>11</sup> (de Paz, 2000).

Ahora bien, la Ley del 3 de enero de 1992 sobre la gestión equilibrada del agua crea disposiciones como el SDAGE y el SAGE; esta ley planteó, por primera vez en el derecho francés, el principio de la administración integrada o administración equilibrada del recurso; su objetivo es asegurar la preservación de los ecosistemas acuáticos, protección contra la contaminación y desarrollar el agua como un *recurso económico* (Zelem, 1998).

---

<sup>11</sup> Jean François Mignot, Ingénieur chef de projet. Agence de l'eau Loire-Bretagne. Entrevista 28 de octubre de 2005. Jean François Talec, Director de Asuntos Internacionales. Agence de l'eau Loire-Bretagne. Entrevista 28 de octubre de 2005. Estos dos funcionarios de la Agencia del Agua sostienen que lo que permite el funcionamiento de la gestión del agua, es que la agencia tienen capacidad de cobro y de financiamiento a los usuarios.

El SDAGE reagrupa seis grandes temas: 1) Gestión de los medios acuáticos y litorales; 2) gestión cualitativa del recurso; 3) gestión cuantitativa del recurso; 4) gestión de riesgos de crecidas e inundaciones; 5) organización y gestión de la información del agua; y 6) organización de la gestión integrada. Los actores de la gestión integrada en Francia son el Estado, los usuarios y sus grupos, los actores locales de elección. El SDAGE define el marco de futuros SAGE e identifica en forma particular los sectores prioritarios.

El SAGE es un instrumento de planificación de largo plazo que fija los objetivos generales de uso, de desarrollo, de protección cualitativa y cuantitativa de recursos hídricos superficiales y subterráneos en una *cuenca* que corresponde a una unidad hidrográfica o hidrogeológica. Regula las actividades y el uso del suelo que tienen impacto en los recursos hídricos. Implica una reflexión sobre los métodos de cooperación intercomunal. Permite traducir en forma concreta las prioridades definidas por el SDAGE.

Así, la noción de gestión integral en Francia se desarrolla después de algunos años, en particular después de la Ley sobre el Agua del 3 de enero de 1992 y esto es el origen del SDAGE y el SAGE (Ministere de L'Environnement-Agence de L'Eau Rhone-Mediterranée-Corse, 1995).

Existen dos formas de gestión (administración) del agua en Francia:

La gestión directa o administración. En ésta la comuna conserva el control total del servicio y la gestión (administración), después de haber financiado las obras. En todos los casos es la comuna quien, en definitiva, debe asegurar el equilibrio del servicio. Ella fija, en consecuencia, el precio de venta del servicio al usuario, mismo que incluye el suministro de agua y un monto por el saneamiento del agua usada (Barbe et al. 2003; Loriferne, 1987; Valiron et al. 1990; Vieillard, 2001).

Gestión delegada. Aquí es una empresa privada, que la colectividad de la comuna selecciona, la encargada del suministro del servicio. Existen dos tipos de contratos que definen este tipo de gestión (administración) del agua potable: A) La concesión. Aquí la concesionaria financia las obras de servicio y las explota (cobrando a los usuarios) hasta el final del período de concesión. Finalmente, entrega las obras “gratuitamente” a la colectividad. Con la remuneración que obtiene cubre los gastos de administración y los gastos financieros relativos a la inversión. B) Arrendamiento. Aquí, por ejemplo, un agricultor recibe de la colectividad las obras y las explota hasta el final del arrendamiento; finalmente, las regresa a la colectividad en buen estado. Su remuneración cubre exclusivamente los gastos de explotación (Valiron et al. 1990; Vieillard, 2001).

Ahora bien, existen nuevas perspectivas en función de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea. ¿Cuáles son las modificaciones que sufrirá la legislación francesa en materia de agua? ¿Las condiciones actuales de gestión del agua están acordes con la Directiva Marco? ¿La cuenca hidrográfica será siendo considerada como la unidad de gestión del agua, ha funcionado ésta como unidad de gestión?

En el año 2000 la Unión Europea votó una Directiva Marco en la que se instauran los distritos hidrográficos para la gestión del agua, considerando el modelo francés del gestión del agua (Le Marchand, 2003). El objetivo de la Directiva Marco es el uso prudente y racional de los recursos naturales y dentro de ellos el agua, así como las acciones preventivas y la aplicación del principio contaminador-pagador. Por otro lado, la situación en materia de agua y su protección es muy distinta en cada uno de los países de la Unión Europea. Sin embargo, estas diferencias ya están asumidas en la Directiva, ya que establece períodos de transición de quince años en la mayoría de sus enunciados (de Paz, 2000).

Los objetivos que marca la Directiva son resumidos por de Paz (s/f) como: 1) Gestión integrada de las cuencas hidrográficas, que aplica la política ambiental del agua de forma integral desde el nacimiento de los ríos hasta el mar. 2) Contemplar íntegramente las aguas superficiales y las subterráneas, así como su cantidad y calidad. 3) Control de los vertidos y emisiones y tendencia a su eliminación inmediata o progresiva para conseguir un buen estado de todas las aguas en el plazo de quince años desde la entrada en vigor de la Directiva.

La Directiva establece dos instrumentos que es importante destacar, ya que están a la orden del día: introducción de políticas de tasación y tarificación de aguas y participación ciudadana en la toma de decisiones que le afectan.

### **2.3.2. La Gestión de recursos hídricos en México: un proceso largo y de corto alcance**

Antes se mencionó que en México se usa la experiencia francesa como referente para la gestión hídrica; sin embargo, en México existe un largo proceso de gestión hídrica<sup>12</sup>, aunque éste puede ser considerado como de corto alcance. Sin embargo, *la gestión oficial*<sup>13</sup> del agua en México se ha desarrollado en dos periodos difusos, sobre todo en lo que se refiere a su aplicación práctica.

Así, el *primer período* abarca de fines del siglo XIX hasta los primeros años de la década de los años 90 del siglo XX. En esta fase, en 1917, se creó la Secretaría de Agricultura y Fomento, y posteriormente la Comisión Nacional de Irrigación, para ordenar el uso de los recursos suelo y agua en el país (Aboites, 1998). Para instrumentar la política de desarrollo regional y el manejo eficiente de los recursos naturales en el país se crearon a partir de 1947 siete comisiones de cuencas hidrográficas, las cuales fueron organismos descentralizados de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (Tortolero, 2000).

La Comisión del Papaloapan se estableció en 1947 y a partir de esa fecha se constituyeron las Comisiones del Grijalva-Usumacinta, Tepalcatepec, Balsas, Lerma - Santiago, Fuerte y Pánuco, las cuales tenían entre sus responsabilidades realizar obras de contención en los ríos, presas de almacenamiento para la regulación de avenidas,

---

<sup>12</sup> Para tener idea de la evolución de la gestión del agua en México pueden revisarse, además de los aquí citados, los siguientes textos: García (1981); Martínez (1999); Tortolero (2000); Vargas y Mollard (2005).

<sup>13</sup> Por "gestión oficial del agua" se entiende aquí la que practica e impulsa el Estado Mexicano.

obras de irrigación, plantas hidroeléctricas, sistemas de agua potable, sistemas de comunicación tales como vías de navegación, puertos, carreteras, ferrocarriles, telégrafos, teléfonos, la creación y ampliación de los centros de población, desarrollos agropecuarios, forestales y agroindustriales. También se inició la realización de estudios y proyectos y, en algunos casos, el reacomodo y cambios de uso del suelo para desarrollos agrícolas, con su consecuente impacto ecológico (Elwell y Polerman, 1980; Barkin y King, 1978). Lo anterior bajo el enfoque extractivo con altos componentes de tipo ingenieril.

Para fortalecer la participación de los gobiernos de los estados en el desarrollo regional la mayor parte de las comisiones hidrológicas han desaparecido y las funciones del desarrollo fueron transferidas a las entidades federativas y a las delegaciones federales correspondientes. La Comisión del Valle de México continúa con su operación para cumplir con el objetivo planteado.

Los programas de manejo de cuencas en pequeñas unidades de drenaje se han desarrollado en México desde la creación de la Dirección de Manejo de Cuencas Hidrológicas, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Esta Dirección realizó un proyecto en la Cuenca Piloto de la presa "El Marqués", que es una subcuenca del Río Alfajayucán, estado de Hidalgo (Soto, 1979). En el Programa de Manejo de Cuencas en el Río San Buenaventura, D. F., se construyeron 377 presas de control de azolves, para evitar problemas de inundación y azolvamiento en las obras de infraestructura (SARH, 1974).

Así, en ese primer periodo se puede ver una marcada centralización de la gestión del agua. Se privilegia la construcción de grandes obras hidráulicas –embalses- por parte del gobierno federal mexicano; sobre todo, se privilegia e incentiva la ampliación de la frontera agrícola; se otorgan derechos de agua sin poner consideraciones ambientales (Vargas, 2004).

El *segundo período* abarca desde los primeros años de la década de los 90's del siglo XX. Este período es el resultado de la crisis fiscal del Estado, de la apertura comercial y la incorporación de mecanismos de mercado; pero sostenido, sobre todo más en el papel que en la práctica, por la búsqueda de una mejor distribución del agua, un uso eficiente de ésta, y la participación social y política de la sociedad en la gestión del líquido (López, 2005; Vargas, 2004). Así, se quiere pasar, sólo en teoría, de un modo de regulación estatal a otro en el que se pretende incorporar a los sectores sociales y privados en su manejo, incentivando, por parte del Estado mexicano, mecanismos de asignación que tienen su fundamento en la lógica del mercado.

En este período se crea, por Decreto Presidencial de fecha 16 de enero de 1989, la Comisión Nacional del Agua (CNA). Actualmente, en esta institución recae la *gestión oficial del agua* en México. Este organismo gubernamental ha promovido la “participación” de los usuarios; sin embargo, esta participación es regulada y “supervisada” por la misma CNA. Aquí es importante destacar que la participación social es producto de la presión ejercida por la sociedad civil en el afán, sobre todo, de ser considerada en las decisiones políticas. Sin embargo, las agencias

gubernamentales, buscando no perder poder en la toma de decisiones, han promovido una participación social “regulada” mediante leyes y reglamentos.

En ese sentido, se dice que el marco legal en materia de agua en México requería ser actualizado y en 1992, tres años después de la creación de la CNA, se promulga la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y en 1994 se establece su reglamento, el cual es reformado en 1997. Así, la LAN introdujo el desarrollo integral sustentable, la participación de los usuarios, el reconocimiento de un mercado de derechos de agua, la certeza “jurídica” de los usuarios a partir de un título de concesión, hacer pública la disponibilidad del agua, contar con un Registro Público de Usuarios y la creación de los llamados Consejos de Cuenca. En 2004, se reforma y adicionan diversas disposiciones a la LAN y se impulsan a la Comisión Nacional del Agua como la autoridad del agua, apoyada, según estas reformas, por los Organismos de Cuenca. Esta ley reformada introduce conceptos como gestión del agua, gestión integrada de los recursos hídricos, mercados y bancos del agua; considera al agua como un bien de dominio público, vital, vulnerable, finito, con valor económico; y que está en manos, sobre todo, del Estado y de la sociedad preservar su calidad y cantidad.

La estructura burocrática de la CNA se organiza en 13 regiones hidrológico-administrativas. Cuenta con gerencias regionales y estatales como órganos desconcentrados de la CNA. Impulsa la “participación social” a través de los organismos de cuenca (Consejos de Cuenca, Comités de Cuenca y, en el caso del Agua Subterránea, los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas –COTAS-); actualmente existen 25 Consejos de Cuenca, 63 COTAS y 19 Comités de Cuenca. Se establece que

estos organismos son mixtos, con participación “mayoritaria” de los usuarios, con participación de la sociedad y, sobre todo, de los tres órdenes de gobierno. Es decir, es una participación social regulada.

La Ley de Agua Nacionales (LAN) establece el marco jurídico para la *Gestión Oficial del Agua* en México. Este marco jurídico, en el papel, privilegia el enfoque integral; sin embargo, en la práctica de la gestión “oficial” del agua, el enfoque extractivo es el que prevalece. En la LAN se establece que la *Gestión del Agua* debe entenderse como un proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración; 2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua; y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. Sin embargo, esta Ley establece que *la gestión del agua comprende, en su totalidad, a la administración gubernamental del agua.*

La *Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*, según la ley, debe entenderse como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar

social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable (Ley de Aguas Nacionales, DOF, 29 de abril de 2004).

Para los fines de esta investigación, la Gestión Hídrica se entenderá como un conjunto de procesos históricos y actuales del aprovechamiento del agua y los valores y rasgos culturales vinculados a su apropiación en el marco de una cuenca específica. Este conjunto de procesos incorpora las percepciones de los diferentes agentes y de la comunidad en general, así como los aspectos normativos y de reglamentación local. De igual modo, son esenciales la disponibilidad de recursos hídricos y su evaluación. Todo lo anterior teniendo como referencia el recorte espacial que es la cuenca hidrográfica, que permite observar, estudiar y analizar los procesos que se dan en forma natural y social. Además, permite formular e implementar las acciones requeridas para evitar la degradación del agua siempre con el objetivo de satisfacer las necesidades de bienes y servicios de los grupos humanos que en ella viven y de otros que existan fuera de la cuenca, esto sin acelerar, si no más bien prevenir, controlar y revertir, los procesos de degradación.

La LAN establece que la *Región hidrológica* es el área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la *cuenca hidrológica* como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región

hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por lo tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por entidades federativas y municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico – administrativa (Ley de Aguas Nacionales, DOF, 29 de abril de 2004).

La *Región Hidrológico – Administrativa* es el área territorial definida de acuerdo con criterios hidrológicos, integrada por una o varias regiones hidrológicas, en la cual se considera a la *cuenca hidrológica* como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos y el municipio representa, como en otros instrumentos jurídicos, la unidad mínima de gestión administrativa en el país (Ley de Aguas Nacionales, DOF, 29 de abril de 2004).

La *cuenca hidrológica* es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde escurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio, delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna y otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica, está a su vez, integrada por

subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas (Ley de Aguas Nacionales, DOF, 29 de abril de 2004).

Por otro lado, en este segundo período, para el manejo ambiental integral por cuencas en México se creó la figura de Coordinación Regional de Cuenca, cuyo fin es fortalecer las funciones de planeación y gestión ambiental por cuenca. Actualmente, sólo se ha creado la Coordinación Regional de la Cuenca Valle de México, integrada por cuatro estados. Esta Coordinación está dedicada exclusivamente a tareas de planeación; gradualmente se le transferirán las funciones de gestión que actualmente realizan las delegaciones estatales de la Secretaría del Medio Ambiente (SEMARNAT). El manejo de cuencas es un proceso aún inconcluso que, por lo mismo, necesita tiempo para poder evaluar sus resultados (Rodríguez, *et al.* 2003). Así, la gestión de recursos hídricos en general y, en particular, la gestión hídrica por cuencas es un proceso que requiere de investigaciones, que integren los aspectos sociales y biofísicos que están presentes en la cuenca. Sin embargo, en la práctica, el proceso de gestión hídrica en México bajo el enfoque integral aún no ocurre, ya que no se consideran los aspectos sociales, ambientales y económicos que influyen en la cuenca. Se da respuesta a los problemas que se van presentando y no se presentan soluciones integrales. Por ejemplo, la sequía o las inundaciones se resuelven sin un enfoque integral con medidas de corto plazo.

#### ***2.4. La cuenca hidrológica como espacio físico para la gestión del agua***

En el ámbito teórico pero también en el ámbito legal, como puede verse en la discusión anterior, se establece que la cuenca hidrológica es el marco espacial para la gestión hídrica. Este considerando no es nuevo ya que desde la década de los años 30 y más en los 70 del siglo XX se viene impulsando esa idea (véase: Forbes y Hodges, 1971; Grigg, 1996; White y Ford, 1994).

Sin embargo, aún existe el dilema de cómo pueden tomarse decisiones a nivel de cuencas cuando las decisiones políticas se realizan en las ciudades, a nivel estatal o federal, las cuales consideran límites jurisdiccionales que no coinciden con los de la cuenca y más aún si se considera que la visión predominante es el enfoque ingenieril o extractivo. Así, a pesar de que en teoría se acepta este espacio físico como el más idóneo para la gestión integral de los recursos hídricos, las acciones gubernamentales, políticas y económicas siguen respondiendo a espacios físicos definidos por aspectos políticos, administrativos y económicos (Dourojeanni, 2000). Es decir, que aún no se entiende en los diversos niveles administrativos de gobierno que los procesos físicos no respetan límites administrativos.

En la vasta literatura que discute la pertinencia de este espacio territorial como unidad de análisis se pueden observar, grosso modo, dos enfoques: el oficial, esto es, el que impulsan las agencias gubernamentales (nacionales e internacionales) y; por otro lado, el independiente, esto es, el que impulsan los investigadores y/o las organizaciones no gubernamentales.

El enfoque de cuenca hidrográfica que impulsan las agencias gubernamentales tiene su mayor desarrollo a partir de la década de los setentas del siglo XX. Así, se ha insistido en que la cuenca es el área más adecuada para la gestión de los recursos hídricos y su relación con las diversas actividades sociales y económicas que realizan los diferentes grupos humanos al interior de la misma. Esto se ha discutido en conferencias internacionales como la de Naciones Unidas sobre el Agua, celebrada en Mar de Plata, Argentina en 1977; la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente “El Desarrollo en la Perspectiva del Siglo XXI”, realizada en Dublín, Irlanda, en 1992; la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992; la Conferencia internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible, efectuada en París, Francia, en 1998; y la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce “El agua: una de las claves del desarrollo sostenible”, realizada en Bonn, Alemania, en 2001.

La Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 2001) señala que la cuenca es la unidad óptima de gestión territorial para la planificación y administración de los recursos hídricos. Empero, también menciona que las jurisdicciones político-administrativas no coinciden con los límites territoriales de las cuencas. Más aún, algunas de las decisiones que afectan al ciclo hidrológico, el uso del agua y a los habitantes de una cuenca se toman sin considerarla como un sistema integrado. Lo anterior también es considerado por la GWP (2000) cuando indica que el manejo de los recursos hídricos y el suelo debe garantizar que se mantengan los ecosistemas de la cuenca.

Desde el ámbito teórico se sostiene que la cuenca hidrográfica es el espacio idóneo para la gestión hídrica. Así, por ejemplo, Oropeza (1999) menciona que en la reunión anual de la Asociación Mundial de Hidrología de Cuencas, celebrada en 1992, se indicó que la unidad fundamental para el manejo de los recursos agua, suelo y vegetación era la cuenca. Basterrechea et al. (1996) indican que las posibilidades de diferenciación espacial y de integración conceptual de la cuenca hidrográfica hacen de ella un marco geográfico propicio para entender los impactos humanos y naturales. Es, además, un espacio apropiado para planificar e implementar las actividades y medidas de corrección del impacto producto del uso y manejo de los recursos.

Así, la cuenca hidrográfica es un concepto útil para planificar el aprovechamiento del agua al servicio de diversas necesidades humanas. Sin embargo, hay que admitir que esta funcionalidad conceptual no corresponde en todas las circunstancias geográficas e históricas con una viabilidad práctica. Es frecuente que en este territorio se presente una variedad de identidades sociales y de rasgos culturales asociados a los usos del agua (Melville, 2000). Melville (2000) indica que algunos datos de la ocupación humana, como son la densidad demográfica y los principales cultivos en la cuenca, son admitidos con relativa facilidad; sin embargo, existen otros datos y rasgos culturales de una región, vinculados en diversos grados a la apropiación y uso del agua, que se dejan fuera.

Dourojeanni (2002) sostiene que las cuencas son las principales formas terrestres dentro del ciclo hidrológico que captan y concentran la oferta del agua que proviene de la precipitación. Es decir, desde el punto de vista hidrológico la cuenca es el área que

permite conocer y determinar en forma más adecuada la disponibilidad hídrica y, con esto, una mejor gestión del recurso. Esto se contrapone, como ya se ha mencionado, a la gestión del recurso considerando límites administrativos y a una gestión parcelada del mismo. Por otro lado, indica que la cuenca constituye un área en donde interdependen e interactúan, en un proceso permanente y dinámico, el agua con otros elementos del sistema biofísico. Finalmente, este autor sostiene que en el territorio de la cuenca se producen interrelaciones e interdependencias entre el sistema biofísico y el socioeconómico o, como se indica aquí, el sistema socioeconómico, formado por los seres humanos que interactúan sobre éstos, bien como habitantes de la cuenca o como agentes externos.

La cuenca es la unidad espacial que permite abordar los conflictos y problemas asociados al uso y acceso al agua. Este espacio permite considerar las condiciones hidrológicas para comprender y resolver la complejidad de distribución y gestión del agua, así como el establecimiento de reglas claras de reparto y de mediación de conflictos (Vargas, 2004).

Por otro lado, a pesar de las bondades que puede ofrecer la cuenca hidrográfica como espacio geográfico para la gestión del agua, sigue siendo objeto de polémica incluso en los países de la Comunidad Económica Europea donde se habla de las Demarcaciones Hidrográficas que abarcan un espacio mayor al de la cuenca; su semejanza es que ambas están definidas por el sistema de drenaje superficial o fluvial. Las demarcaciones hidrográficas se definen como ámbitos espaciales para la protección integral de las aguas, tanto continentales y costeras asociadas a las diferentes cuencas.

Esta polémica puede entenderse porque en México, y en la mayoría de los países de América Latina, a pesar de que en teoría se acepta este espacio físico como el más idóneo para la gestión integral de los recursos hídricos, las acciones gubernamentales, políticas y económicas, siguen respondiendo a demarcaciones definidas por aspectos políticos, administrativos y económicos (Dourojeanni, 2000). Es decir, aún no se entiende en los diversos niveles administrativos del gobierno que los procesos físicos no respetan límites administrativos. Más aún, la tan mencionada integración del sistema biofísico con el sistema socioeconómico resulta ser un mito, ya que, por un lado, los investigadores teorizan sobre la importancia de esta integración y, por otro, las agencias gubernamentales nacionales e internacionales distorsionan estas teorías y las modifican para usarlas como instrumentos que permitan la aplicación de las políticas públicas que impulsan.

En América Latina existe un largo historial de gestión del agua a nivel de cuencas. Esta historia es, sin embargo, muy variada y con diferentes niveles de continuidad y cobertura, inclusive dentro de un mismo país hay diversos grados de (in)formalidad institucional. Hay entidades que sólo han construido obras hidráulicas, otras que sólo distribuyen agua, otras que han sido creadas pero nunca han operado, entidades “piloto” sin réplicas en el país, muchas han sido proyectos que desaparecieron al terminarse el apoyo externo, otras más son dirigidas sólo desde el sector usuario (Véase: Aguilar-Robledo, 1995; Castelán 2000; Martínez, 1999; Melville, 1996 y 2000).

La experiencia en América Latina y de otros países en el proceso de gestión integral es incipiente; se practica en muy pocas cuencas de algunos países<sup>14</sup>. Las políticas para utilizar el territorio de una cuenca como base para la gestión del agua han tenido diferentes enfoques y una desigual evolución en los países de esta región. Desde fines de los años 30 del siglo XX, en varios países latinoamericanos se han tratado de adoptar los modelos de gestión del agua a nivel de cuencas, pero ha habido –y hay actualmente- una serie de dificultades.

Los aspectos positivos, que representan avances reales en relación con el pasado, y que pueden destacarse de las pocas experiencias de gestión hídrica por cuenca en América Latina son las siguientes: 1) ahora hay espacios institucionales abiertos, descentralizados, donde se da una integración regional de los organismos y entidades gubernamentales y no gubernamentales que antes actuaban de forma aislada; las ganancias que puedan resultar de esta forma de gestión compartida parecen ilimitadas; 2) ahora hay nuevos personajes en escena -las organizaciones de la sociedad civil- participando en el proceso de toma de decisiones, influyendo en la búsqueda de soluciones más adecuadas para los problemas locales y fiscalizando a los gobiernos; 3) existe mayor difusión de los temas y problemas ligados a los recursos hídricos y, por lo tanto, menor margen de maniobra para los sectores que siempre se beneficiaron de su uso descontrolado; 4) en estos espacios creados hay mayor posibilidad de neutralización de las prácticas clientelares que caracterizan a la administración.

---

<sup>14</sup> Los interesados en estas experiencias pueden ver: Casaza, (2003); Datta y Malabika (1997); Hercilio de Freitas (2002); Ismodes, (2003); Jiménez, et al. (2003); Ortíz y Campos, citados por Campos et al. (2001).

Por otro lado, las conclusiones que se han desprendido para promover el desarrollo sostenible de los recursos –no sólo del agua- de cuencas hidrográficas (Özyuvaci et al. 1997) son:

1) La educación y la formación de las comunidades mediante trabajos de extensión son fundamentales para elevar el nivel de vida de las comunidades rurales.

2) La transferencia de pequeñas tecnologías como la agrosilvicultura, la apicultura, la ganadería doméstica, la mejora de pastizales, etc. es un medio para lograr las metas económicas.

3) La participación de la comunidad es necesaria pero no suficiente para promover el desarrollo sostenible de las cuencas.

4) La política de ordenación de cuencas y las medidas legislativas deben diseñarse sin dejar canales abiertos a las políticas locales que lleven a la gente al abuso y a malos sistemas en las cuencas hidrográficas. Este tema debe ser controlado y vigilado por organizaciones no gubernamentales.

5) Independientemente de las cualidades y buenas calificaciones del personal técnico empleado por las organizaciones gubernamentales, la falta de coordinación entre éstas puede ser un serio inconveniente para cumplir las metas de gestión integrada de cuencas. Por ello, es absolutamente necesario lograr una integración de los esfuerzos y de las fuerzas aportadas por las organizaciones participantes.

6) Como cada cuenca es una entidad topográfica e hidrológica singular, las medidas técnicas y socioeconómicas deben basarse en datos y resultados seguros proporcionados por una investigación de caso.

7) Las cuestiones fundamentales de la ordenación y la rehabilitación pueden manejarse y lograrse más fácilmente en pequeñas cuencas unitarias, lo que facilita la integración de los resultados en el mosaico de una cuenca fluvial.

8) La problemática asociada al uso de los recursos hídricos ha demostrado claramente la interdependencia de individuos, comunidades, municipalidades, estados y naciones. La ordenación de estos recursos para obtener el máximo beneficio para esta generación y las próximas requerirá la cooperación de toda la población.

Sin embargo, es preciso reconocer que subsisten deficiencias crónicas a superar. Primero, la información pública: los problemas ligados al agua, las campañas de recuperación y protección aún no llegan al público en general, ni a los medios de comunicación. Luego, se encuentra la concentración (monopolio) del conocimiento técnico en poder del Estado: la relativa falta de preparación de las organizaciones no gubernamentales que le impiden una intervención más consistente. Abrir el conocimiento y la información parecería significar pérdida de poder (Albuquerque, 2000).

El tema ha recobrado vigencia en los años recientes, debido a que los países de la región están tratando de lograr metas de gestión integrada de los recursos hídricos y de

desarrollo sustentable (Dourojeanni, 2002). Sin embargo, es necesario considerar, como lo hacen Dourojeanni (2000) y la Comunidad Económica Europea con su concepto de Demarcaciones Hidrológicas, que la cuenca hidrográfica no es el único espacio dentro del cual se pueden gestionar los recursos hídricos. Por ejemplo, los límites de la cuenca hidrográfica regularmente no coinciden con los límites de las aguas subterráneas, es decir, con el de las llamadas “cuencas subterráneas”, cuyos linderos son establecidos por el contorno del acuífero.

En tiempos relativamente recientes se han buscado ampliar las acciones de aprovechamiento del agua, incorporando primero enfoques de uso múltiple. Posteriormente, se han incorporado usos múltiples pero considerando aspectos ambientales y, en muy pocos casos, en cuencas más pequeñas se han tratado los aspectos sociales. Esto da lugar al nacimiento del enfoque de *gestión integral de los recursos hídricos*, enfoque que actualmente es más teórico que práctico (Dourojeanni y Jouravlev, 1999; Dourojeanni, 2002). La palabra “integral” es una expresión más de la intención de conducir procesos de gestión que tomen en cuenta más variables que las usualmente acostumbradas en la gestión del agua.

Es importante indicar que es cierto que, desde el punto de vista teórico, el enfoque de cuenca es muy adecuado, pero desde el punto de vista práctico se requiere del concurso de muy diversos y distintos actores, que tienen en sus manos las “parcelas” y un cierto tipo de poder político, el cual, indudablemente, no quieren perder. Por lo tanto, dado el escaso conocimiento de la gestión integral de los recursos hídricos que tienen los actores mencionados, la aplicabilidad de este enfoque es muy limitada. Sin

embargo, aquí surge la pregunta: ¿bastará con tener los conocimientos teóricos para lograr una gestión de recursos hídricos bajo el enfoque de cuencas? Está demostrado que la respuesta a esta pregunta es no, ya que con tantos teóricos de la gestión del agua, los problemas mencionados ya hubiesen sido superados. Esto es, no es sólo con teoría como se resolverán los problemas del agua.

#### ***2.4.1. Los sistemas hídricos como sistemas complejos: el caso de la cuenca hidrográfica***

En ninguna de las definiciones de la cuenca hidrográfica se considera que ésta es en sí misma un sistema hídrico complejo en donde convergen el sistema biofísico y el sistema socioeconómico; sí se dice que entre estos dos sistemas se generan relaciones e interdependencias; sin embargo, esto se deja en el ámbito teórico y no se dice cómo “descubrir” en la realidad esas relaciones; esto es, la estructura misma del sistema hídrico: la cuenca hidrográfica, pues. Es así que la cuenca hidrográfica representa un sistema hídrico complejo, que vincula en tiempo y espacio a la sociedad y su historia con el ambiente. Para buscar respuestas a esta interrogante aquí se sostiene que la cuenca es un sistema complejo y, por lo tanto, se requieren elementos teóricos<sup>15</sup> para identificar cuando menos sus componentes.

---

<sup>15</sup> Existen diversas teorías de sistemas y se pueden notar profundas diferencias entre ellas; sin embargo, el enfoque sistémico ocupa un espacio en expansión; la antítesis de estas posturas es el reduccionismo que asume que para conocer el objeto de estudio basta con el análisis de sus partes más simples (Duval, 1999). Discusiones teóricas sobre estos conceptos pueden encontrarse en Bertalanffy (1976); Luhmann (1990 y 1996); Maturana (1995); Prigogine y Nicolás (1987); Ramírez (1999) y Vayda (1987).

Un sistema es un conjunto de variables dadas en el que cualquier cambio en el valor de una de ellas da como resultado un cambio en el valor de al menos otra variable (Rappaport, 1987). Para Bertalanffy (1976), qué se define y describe como sistema es algo que no tiene una respuesta evidente o trivial. Así, este autor distingue entre sistemas reales, por ejemplo una galaxia, un perro, una célula o un átomo, que existen independientemente del observador; y en sistemas conceptuales, por ejemplo la matemática, la lógica, que son, dice este autor, construcciones simbólicas.

Para Bertalanffy (1976), un ecosistema o un sistema social es “real”, lo cual se aprecia, dice, cuando el ecosistema es perturbado por la contaminación o la sociedad presenta tantos problemas insolutos y sostiene que no se trata de objetos de percepción u observación directa, sino más bien son construcciones conceptuales. Al variar las condiciones impuestas a un sistema, éste puede presentar diversas formas de comportamiento dependiendo de su naturaleza (Prigogine y Nicolás, 1987). Así, para Prigogine y Nicolás (1987) un sistema económico, el lenguaje, el cerebro de los mamíferos o también la más discreta de las bacterias constituyen “sistemas complejos<sup>16</sup>”.

Para García (2000), un sistema es una totalidad con propiedades que no son simplemente un agregado de las propiedades de sus elementos. A esto se le ha

---

<sup>16</sup> La teoría de los sistemas complejos se contraponen al llamado “método analítico clásico”, que supone que la entidad (o sistema) está constituida de partes discernibles; además, que existe la posibilidad de aislar cadenas causales. Supone este método que la interacción (relaciones) entre las partes es lo suficientemente pequeña como para ser despreciable y así se procede a aislar dichas partes y luego se suman, lo que supone una descripción del todo en términos de los comportamientos de las partes (Bertalanffy, 1976; Ramírez, 1999). Pero, como sostiene García (1994), las interacciones entre la totalidad y las partes no pueden ser analizadas fraccionando el sistema en un conjunto de áreas parciales que correspondan al dominio disciplinario de cada uno de los elementos.

llamado sistema complejo. Cuando se estudia un sistema complejo determinado no se pueden analizar “todos” sus elementos, no sólo debido a una imposibilidad material sino por razones prácticas (García, 2000). El investigador nunca puede ocuparse de manera significativa del infinito número de variables que se le presentan y debe, por tanto, efectuar una selección. Sin embargo, dice Vayda (1987), la tendencia ha sido, tanto en las ciencias sociales como en las ciencias naturales, definir las variables como si perteneciesen a sistemas separados, interrogándose posteriormente sobre la influencia mutua de los sistemas. Así, investigar un sistema complejo significa estudiar un “trozo de la realidad” que incluye aspectos biofísicos y sociopolíticos.

García (2000) sostiene que organizar los objetos, situaciones, fenómenos de la realidad empírica, significa establecer relaciones entre ellos y que el análisis de un sistema complejo no se da por la simple adición de estudios sectoriales correspondientes a cada uno de los elementos. Así, cualquier alteración en un sector se propaga de diversas maneras a través del conjunto de relaciones que definen la estructura del sistema (García, 1994). La selección de los componentes (elementos, límites del sistema y sus interrelaciones, tanto internas como externas) depende de los objetivos de la investigación, y estará determinada por las *preguntas de investigación* formuladas.

Las preguntas no surgen de un investigador neutro sino que involucran su concepción del mundo y de la sociedad; a esto se le ha denominado marco epistémico. Aquí se niega que las características del sistema estén dadas y sean accesibles a la experiencia directa de cualquier “observador neutro” (García, 1986; 2000).

Es inevitable que en el estudio en marcha se busquen las relaciones que existen entre un limitado número de elementos que son abstraídos del sistema complejo analizado. Esto significa, indica García (2000), que se tomen en cuenta algunos elementos y no otros, lo que está implicando de por medio una *interpretación* previa de los elementos seleccionados. García (2000) no da sugerencias sobre cómo proceder en la interpretación y en la abstracción de los elementos del sistema. Lo que se explica si se observa que cada investigación tiene sus particularidades y que, con base en éstas, quien está realizando la misma debe llevar a cabo este proceso. García (1986), sostiene que la organización de los “observables” requiere de instrumentos asimiladores de la experiencia previamente construidos; estos instrumentos, en principio, son esquemas de acción y luego se convierten en esquemas conceptuales. Por otro lado, García (2000) indica que el problema se complica cuando se procede a analizar las relaciones que se dan entre los elementos considerados como relevantes.

Entonces, un sistema complejo se construye o es construido por el investigador con los elementos abstraídos del mismo y las relaciones y procesos inferidos; esto es, el sistema no está definido, pero es definible y esta definición sólo puede surgir en cada caso particular en el transcurso de la propia investigación (García, 1986; 2000). Así, se define al sistema como una construcción conceptual producida por el investigador, en la que representa los componentes más significativos que fueron incluidos en el sistema (Duval, 1999; García, 1986; 2000; Lugan, 1990).

Así, por ejemplo, el análisis de ciertos procesos socioambientales, a pesar de que abarca procesos heterogéneos del medio físico, del medio social, de la esfera

productiva y de la tecnología, se limita a menudo a un solo ámbito disciplinario; el especialista ignora las múltiples interacciones que se dan entre estos elementos, los ignora porque pertenecen a otro campo disciplinario o por que no advierte las relaciones subyacentes y recurre a esquemas unicausales. Entonces, al reconocer una sola causa se construyen esquemas explicativos lineales (Duval, 1999).

Luego, construir un sistema significa, dice García (2000), elegir los elementos abstraídos del material e inferir un cierto número de relaciones entre el conjunto de elementos. Las relaciones constituyen la estructura del sistema. Por otro lado, el sistema no se presenta como algo dado; no es sólo un conjunto de elementos, sino un conjunto de elementos que pueden vincularse entre sí con referencia al funcionamiento del conjunto como totalidad (Lugan, 1990). Además, es necesario tener presente que la construcción de un sistema complejo se hace a partir del material empírico, pero con la orientación de la teoría.

Así, los componentes de un sistema, en la medida que éste es una construcción conceptual del investigador, son igualmente una construcción conceptual y buscan constituirse en fundamento de las respuestas a la pregunta de investigación. Estos componentes del sistema son clasificados por García (1986) como: límites, elementos y estructura.

Los sistemas complejos presentes en la realidad empírica carecen de límites precisos, tanto en su extensión física como en su problemática. Por lo que es necesario establecer límites, en buena medida arbitrarios, y así definir el sistema que se va a

estudiar. La definición debe ser tal que se reduzca la arbitrariedad y debe considerar la influencia de lo que queda “afuera” sobre lo que queda “adentro” del sistema, y viceversa (García, 1986).

El establecimiento de límites incluye la problemática que se va estudiar y el aparato conceptual que se maneja, así como el tipo de fenómenos con sus escalas espaciales y temporales. Esto es, no se trata únicamente de límites físicos, aunque se comienza por las fronteras geográficas (un país, una región, una cuenca hidrográfica) y luego se sigue con otros tipos de límites menos obvios (García, 1986). Los límites se pueden interpretar como barreras permeables a través de las cuales se establecen flujos de adentro hacia afuera y viceversa.

Por otro lado, el sistema debe incluir elementos entre los cuales se han podido detectar las relaciones más significativas. Estos elementos suelen ser “unidades” también complejas (subsistemas) que interactúan entre sí y las interrelaciones que tienen entre ellas constituyen las condiciones en los límites para cada subsistema. Es necesario tener presente que algunas formas de interrelación entre elementos de un sistema no constituyen flujos en sentido estricto (García, 1986; Miramontes, 1999).

Para la determinación de los elementos del sistema es importante definir las escalas espaciales y temporales, o lo que se denomina en esta investigación como recorte espacio-temporal. Así, una de las dificultades que se presentan en los estudios empíricos es la distinción entre escalas de fenómenos que interactúan entre sí pero que tienen una dinámica propia. Entonces, los datos observacionales que pertenecen a

diferentes escalas no deben mezclarse; esto es, agregar datos de una escala inferior a una superior no agrega información, pero es necesario tener presente que las escalas interactúan y que las escalas inferiores influyen en las escalas superiores como “efectos integrales” (García, 1986).

Por otro lado, la estructura de un sistema determina un gran número de las propiedades de éste y no necesariamente sus elementos como entes aislados. Aquélla no debe ser considerada como forma rígida, sino como el conjunto de relaciones dentro de un sistema organizado que se mantiene en condiciones estacionarias (en ciertas escalas de tiempo y escalas de fenómenos) mediante procesos dinámicos de regulación.

Los procesos, dice García (1986), describen los cambios que tienen lugar en el sistema. Entonces, hay una distinción entre niveles de procesos y niveles de análisis. Así, el autor mencionado distingue tres niveles de procesos: el primero, llamado básico, sirve para analizar el efecto local sobre el medio físico o la sociedad humana que lo habita y lo explota. El segundo nivel gobierna o determina los procesos del primero, por ejemplo, las modificaciones en el sistema productivo por la introducción de cultivos comerciales, la implantación de industrias extractivas, etc. El tercer nivel determina a las modificaciones del segundo nivel, por ejemplo, políticas nacionales de desarrollo, modificaciones del mercado internacional, etc.

De acuerdo con lo anterior, realizar el estudio del sistema ambiental<sup>17</sup> implica el reconocimiento de situaciones o fenómenos que tienen lugar en un espacio geográfico y que han generado o están generando procesos de deterioro del medio físico y social (García, 1994). O, en este caso, generando modificaciones en el uso de los recursos hídricos en una cuenca hidrográfica, la cual se puede analizar bajo el enfoque de sistemas complejos, aunque esta no es una finalidad de la investigación, si no más bien, este abordaje responde más a un recurso metodológico.

Toledo (2003) afirma que el análisis de una cuenca hidrográfica como un sistema complejo es una tarea formidable que requiere de la comprensión de procesos a diferentes escalas, espaciales y temporales; este autor señala que lo anterior requiere de una auténtica revolución del concepto de cuenca hidrográfica, la cual ha sido estudiada de diversas formas pero no como un sistema complejo, abierto, dinámico y con elementos altamente interconectados. Esta revolución o cambio de paradigma enfrenta, señala Toledo (2003), a los científicos de las disciplinas naturales y a los científicos sociales al reto de hacer una ciencia diferente a la que se ha venido desarrollando, esto es, una ciencia transdisciplinaria.

Desafortunadamente, existen pocos ejemplos de aplicación de la teoría de los sistemas complejos al abordaje del uso de los recursos hídricos teniendo como marco la cuenca

---

<sup>17</sup> Existen ejemplos de aplicación de la teoría de sistemas complejos al abordaje de factores y procesos del deterioro del sistema alimentario; del mismo modo, se han analizado los efectos socioambientales derivados del proceso de introducción de cultivos comerciales en el Bajío guanajuatense y en la Comarca Lagunera; también se han analizado los efectos de la llamada “modernización forzada del trópico” en el estado de Tabasco. En todos estos casos se realizó un análisis sistémico que revisa los procesos de cambio socioambiental (García, et al. 1988a; 1988b; Tudela, et al. 1989).

hidrográfica en Latinoamérica<sup>18</sup>. Incluso estos casos son muy limitados en la aplicación de la teoría de sistemas complejos.

Así, en la mayoría de los trabajos revisados se nota una constante a analizar grandes regiones hidrológicas, quizás en el afán de encontrar generalidades; sin embargo, lo que aquí se ha llamado cuencas hidrográficas rurales con áreas superficiales pequeñas han sido “olvidadas” y así las generalidades encubren las particularidades. ¿Cómo “descubrir” esas particularidades? ¿Cuáles considerar en el análisis?

En este caso, la cuenca hidrográfica se constituye en el recorte espacial, la que en principio establece límites físicos. El recorte espacial o la “unidad” territorial debe tener alguna coherencia ambiental que permita valorar las características físicas y biológicas en sus interrelaciones (Peña, 2004).

En particular, son tres las características fundamentales de carácter hidrológico y sociopolítico que definen a las cuencas hidrográficas: a) líneas divisorias de agua como límites naturales totales o parciales; b) una porción de territorio drenada por un sistema de tributarios que contribuyen a alimentar un curso de agua principal, pudiendo verter a otra cuenca, un lago o el mar; c) en ellas se da una dinámica ambiental definida por las interacciones sistémicas entre el agua, el suelo y la vegetación, y el impacto que sobre

---

<sup>18</sup> Uno de esos casos es el del análisis de la cuenca Guarapiranga en la región metropolitana de Sao Paulo, Brasil. En este caso, Fernández (1999) sostiene que un sistema puede ser definido como un conjunto de elementos que mantienen relaciones entre sí y forman un todo unitario complejo; estos elementos poseen relaciones entre sí cuando el estado de uno depende o está condicionado por el estado del otro. Otros estudios que se pueden revisar son: Bravo (2000); Dölling (2001); Fernández (1999); Toledo y Bozada (2002); Tudela *et al.* (1989).

éstos tienen las decisiones políticas y económicas de los seres humanos que en ella viven y de otros que habitan fuera de la cuenca (Basterrechea, et al. 1996; Oropeza, 1999).

Es importante tener presente que el término *unidad territorial* no implica homogeneidad en las interacciones que se presentan en los elementos de una cuenca; esto es, en esta unidad se pueden distinguir subunidades territoriales-subcuencas, microcuencas, etc.-, y éstas, a su vez, se pueden subdividir en otras; esto conduce a un análisis complejo de las interacciones de los diferentes elementos presentes en la cuenca.

Sin embargo, con fines de división, pero no reduccionistas, se puede fragmentar a una cuenca hidrográfica en tres secciones: 1) la zona alta o de cabecera que corresponde generalmente a las áreas montañosas y que inicia en el parteaguas superior y termina en la línea imaginaria que une los puntos definidos por los tributarios de primer orden. 2) La cuenca media o zona de captación que está definida por las zonas de piedemonte y valles bajos; aquí el río principal mantiene un cauce definido. 3) La cuenca baja o zona transicional de estuarios y humedales, en caso de existir.

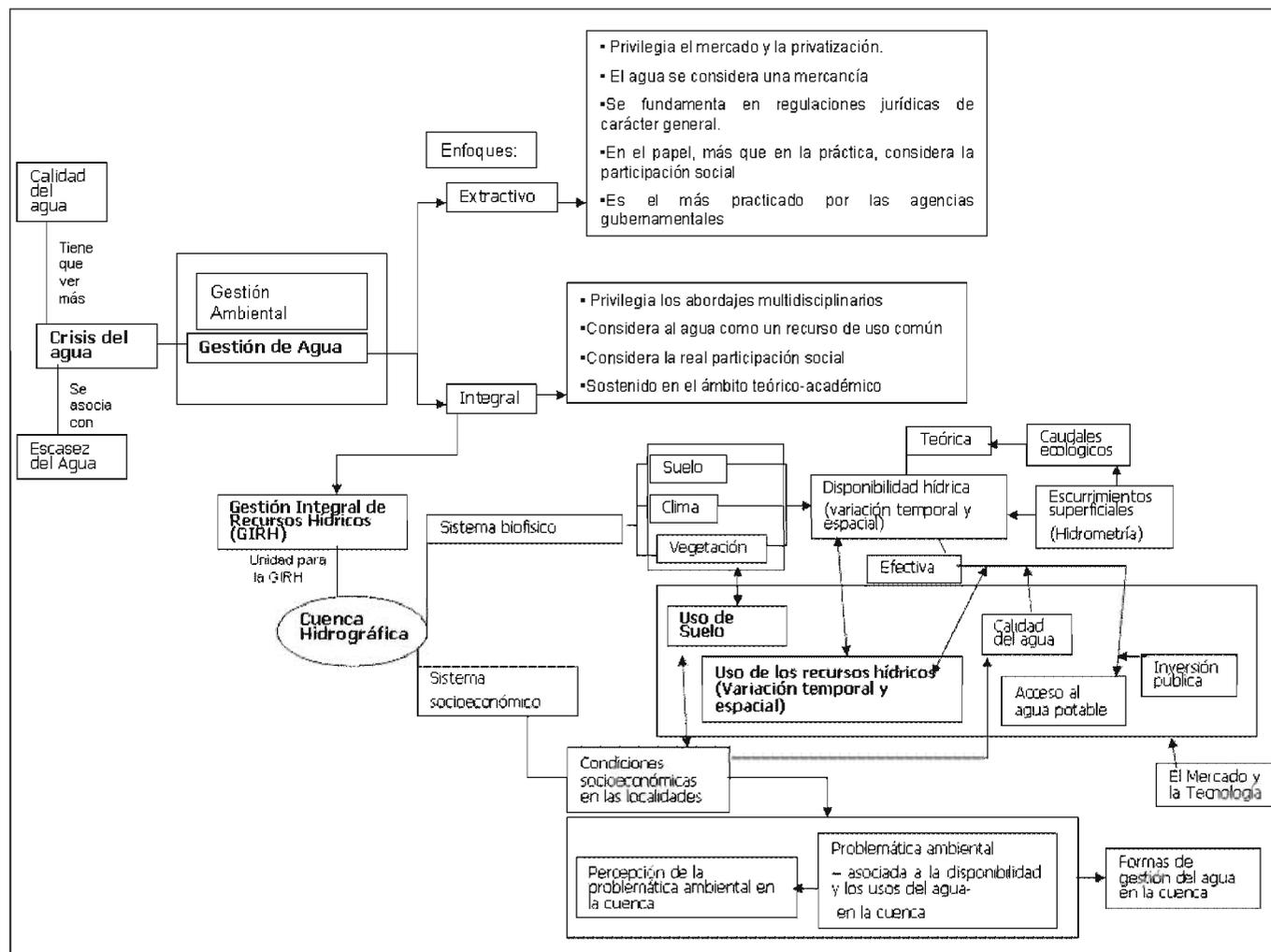
La CEPAL (2001) sostiene que la cuenca debe verse como un sistema integrado, en el que el agua es un recurso compartido; sin embargo, éste se administra en forma parcelada y, en consecuencia, se crean situaciones de conflicto con relación a la gestión del agua. Según la GWP (2000), la integración puede ser considerada bajo dos categorías básicas:

1) El sistema natural, con su importancia crítica para la disponibilidad del recurso hídrico. En esta investigación a esta categoría se le denomina condiciones biofísicas y; por otro lado, se considera que el agua está disponible siempre que cubra, entre otras, las condiciones de calidad y cantidad que un determinado uso requiera.

2) El sistema humano, que determina fundamentalmente el uso del recurso, la producción de desechos y la contaminación del recurso, que también debe establecer las prioridades de desarrollo (Larsen et al. 2001). En esta investigación a esta categoría se le denomina condiciones socioeconómicas.

De acuerdo con lo anterior, en esta investigación se busca, sin analizar en que medida esto se logra, ver a la cuenca hidrográfica como un sistema complejo. El límite físico lo conforma el parteaguas de la cuenca; como elementos principales se consideran los subsistemas biofísico y socioeconómico; el uso del suelo, así como el uso de los recursos hídricos son los elementos articuladores de los dos subsistemas mencionados antes (Figura 1).

**Figura 1. Elementos teóricos y conceptuales para la gestión integral de recursos hídricos en la cuenca del Río Valles. La cuenca hidrográfica como sistema**



Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó antes, la cuenca hidrográfica como marco espacial de la gestión integral de los recursos hídricos concita la comprensión de procesos sociales y biofísicos, con ello, implica un diálogo multidisciplinario. Es decir, más allá de su sentido práctico, implica en el ámbito teórico el establecimiento de “puentes” o “vasos comunicantes” entre las ciencias sociales y las ciencias naturales; sin embargo, es indudable que, aunque está por demás reiterarlo, dependiendo de la formación primaria del investigador, ésta en buena medida predominará; así, el equilibrio dependerá más de la estructura mental y capacidad del investigador que se enrole en la aventura multidisciplinaria.

Por otro lado, es claro que los elementos que deben ser considerados en la gestión integral de los recursos hídricos están enmarcados, unos, en el sistema socioeconómico y, otros, en el sistema biofísico. Es importante mencionar que en esta investigación mediante un proceso de “selección” se consideran algunos elementos (Figura 1) que en el estudio de caso pueden conducir, y son analizados con detalle adelante, a la GIRH y que, por otro lado, se ajustan a los objetivos y preguntas de investigación aquí planteados. Así, por un lado, aspectos relacionados con la geología, o con detalles a fondo del clima o algunos parámetros físicos de la cuenca estudiada no se consideran en esta investigación. Por otro lado, las condiciones socioeconómicas se revisan a nivel de subcuenca, aunque el análisis de la problemática ambiental se lleva a cabo al nivel de algunas localidades de la cuenca; de modo que no se llega al análisis a nivel de microcuenca porque se considera que para cumplir los objetivos de la investigación es suficiente a nivel de subcuenca. Del mismo modo, se pone relevancia a las funciones ambientales, sociales y económicas del agua.

## **CAPÍTULO III. ESTUDIO DE CASO: CONDICIONES BIOFÍSICAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALLES.**

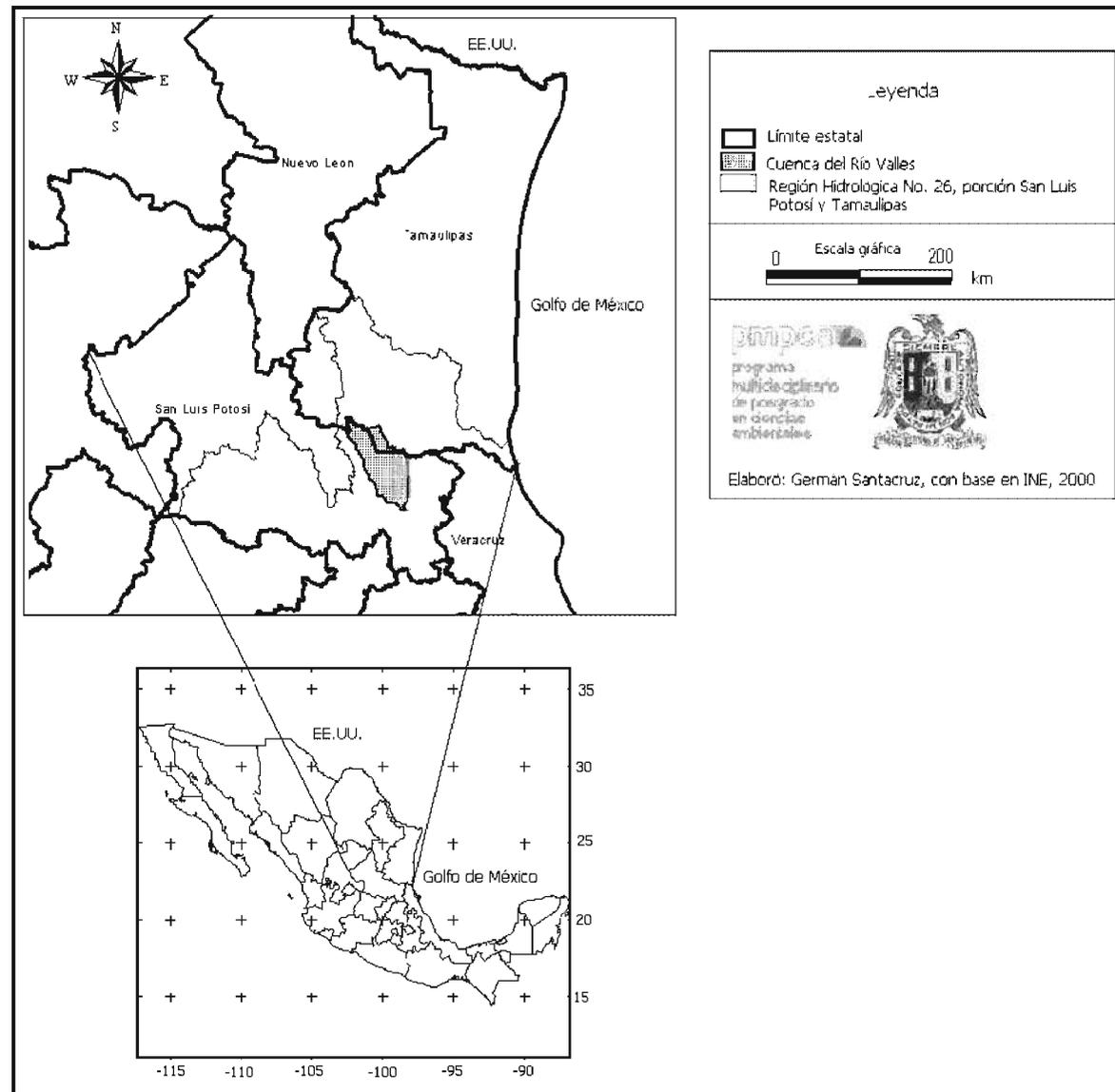
### ***3.1. Las condiciones biofísicas***

Las condiciones biofísicas que interesan en esta investigación son el clima, el suelo y la vegetación presente en la cuenca estudiada, esto considerando que son los elementos biofísicos que mayor incidencia tienen en la disponibilidad hídrica teórica al nivel en que ésta se analiza. Sin embargo, tal aseveración no implica que no existan otros elementos geomorfológicos que están incidiendo en el ciclo hidrológico local, mas por la naturaleza de la investigación no son considerados.

#### ***3.1.1.- Características de la cuenca hidrográfica del Río Valles***

La cuenca del Río Valles se ubica en la Región Hidrológica No. 26 Río Pánuco (INEGI, 1995). Se localiza en la parte centro norte del país dentro de los límites administrativos de los estados de Tamaulipas y de San Luis Potosí (Figura 2); este último enfrenta graves problemas de disponibilidad de recursos hídricos, pero en la región Huasteca presenta precipitaciones pluviales por arriba de la media nacional lo que hace suponer que esta zona es un *vergel* dentro del desierto.

**Figura 2. Ubicación geográfica de la cuenca del Río Valles**



El término Huasteca en el título de la investigación se emplea como un recurso de ubicación geográfica de la zona de estudio y por ello la investigación no detalla las características y particularidades de esta región. Sin embargo, es conveniente mencionar que el estudio de caso muestra las particularidades de la problemática asociada al uso del agua en la parte norte de la Huasteca Potosina.

El estado de San Luis Potosí, que es el estado donde se ubica la mayor parte de la cuenca en estudio, se localiza en la porción centro-oriente de la República Mexicana, entre los paralelos 21° 10' y 24° 32' de latitud norte y los meridianos 98° 20' y 102° 18' de longitud oeste. Colinda al norte con los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Zacatecas; al este con los estados de Tamaulipas y Veracruz; al sur con los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo y al oeste con los estados de Zacatecas y Jalisco (CNA, 2000; INEGI, 2002). Para la CNA, San Luis Potosí cuenta con una superficie de 62,848 km<sup>2</sup> (CNA, 2000); sin embargo, para el INEGI (2002) la superficie del estado es de 63,778 km<sup>2</sup>; ambos organismos indican que ésta representa el 3.2% del territorio nacional y, por su extensión, se ubica en quinceavo lugar.

En términos hidrológicos, aunque hay que decir que esta división corresponde más a esquemas administrativos, San Luis Potosí es dividido, por el INEGI y la CNA, en las regiones hidrológicas 26 Pánuco, con el 45.6% del territorio; y la 37 El Salado, con el 54.4% restante de la superficie estatal. Por otro lado, las agencias citadas, hacen a su vez una división hidrológico-administrativa del estado de San Luis Potosí, en ésta el mismo queda comprendido en dos regiones administrativas: la VII Cuencas Centrales

del Norte, que corresponde a la región hidrológica 37 El Salado, en la cual quedaron incluidos 22 municipios y una superficie de 36,200.9 km<sup>2</sup>, que corresponde al 57.6% del territorio estatal y la IX Golfo Norte, que comprende 36 municipios y 26,647.1 km<sup>2</sup>, con el 42.4% de la superficie estatal y que corresponde a la porción de la Región Hidrológica 26 Pánuco.

Bajo esa división hidrológica, estas agencias hacen el análisis de las condiciones hidrológicas del estado. Así se tiene que el volumen llovido anual en el estado suma 44,941 Millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>); se evaporan 36,348 Mm<sup>3</sup>; se escurren 8,650 Mm<sup>3</sup> y se infiltran 3,711 Mm<sup>3</sup> como recarga a los acuíferos. Procedente de otros estados, se introduce en el estado potosino una escorrentía de 7,358 Mm<sup>3</sup> que se consideran como “importación” (CNA, 2000). Para el INEGI (2002) el volumen de agua que se precipita en el estado es de 44,819 Mm<sup>3</sup>, el aporte de otros estados es de 2,968 Mm<sup>3</sup> y el reuso de agua residual es de 83 Mm<sup>3</sup>, los que, sumados, dan un total de 47,780 Mm<sup>3</sup>.

La Región Hidrológica No. 26, en la cual se ubica la cuenca estudiada, pertenece a la vertiente del Golfo de México y ocupa una superficie de 84,956 km<sup>2</sup>. Se localiza entre los 19° 34' y 24° 00' de latitud norte y los 96° 45 ' y 101°21' de longitud oeste. Representa el 4% de la superficie del país y el 5% del potencial hídrico nacional, con una escorrentía medio anual de 1,8000 Mm<sup>3</sup>. Abarca porciones de los estados de México, Querétaro, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas y una pequeña fracción de Nuevo León (CNA, 2004; SARH, 1987). La distribución de la lluvia en esta región hidrológica está condicionada por las características morfológicas,

geológicas y por los fenómenos meteorológicos que ahí ocurren. El frente orográfico constituido por la Sierra Madre Oriental dificulta el paso de la humedad hacia el Altiplano Potosino.

En el área de la Región Hidrológica del Río Pánuco ubicada dentro del Estado de San Luis Potosí se pueden distinguir tres tipos de rangos de precipitación, aunque todos ellos presentan una característica común: las lluvias se concentran de junio a septiembre. Al sur, norte y una porción central de esta área se tienen lluvias de 500 a 1,000 mm en promedio al año (CNA 2000). En el oeste, parte del centro y en una pequeña zona del noreste, se presentan áreas con precipitaciones promedio anuales menores de 500 mm; es una zona semi-árida. En la porción este y centro se ubica una zona húmeda con valores medios de lluvia anual mayores de 1,000 mm y menores de 2,000 mm. Finalmente, se distingue una zona muy húmeda en el sureste de esta región con lluvias mayores a 2,000 mm de promedio anual (CNA, 2000 y 2004).

Los volúmenes precipitados son de 14,400 Mm<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> para la región hidrológica de El Salado y de 30,300 Mm<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> para la región hidrológica del Río Pánuco. Los volúmenes de evaporación son relativamente elevados, de 14,000 Mm<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> para la región hidrológica de El Salado y de 23,100 Mm<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> para la región hidrológica del Río Pánuco.

Por los volúmenes de agua que aporta el Río Valles es el más importante afluente del Río Tamaoán; su aportación media unitaria, según registros de 1977, era de 0.009 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> (SRH, 1977). Se origina a 8 km al sureste de Tula, Tamaulipas, a una

elevación de 1,600 metros sobre el nivel medio del mar (msnm), en una zona de topografía accidentada; corta con rumbo oriente plegamientos de calizas de la Sierra Madre Oriental, donde se le conoce como Río El Salto y forma a la salida de aquéllos la caída conocida como El Salto.

En El Salto la Comisión Federal de Electricidad (CFE) realizó observaciones del régimen de escorrentía mediante la estación hidrométrica El Salto, en la que se registró, considerando el período histórico medido, una escorrentía media anual de 645 Mm<sup>3</sup> (SRH, 1977). Este volumen corresponde, en buena medida, como se verá más adelante, a sólo una parte de la subcuenca “Río El Salto”.

Por la margen izquierda, aguas abajo de la estación El Salto, confluye el Río Gallitos y la corriente cambia su nombre al de Río El Naranjo, éste fluye con el mismo rumbo de la corriente original hasta efectuar un quiebre hacia el oriente al cortar perpendicularmente otro pliegue de las estribaciones de la Sierra Madre Oriental. Cerca de este punto opera la estación hidrométrica Micos, muy próxima a la Hidroeléctrica Micos. En esta estación hidrométrica se ha registrado una escorrentía media anual de 744 Mm<sup>3</sup> (CNA, 2000; SRH, 1977). La hidrométrica Micos se puede decir que mide toda la escorrentía que se genera en la subcuenca “Río El Salto”; de forma tal que las corrientes anteriores dan forma a la subcuenca “Río El Salto”.

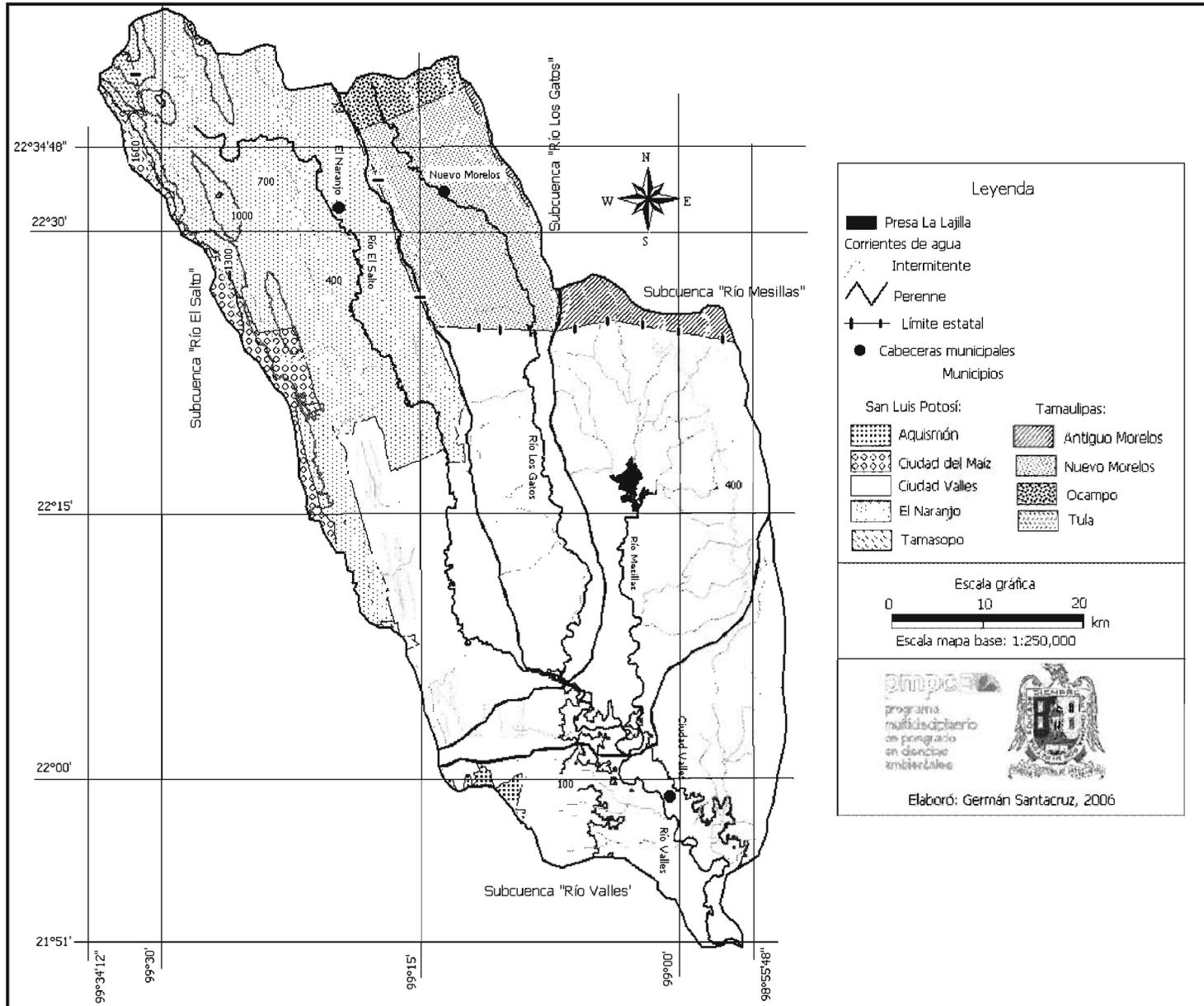
Aguas abajo de la estación Micos, al Río El Naranjo converge por su margen izquierda el Río Mesillas, que hidrográficamente constituye una subcuenca; toma nuevamente el curso general de la corriente y cambia su nombre por el de Río Valles, atraviesa Ciudad

Valles, aguas arriba de ésta, por la margen izquierda, recibe la escorrentía del Río Puerco o Arroyo Lajillas que da origen a la subcuenca “Río Mesillas”. Finalmente, confluye al Río Tropaón, por el margen izquierdo de este último, a una elevación de 45 msnm (Figura 3). Una porción de la cuenca posterior a la confluencia de los ríos anteriores, y antes de la confluencia con el Río Tropaón, constituye la subcuenca “Río Valles”.

En este último tramo del río, aguas arriba de Ciudad Valles y debajo de la confluencia del Río Puerco, opera la estación hidrométrica Santa Rosa, en la que se ha registrado una escorrentía medio anual de 954 Mm<sup>3</sup>.

El Río Mesillas nace a 27 km al norte-noroeste de Nuevo Morelos, Tamaulipas, en el parteaguas con el Río Comandante, a una elevación de 400 msnm. Su curso general es sur-sureste y confluye al Río El Naranjo a una elevación de 90 msnm. El Río Puerco tiene su origen a 12 km al sur de Antiguo Morelos, Tamaulipas, a una elevación de 450 msnm. Su confluencia con el Río Valles es a 75 msnm.

**Figura 3. Hidrografía, topografía, municipios y principales localidades de la cuenca del Río Valles.**



### **3.1.2.- Características climáticas de la cuenca del Río Valles**

El clima es función de una combinación de elementos (temperatura, precipitación, evaporación, humedad, nubosidad, vientos, etc.) y factores (altitud, latitud, orografía, distancia al mar, circulación local, regional y global, etc). En San Luis Potosí, las condiciones climáticas son diferentes en las distintas regiones en las que se divide el estado. Más del 70% del territorio estatal se caracteriza por ser árido, aunque el grado de aridez varía mucho de un sitio a otro, al igual que la temperatura, los vientos, la nubosidad, etc.

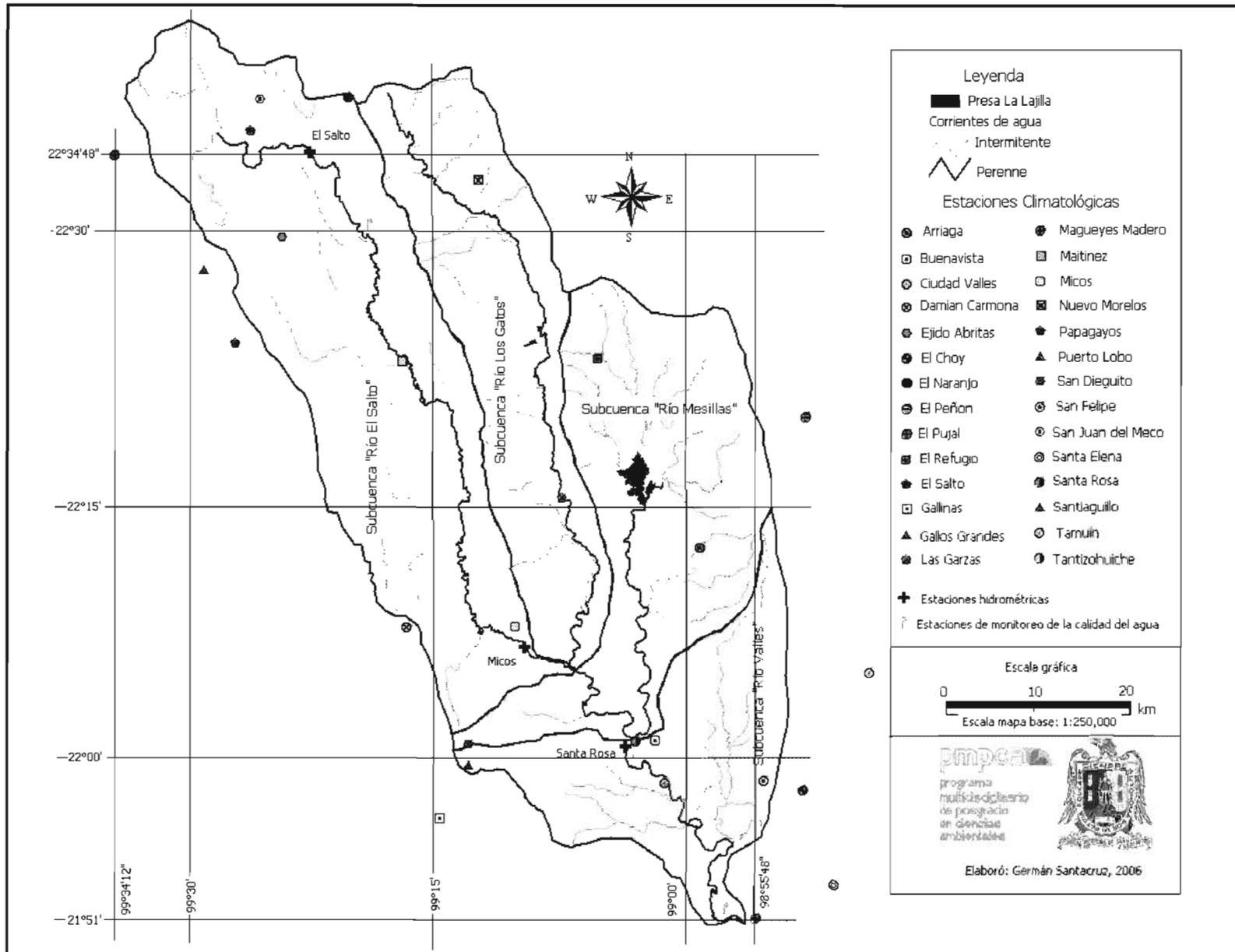
Los climas húmedos en San Luis Potosí son aún más diversificados (Rzedowski, 1961). Por su posición geográfica, en éste se pueden apreciar tres zonas climáticas bien definidas; la porción oriental, desde el declive de la Sierra Madre Oriental hasta la planicie costera, en donde el clima predominante es cálido húmedo y subhúmedo; la región central con climas de semicalidos subhúmedos a los secos templados y la región occidental en donde impera un clima de tipo seco (INEGI, 1995, 2000).

Para definir las condiciones climáticas de la cuenca, según lo ampliado en el apartado de métodos, se usaron los datos de 31 estaciones climatológicas, 15 de éstas se encuentran próximas a la cuenca pero fuera de ella (Figura 4).

En la Tabla 1, se presenta el clima aquí calculado para cada una de las estaciones consideradas en este estudio. Puede verse que, en los casos en los que se contaba con información suficiente se consideraron dos períodos: uno que va de 1960 a 1975 y

otro de 1975 a 2000. La cuenca se dividió, como ya se apuntó en la parte de métodos, en cuatro subcuencas. En la subcuenca “Río Valles”, considerando 10 estaciones climatológicas, se tiene que el clima predominante es el semicálido con tendencias a un clima templado húmedo y subhúmedo, con una temperatura media anual mayor a 18 °C y con una temperatura del mes más frío menor a 18 °C. El clima encontrado por García (2004), considerando el período de 1960 a 1975, para algunas de las estaciones climatológicas de la subcuenca fue el caliente subhúmedo con lluvias en verano (Aw1).

**Figura 4. Estaciones climatológicas, hidrométricas y de monitoreo de la calidad del agua en la cuenca del Río Valles**



**Tabla 1. Climas de la cuenca del Río Valles con base en el sistema de W. Köppen modificado por E. García (2004)**

CLAVE	NOMBRE	TIPO DE CLIMA (1961-2000)	TIPO DE CLIMA (García, 2004)	TIPO DE CLIMA (1961-1975)	TIPO DE CLIMA (1975-2000)
<b>SUBCUENCA "RÍO VALLES"</b>					
24-076	Santa Rosa	(A)Ca(w2) ( e )w"	Aw1(w)(e)gw"	(A)Ca(m) (w) ( e )w"	(A)Ca(w2) ( e )w"
24-156	Buenavista	(A)Ca(wo) (w) ( e )w"			(A)Ca(wo) (w) ( e )w"
24-005	Ballesmi	(A)Cam(f) ( e )w"	Aw2(e)gw"	(A)Cam(f) ( e )w"	(A)Cam(f) ( e )w"
24-037	Moritas	(A)Cam(f) ( e )w"			
24-088	Tantizohuiche	(A)Cam(f) ( e )w"	Aw2(e)gw"	(A)Cam(f) ( e )w"	(A)Cam(f) ( e )w"
24-133	La Gloria	(A)Cam(f) ( e )w"			(A)Cam(f) ( e )w"
24-018	El Choy	(A) Ca (w1) (e' )w"	Aw1(w)(e)gw"	(A)Ca(w1) ( e )w"	(A)Cam(f) ( e )w"
24-025	El Pujal	(A)Cam(f) ( e )w"	Aw2(e)gw"	(A)Cam(f) ( e )w"	(A)Cam(f) ( e )w"
24-031	Gallinas	Aw2 (w) ( e )gw"		Am(w) ( e )gw"	Aw2 (w) ( e )gw"
24-149	Santa Elena	(A)Ca (w1) ( e )w"			(A)Ca (w1) ( e )w"
<b>SUBCUENCA "RÍO MESILLAS"</b>					
24-064	San Dieguito	(A) Ca(m) (w) ( e )w"			A) Ca(m) (w) ( e )w"
24-107	El Peñón	(A)Ca (w2) ( e )w"			(A)Ca(w2) ( e )w"
28-005	El Refugio	(A)Ca (m) (w) ( e )gw"	(A)Ca(w1)(w)(e)w"	(A)Ca(m) (w) ( e )w"	Ca(w2) (w) ( e )w"
<b>SUBCUENCA "RÍO LOS GATOS"</b>					
24-123	Las Garzas	Ca(w2) (w) ( e )w"			Ca(w2) (w) ( e )w"
28-066	Nuevo Morelos	(A)Ca(w1) (w) ( e )w"			(A)Ca(w1) (w) ( e )w"
<b>SUBCUENCA "RÍO EL SALTO"</b>					
24-016	Ejido Abritas	Cbm(f) ( e )	(A)Ca(m)(w)(e)gw"	Cam(f) ( e )w"	Cb(m) (w) ( i' )
24-023	El Naranjo	(A) Cam(f) ( e )gw"	(A)Ca(m)(w)(e)gw"	(A) Ca(m) (w) ( e )w"	(A) Cam(f) ( e )w"
24-027	El Salto	(A) Ca(m) (w) ( e )	(A)Ca(m)(w)(e)w"	(A)Ca(m) (w) ( e )w"	(A)Cam(f) ( e )
24-039	Maitínez	Cb(2) ( e )	Aw2(w)(e)gw"	(A)Ca(w2) (w) ( e )w"	Ca(w2) ( e )w"
24-043	Micos	Cbm(f) ( e )w"	(A)Ca(m)(w)(e)gw"	(A)Ca(m) (w) ( e )w"	(A)Cam(f) ( e )w"
24-068	San Juan del Meco	Cb(w1) ( e )w"	(A)Cb(w1)(w)(e)gw"	Cb(w2) (w) ( e )w"	Cb(w0) (w) ( e )
24-014	Damián Carmona	(A)Ca(m) (w) ( e )w"	(A)Ca(m)(w)(e)gw"	(A)Ca(m) (w) ( e )w"	(A)Ca(m) (w) ( e )w"
24-049	Papagayos	Cbm(f) ( e )w"	(A)Ca(m)(w)(e)gw"	Cb(m) (w) ( e )w"	Cb(w2) ( e )w"
28-059	Magueyes	Ca (w1) (e' )w"			
28-262	Gallos Grandes	(A)Ca(w1) (w) ( e )w"			(A)Ca(w1) (w) ( e )w"

Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMTA (2000).

La subcuenca "Río Mesillas", con 3 estaciones climatológicas, presenta el mismo tipo de clima que la subcuenca "Río Valles". En este caso, el clima determinado por García (2004), con sólo una de las estaciones de la subcuenca, es el mismo que el calculado

en este trabajo con el método desarrollado por la autora citada, esto se debe en buena medida a que el período considerado para el cálculo del clima es el mismo.

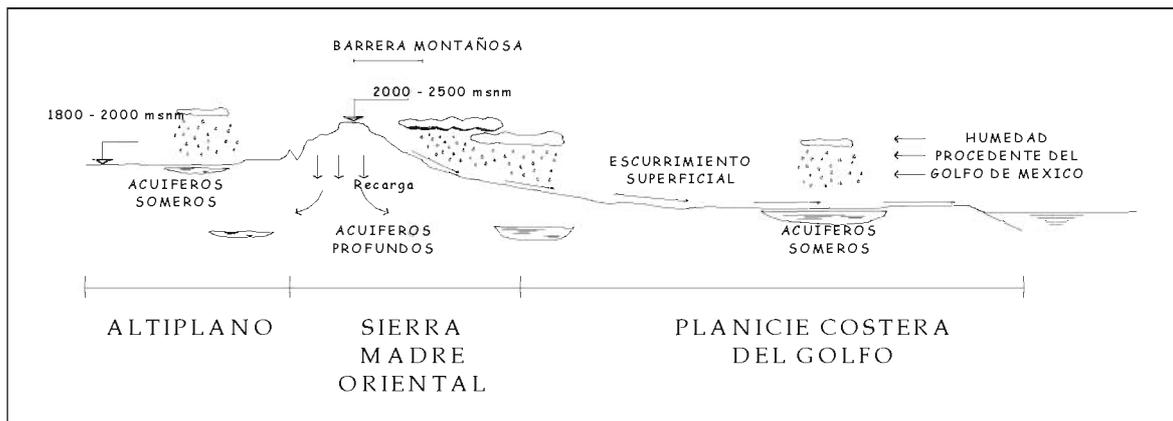
La subcuenca “Río Los Gatos”, con 2 estaciones climatológicas, presenta clima semicálido con tendencias a un clima templado húmedo y subhúmedo, con una temperatura media anual mayor a 18 °C y con una temperatura del mes más frío menor a 18 °C (estación Nuevo Morelos); sin embargo, la estación Las Garzas presenta clima templado con verano cálido. En ambos casos el período de registro de las variables climatológicas fue de 1975 a 1997.

En el caso de la subcuenca “Río El Salto”, considerando 8 estaciones y un período de registro de 1960 a 1975, García (2004) determinó que el clima predominante era el semicálido con tendencias a un clima templado húmedo y subhúmedo, con una temperatura media anual mayor a 18 °C y con una temperatura del mes más frío menor a 18 °C. En esta investigación, considerando 10 estaciones y un período de registro que va de 1960 a 1975, se encontró que el clima que predomina en esta subcuenca es el templado con verano fresco largo. En algunas estaciones climatológicas (4 de 10) se encontró clima semicálido con tendencias a un clima templado húmedo y subhúmedo.

La Sierra del Abra Tanchipa y la Sierra de la Colmena, entre otras, son las que provocan la forma hidrográfica de la cuenca del Río Valles, aquéllas constituyen la Sierra Madre Oriental, que actúa como barrera orográfica en la que chocan las masas de aire que provienen del Golfo de México (Figura 5), lo que impide el paso de la

humedad hacia el Altiplano potosino (CNA, 2000) y genera las condiciones climáticas descritas antes.

**Figura 5. Condiciones orográficas en la Huasteca**



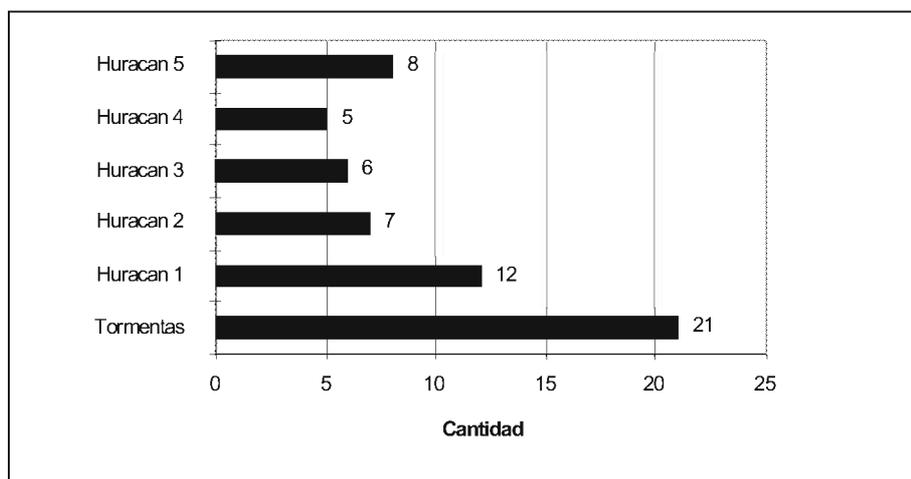
Fuente: CNA, 2000.

Los ciclones son otro de los fenómenos que condicionan las características climáticas de la cuenca del Río Valles, que, tributaria de la cuenca del Río Pánuco, es susceptible de la presencia de tormentas tropicales y huracanes del Golfo de México, el Caribe oriental y el Océano Atlántico. En el período de 1950 al 2000 se han presentado 61 fenómenos extremos (Gráfica 1), de los cuales 19 se clasifican como peligrosos tanto por la velocidad de los vientos como por la cantidad de lluvia que han generado (CNA, 2000).

En 1955 se generaron tres huracanes que aparecieron en forma continua: Gladys (7 de septiembre), Hilda (19 de septiembre) y Janet (29 de septiembre), que sumaron sus efectos, especialmente en cuanto a precipitaciones, ya que, en los 10 días de ocurrencia generaron una precipitación total de más de 2,700 mm. En general, la mayor

ocurrencia de estos fenómenos incide con mayor frecuencia en los meses de agosto, septiembre y octubre (CNA, 2000). En los meses de diciembre a enero, se presentan los “nortes” (INEGI, 2002).

**Gráfica 1. Número de fenómenos hidrometeorológicos extremos en la cuenca del Río Pánuco, 1950-1997**



Fuente: CNA, 2000.

En la región Huasteca, que es en donde se encuentra enclavada la cuenca del Río Valles, se presentan fenómenos periódicos como la canícula o sequía intraestival en los meses de junio a agosto, típica de zonas cálido-subhúmedas (Aguilar-Robledo, 1999).

Otro aspecto a considerar son los efectos del cambio climático. Diversas proyecciones (Maderrey y Jiménez, s/f) indican que la cuenca del Río Pánuco, en donde se encuentra localizada la cuenca localizada la cuenca del Río Valles, experimentará un incremento de 3°C en la temperatura media anual y la precipitación media anual disminuirá más de

200 mm para el periodo 2020-2025. Para la cuenca del Río Guayalejo-Tamesí, igualmente localizada en la cuenca del Río Pánuco y muy próxima a la del Río Valles, se ha pronosticado que los principales efectos del cambio climático tendrán lugar durante el verano, con una disminución de la precipitación acumulada de 560 mm y con un incremento de la temperatura promedio de 1.32 °C; del mismo modo, se sostiene que el fenómeno de El Niño continuará modificando el patrón de las lluvias en la cuenca del Guayalejo con posibles incrementos de ella para el otoño e invierno (Adame y Estrada, 2003).

Finalmente, se puede decir que, en general, la cuenca del Río Valles presenta climas subhúmedos con lluvias en verano de humedad media y alta y climas semicálidos subhúmedos con lluvias en verano. La diversidad climática que existe en San Luis Potosí es uno de los factores principales de la formación de los suelos, conjuntamente con el sustrato geológico, relieve y vegetación (INEGI, 2002). El clima y las condiciones orográficas representa, de manera general, un papel importante en la génesis y la evolución de los suelos de la Huasteca (Puig, 1991). En el apartado siguiente se analizará las condiciones edafológicas presentes en la cuenca del Río Valles.

### ***3.1.2.- Características edafológicas de la cuenca***

En la región Huasteca se distinguen, en términos generales, tres grandes grupos de suelos: aluviales, arcillosos y rendzinas (SARH, 1987). Los tipos de suelos presentes en la cuenca del Río Valles (Figura 6) se describen a continuación.

En la Tabla 2 puede verse que el tipo de suelo predominante en la cuenca del Río Valles es el litosol, que ocupa el 40% de la superficie de la cuenca. Estos suelos son de textura media y su permeabilidad varía de alta a media, dependiendo de su contenido de materia orgánica y de arcilla; son suelos limitados en la profundidad (menos de 25 cm) por una roca madre coherente y dura, lo que hace difícil la penetración de las raíces (INEGI, 2002; Puig, 1991; SARH, 1987).

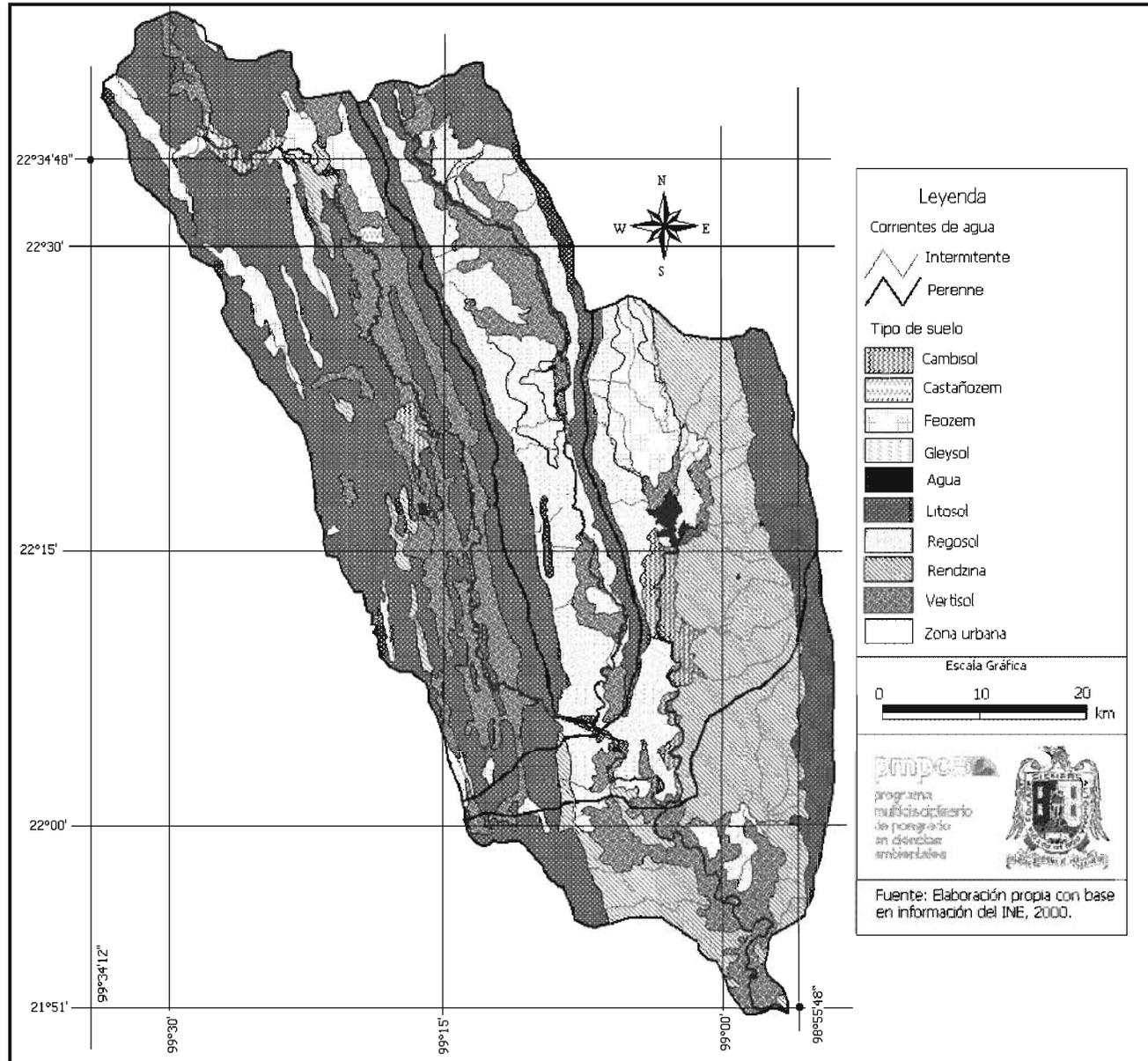
**Tabla 2. Área superficial (km<sup>2</sup>) de los tipos de suelos en la cuenca del Río Valles**

Tipo de Suelo	Subcuenca 4 (km <sup>2</sup> )	Subcuenca 3 (km <sup>2</sup> )	Subcuenca 2 (km <sup>2</sup> )	Subcuenca 1 (km <sup>2</sup> )	Total Cuenca (km <sup>2</sup> )
Agua	0.839	0.400	8.754	0.008	10.00
Rendzina	37.468		288.582	236.725	562.78
Regosol	34.695	318.936	158.083	21.707	533.42
Feozem	97.196	12.694	72.421	1.396	183.71
Castañozem	3.594				3.59
Cambisol	24.228		44.928		69.16
Vertisol	273.989	119.460	41.031	125.790	560.27
Gleysol		1.410			1.41
Litosol	762.021	223.007	154.650	123.864	1263.54
Total	1234.030	675.507	759.695	509.482	3178.71

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI.

Los litosoles se encuentran principalmente en pendientes abruptas donde poco o ningún material madre del suelo se ha acumulado; las características de estos suelos son esencialmente aquéllas de la roca casi desnuda (Ortiz y Ortiz, 1980).

**Figura 6. Tipo de suelo en la cuenca del Río Valles**



Los suelos de tipo vertisol ocupan el 17% de la superficie de la cuenca; igual porcentaje ocupan las rendzinas. Los vertisoles son suelos que presentan profundidades variables entre uno y dos metros y propiedades químicas favorables para la agricultura. Algunas de sus propiedades físicas son adversas para la agricultura, debido a su alto contenido de arcilla y su baja permeabilidad que hacen difícil su manejo; en condiciones de exceso de humedad el suelo se vuelve plástico originando una compresión y ruptura de los agregados que dificultan las labores agrícolas y la aplicación de riego (INEGI, 2002; SARH, 1987). Son suelos caracterizados por una abundancia de arcillas expansivas (montmorillonita), son ricos en cationes alcalino-terrosos como el calcio y el magnesio (Puig, 1991).

Las rendzinas son suelos poco profundos que sobreyacen directamente a material calcáreo, presentan limitantes físicas de tipo lítico y cementación (caliche) a menos de 50 cm de profundidad. Son principalmente de textura fina, aunque se encuentran de textura media en menor proporción y tienen alto contenido de materia orgánica, por lo que su permeabilidad es de baja a media. Su génesis no es climática, sino que está relacionada con la riqueza en calcio de la roca madre. Se han desarrollado de material madre que contiene 40% o más de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, el material madre usualmente es caliza suave, marga o pizarra calcárea. Estos suelos se consideran *ricos* y proporcionan una buena base para el desarrollo agrícola y para la ganadería (Bassols *et al.* 1988; INEGI, 2002; Ortiz, 1980; Puig, 1991; SARH, 1986).

Los regosoles ocupan el 16% de la superficie de la cuenca. Este tipo de suelo es de poco o escaso desarrollo, presenta material suelto que reposa sobre la roca dura

subyacente (Ortíz y Ortíz, 1980). Son poco profundos, generalmente con menos de 50 cm y presenta limitante física lítica en su mayoría, son de textura media, presentan permeabilidad media debido a los contenidos de materia orgánica y arcilla. Algunos regosoles muestran presencia de carbonatos dentro de los primeros 50 cm del suelo y son denominados calcáricos (INEGI, 2002).

La cuenca presenta otros tipos de suelos que ocupan superficies menores, como el feozem (6 %), el cambisol (2.2 %) y el castañozem (0.1 %). Los suelos tipo feozem son de textura media y con buen contenido de materia orgánica y permeabilidad media; son más o menos profundos, aunque en la mayoría se presenta una limitante física lítica a menos de 100 cm de profundidad (INEGI, 2002). Los cambisoles son suelos cuyos cambios de color, estructura y consistencia han tenido lugar debido al intemperismo in-situ; los cambisoles cálcicos son suelos café calcáreo (Ortiz y Ortiz, 1980). Los castañozem presentan textura media y buen contenido de materia orgánica, permeabilidad media (INEGI, 2002), son suelos ricos en materia orgánica que tienen un tinte café o castaño (Ortiz y Ortiz, 1980).

En función de las condiciones edáficas, puede decirse que el 34% de la superficie de la cuenca presenta aptitudes para el desarrollo agrícola. Esta es la superficie ocupada por los suelos de tipo vertisol y rendzinas que se ubican principalmente en los valles intermontanos; los vertisoles se localizan principalmente en las subcuencas “Río El Salto”, “Río Los Gatos” y “Río Valles”; las rendzinas se localizan mayoritariamente en la subcuencas “Río Mesillas” y “Río Valles”.

Por otro lado, la disposición de las zonas climáticas, geológicas y de vegetación en San Luis Potosí se manifiesta en general en forma de fajas que corren, grosso modo, en el sentido de los meridianos. Como consecuencia de lo anterior resulta que las transiciones entre los tipos de vegetación suelen efectuarse preferentemente en forma de mosaico o de modo brusco cuando dos formaciones se suceden en el sentido este-oeste; en cambio, son más frecuentes las transiciones graduales, a veces a manera de continua, entre tipos de vegetación situados al norte o al sur (Rzedowski, 1961).

La variabilidad climática y las condiciones edáficas que se encuentran en San Luis Potosí provocan una marcada diversidad de vegetación, las comunidades vegetales que sobresalen son bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, palmar, pastizal cultivado, pastizal inducido, selva alta y mediana perennifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia y subcaducifolia, vegetación halófila y gipsófila, y chaparral (INEGI, 1995 y 2002). La mayoría de estas formaciones vegetales, algunas inducidas por la actividad humana, están presentes en la cuenca del Río Valles como muestra el apartado siguiente.

### ***3.1.3.- Vegetación y uso de suelo en la cuenca***

En este caso se compara el uso de suelo y el tipo de vegetación que existía en la cuenca en el año de 1976 con la vegetación presente en la cuenca en el año 2000. En las figuras 7 y 8, se muestra la vegetación y uso de suelo existente en 1976 y 2000 respectivamente.

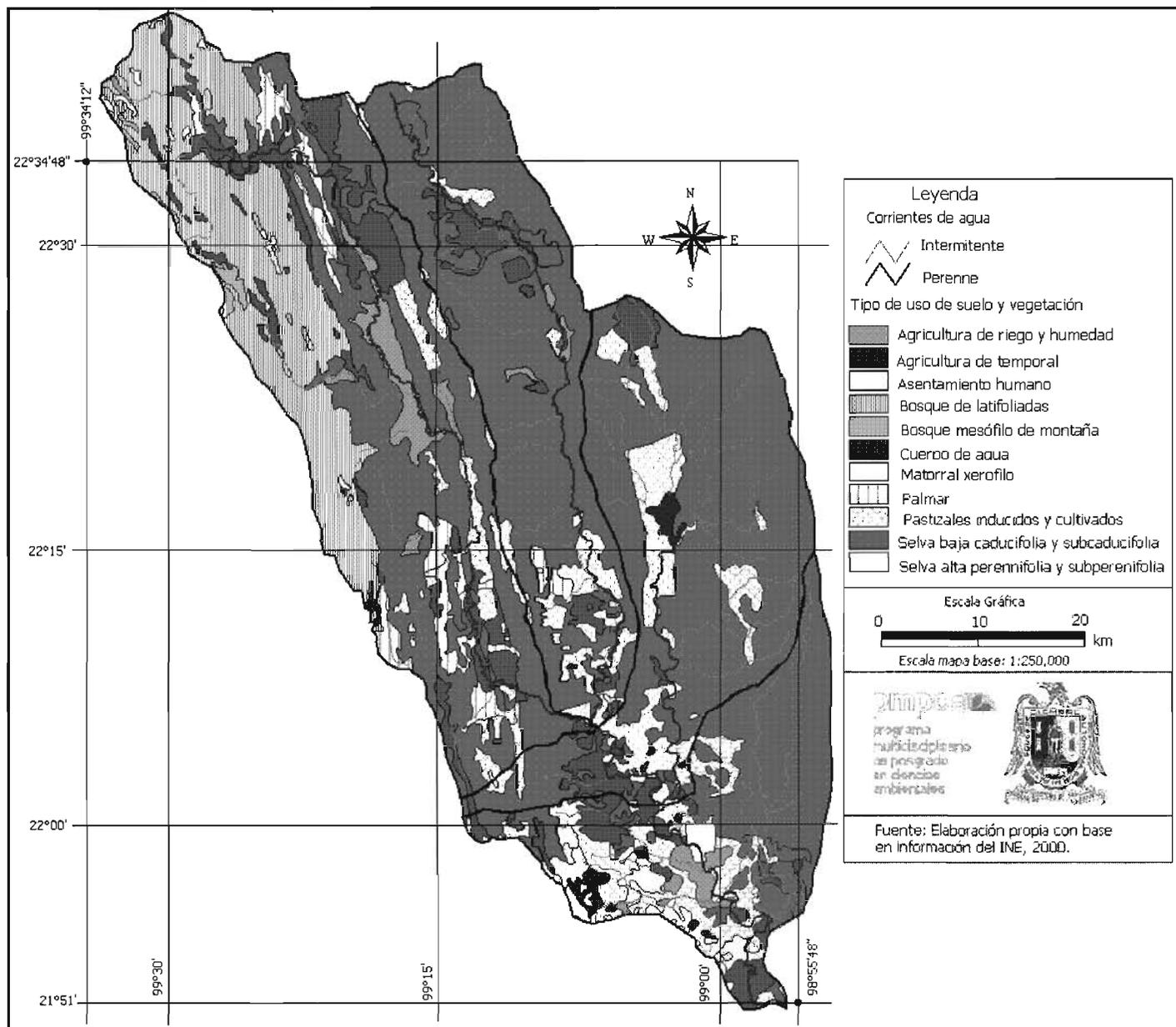
En la Tabla 3 puede verse que el área de la cuenca destinada a la agricultura de temporal creció de 313.2 km<sup>2</sup> a 717.79 km<sup>2</sup> – una tasa de cambio de 404.78 km<sup>2</sup>- entre 1976 y el año 2000. La agricultura de temporal es la que mayor crecimiento presentó en el período estudiado; ésta se desarrolla de manera importante en las cuatro subcuencas del Río Valles. Sin embargo, destacan las subcuencas “Río Los Gatos” y “Río Valles” en las que el área destinada a este uso de suelo creció en 177.66 km<sup>2</sup> y 92.55 km<sup>2</sup>, respectivamente.

**Tabla 3. Tasa de cambio (% y km<sup>2</sup>) en la vegetación y uso de suelo en la cuenca del Río Valles, 1976 y 2000**

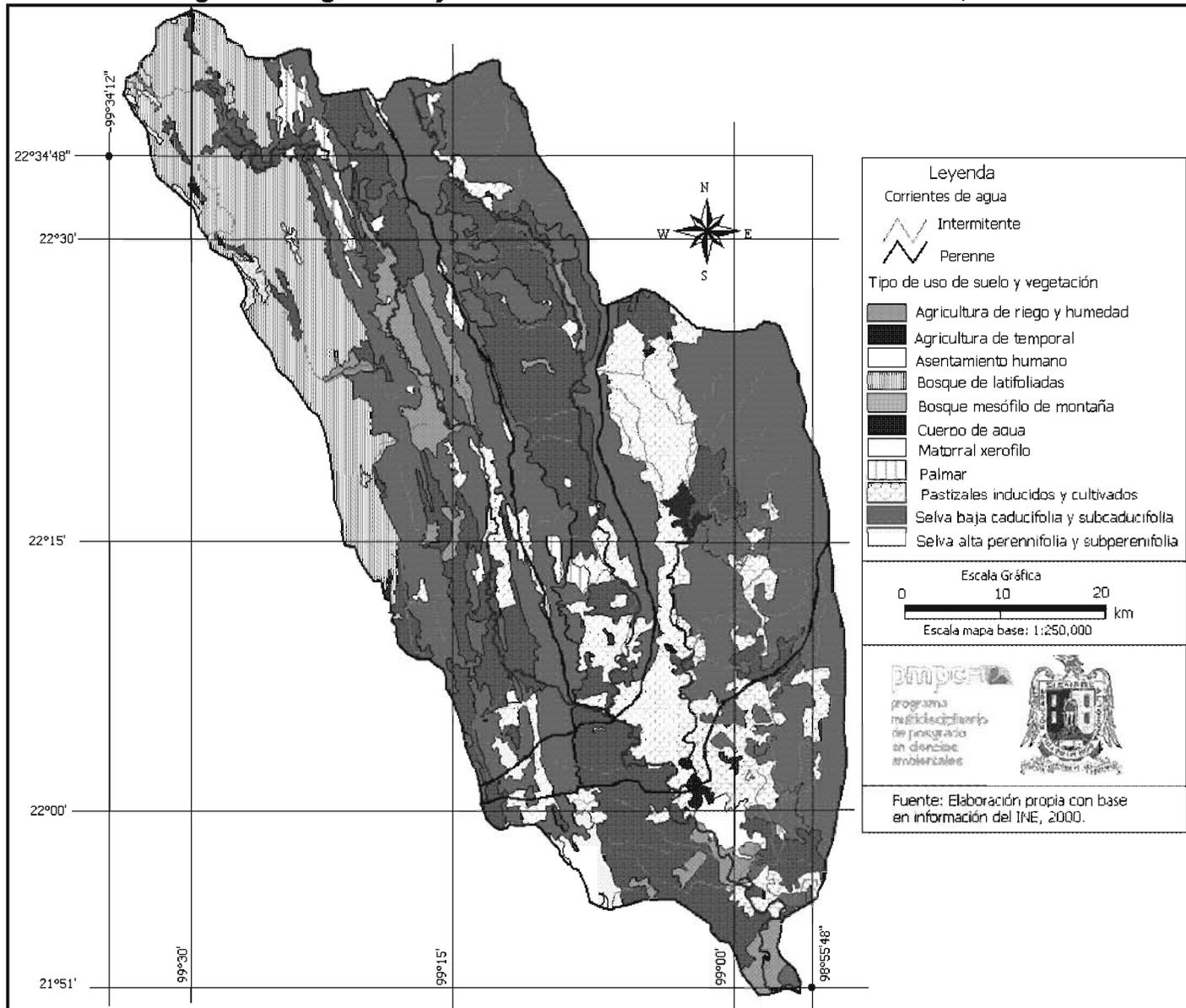
Uso de suelo y vegetación	TOTAL CUENCA			
	1976	2000	Cambio	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
Agricultura de riego y humedad	82.32	135.19	52.86	64.22
Agricultura de temporal	313.02	717.79	404.78	129.31
Pastizales inducidos y cultivados	372.20	481.86	109.65	29.46
Selva mediana perennifolia subperennifolia	48.40	32.51	-15.88	32.83
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	1857.50	1329.11	-528.38	28.44
Palmar	88.54	41.23	-47.31	53.43
Asentamiento humano	9.27	29.32	20.04	216.28
Cuerpo de agua	8.16	9.23	1.07	13.11
Bosque de encinos	399.94	410.78	10.84	2.71
Bosque mesófilo de montaña	11.21	10.42	-0.79	7.04
Matorral xerófilo	7.74	1.45	-6.28	81.13

Fuente: Elaboración propia con datos del INE, 2000.

**Figura 7. Vegetación y uso de suelo en la cuenca del Río Valles, 1970**



**Figura 8. Vegetación y uso de suelo en la cuenca del Río Valles, 2000**



El incremento de la superficie agrícola de temporal coincide, en gran medida, con la disminución de la selva baja caducifolia y subcaducifolia en el período analizado. En un lapso de 24 años, la subcuenca “Río Los Gatos” pasó de tener un área de 546.63 km<sup>2</sup> de selva baja caducifolia y subcaducifolia a 351.00 km<sup>2</sup>, es decir, una disminución de 195.63 km<sup>2</sup> (35.78%); en la misma situación se encuentra la subcuenca “Río Mesillas” que perdió, en ese mismo período, 173.97 km<sup>2</sup> de selva caducifolia.

En total, la cuenca del Río Valles ha perdido 544.26 km<sup>2</sup> de selvas y 10.84 km<sup>2</sup> de bosques, entre 1976 y 2000. Lo que resulta en una tasa anual de deforestación de 1.18%, valor considerablemente por abajo del 11% anual calculado por Reyes et al. (2006) para el proyecto Pujal-Coy, localizado muy próximo a la zona de estudio y con condiciones de vegetación similares. Pero, por otro lado, resulta ligeramente por arriba del 0.65 y 0.76% anual a nivel nacional, encontrado bajo condiciones similares de vegetación y en el mismo periodo estudiado (Velázquez et al. 2002; Velázquez et al. 2002 y Velásquez et al. 2002 citados por Reyes et al. 2006). Velázquez et al. (2002), mencionan que la conversión de coberturas forestales primarias tropicales a coberturas antrópicas en el planeta alcanzó una tasa anual de pérdida de 0.8% en el periodo de 1981-1990.

En la Tabla 4 puede observarse que la superficie destinada al cultivo de pastizales disminuyó en las subcuencas “Río Valles” y “Río El Salto”; sin embargo, se incrementó en 114.31 km<sup>2</sup> y 13.07 km<sup>2</sup> en las subcuencas “Río Mesillas” y “Río Los Gatos”, respectivamente.

**Tabla 4. Tasa de cambio (km<sup>2</sup>) en la vegetación y uso de suelo en las subcuencas del Río Valles, 1976 y 2000**

Uso de suelo y vegetación	Subcuenca "Río Valles "			Subcuenca "Río Mesillas"			Subcuenca "Río Los Gatos"			Subcuenca "Río El Salto"		
	1976	2000	Cambio	1976	2000	Cambio	1976	2000	Cambio	1976	2000	Cambio
Agricultura de riego y humedad	20.28	41.24	20.96				5.90	7.98	2.07	56.14	85.97	29.83
Agricultura de temporal	66.13	158.69	92.55	47.85	105.50	57.65	45.59	223.26	177.66	153.43	230.35	76.91
Pastizales inducidos y cultivados	110.78	106.23	-4.55	127.11	241.42	114.31	68.53	81.60	13.07	65.78	52.60	-13.18
Selva alta perennifolia y subperennifolia	41.80	25.48	-16.33	2.74	2.80	0.06				3.86	4.24	0.38
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	266.43	162.33	-104.10	582.58	408.61	-173.97	546.63	351.00	-195.63	461.85	407.17	-54.68
Palmar	0.62	1.03	0.42				8.61	8.57	-0.03	79.32	31.62	-47.70
Asentamiento humano	9.27	20.91	11.63		0.89	0.89		2.69	2.69		4.84	4.84
Cuerpo de agua				8.16	9.23	1.07						
Bosque de encinos							0.64	0.81	0.17	399.30	409.97	10.67
Bosque mesófilo de montaña										11.21	10.42	-0.79
Matorral xerófilo										7.74	1.45	-6.28

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INE, 2000.

La agricultura de riego se practica principalmente en las subcuencas "Río Valles" y "Río El Salto". En éstas la superficie destinada a esta actividad creció, en el período de 1976 al 2000, en 20.96 km<sup>2</sup> y 29.83 km<sup>2</sup>, respectivamente. En la subcuenca "Río Los Gatos" el área destinada a la agricultura de riego se incrementó en 2.07 km<sup>2</sup>, valor muy por debajo al presentado en las subcuencas anteriores. Lo anterior se debe, en gran medida, a que el Río Valles, que da forma a tales subcuencas, presenta la mayor escorrentía fluvial. Por otro lado, la agricultura de temporal incrementó su superficie en todas las subcuencas, sin embargo, el mayor porcentaje encontrado se presenta en la subcuenca "Río Los Gatos" en la cual esta superficie creció en 389.6%, el menor porcentaje encontrado fue de 50.12% para la subcuenca "Río El Salto". El área de vegetación original, constituida de selva caducifolia y subcaducifolia, más afectada,

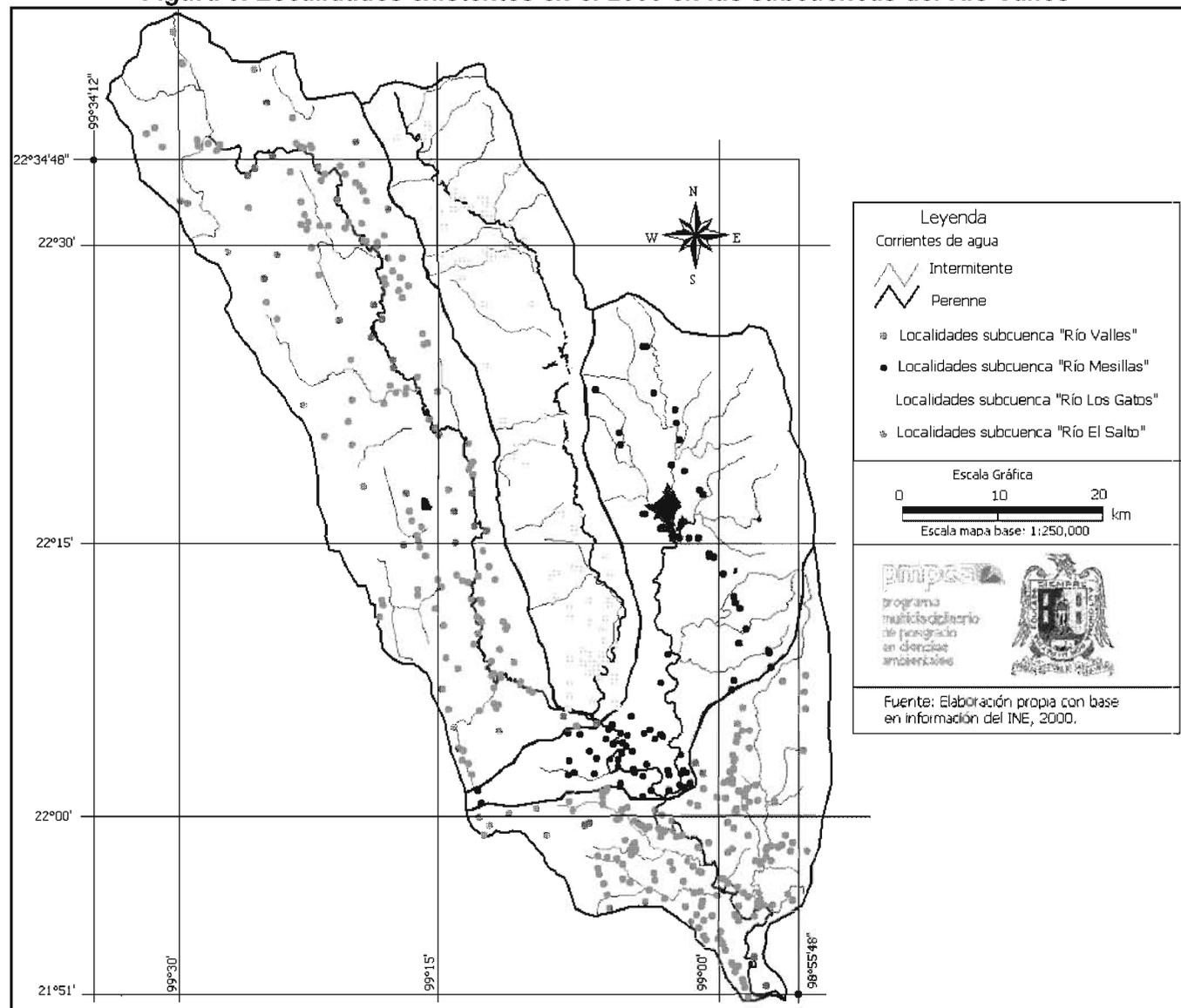
sobre todo por el incremento de la frontera de agricultura de temporal, se presenta en la subcuencas “Río Los Gatos” y “Río Mesillas” en las que este tipo de cubierta vegetal decreció en 35.78% y 29.86%, respectivamente.

### **3.2. Las condiciones socioeconómicas en la cuenca del Río Valles**

La cuenca del Río Valles se dividió en cuatro subcuencas y las presentaciones de las condiciones sociodemográficas se hace considerando estos recortes espaciales; lo que responde a la intención de tener una mejor caracterización de la población humana que se desarrolla al interior de la cuenca.

En la Figura 9 pueden verse las localidades presentes en la cuenca del Río Valles. Aunque cabe aclarar que en esta figura aparecen localidades que cuentan con una sola vivienda, ya que así lo consideró el INEGI en el XII Censo de Población y Vivienda del año 2000. La Figura 12 muestra una gran dispersión de localidades en cada una de las subcuencas; además muestra que los principales centros urbanos se localizan en las subcuencas “Río Los Gatos”, “Río El Salto” y “Río Valles”; en esta última se localiza el principal centro urbano de la cuenca y que, como se verá adelante, concentra la mayor cantidad de habitantes y el mayor número de servicios públicos.

**Figura 9. Localidades existentes en el 2000 en las subcuencas del Río Valles**



**Tabla 5. Población total, número de viviendas y tipo de servicios en las localidades de las subcuencas del Río Valles, año 2000**

Población Total	Viviendas Habitadas	Número de Viviendas por Tipo de Combustible				Número de Viviendas por tipo de Servicios		
		Gas	Leña	Carbón	Petróleo	Agua Entubada	Drenaje	Electricidad
<b>SUBCUENCA "Río Valles"</b>								
118,167	28,758	24,747	3401	4	15	24,449	22,451	27,034
PORCENTAJE		86.05	11.83	0.01	0.05	85.02	78.07	94.01
<b>SUBCUENCA "Río Mesillas"</b>								
6,369	1,351	387	882	1	0	633	219	1,080
PORCENTAJE		29	65	0.07	0.0	47.0	16.0	80.0
<b>SUBCUENCA "Río Los Gatos"</b>								
5,767	1,418	636	670	1	0	667	357	1,166
PORCENTAJE		45	47	0.07	0	47.04	25.18	82.2
<b>SUBCUENCA "Río El Salto"</b>								
24,475	5,433	3,701	1,504	2	6	4,511	2,562	4,626
PORCENTAJE		68.12	27.68	0.03	0.11	83.02	47.15	85.14
<b>TOTAL CUENCA</b>								
154,778	36,960	29,471	6,457	8	21	30,260	25,589	33,906
PORCENTAJE		79.73	17.5	0.02	0.05	81.87	69.23	91.73

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI, 2000.

En la Tabla 5 puede observarse que en el año 2000 vivían en la cuenca 154,778 habitantes, los cuales ocupaban 36,960 viviendas; en el 79.73% de éstas se usaba gas como combustible en las actividades domésticas y en el 17.5% se hacía uso de la leña. Puede observarse, además, que el 81.87% de las viviendas contaba con el servicio de

agua entubada; el 69.23% contaba con drenaje y el 91.73% contaba con energía eléctrica. Sin embargo, existen contrastes en las subcuencas en las que se dividió la cuenca del Río Valles.

En la subcuenca “Río El Salto” se encuentra una de las principales localidades de la zona en términos de habitantes y de servicios públicos; esta localidad es Ciudad Valles que cuenta con el 90.4% de las viviendas en la subcuenca. Sin embargo, existen en la subcuenca 183 localidades, de las que 100 cuentan con una vivienda y 83 localidades cuentan con más de 10 viviendas. En la Tabla 5 puede verse que el gas es el tipo de combustible para uso doméstico que predomina en las viviendas de la subcuenca; sin embargo, el uso de la leña con estos fines presenta un porcentaje del 11.83%. En lo que se refiere a los servicios públicos, puede observarse que el 85.02% de la viviendas contaban con agua entubada, el 78.07% contaba con drenaje y el 94.01% contaba con electricidad.

Por otro lado, puede concluirse de manera preliminar que existe, en la subcuenca “Río Valles”, una notable concentración urbana de la población humana, el 89.47% de ésta se localizaba en Ciudad Valles. Pero, además es posible concluir que existe gran dispersión de las localidades pequeñas.

En el año 2000, la subcuenca “Río Mesillas” contaba con 86 localidades, de las cuales 62 tenían menos de 10 viviendas y el resto presentaban entre 14 y 403. En el 65% del total de viviendas se usaba leña como combustible para las actividades domésticas y sólo en el 29% se usaba gas. Por otro lado, el 47% de las viviendas contaban con agua

entubada y el 17% contaba con drenaje, lo cual contrasta con los porcentajes promedio obtenidos a nivel de cuenca que son del 81.87% y del 69.23%, respectivamente.

La subcuenca “Río Los Gatos” contaba, en el año 2000, con 5,767 habitantes que ocupaban 1,418 viviendas; en el 47% de éstas se usaba leña como combustible en las actividades domésticas; un porcentaje similar de viviendas son las que cuentan con agua entubada y de éstas sólo el 25.18% contaba con drenaje. En esta subcuenca existían 16 localidades que tenían más de 10 viviendas; existe una localidad, Nuevo Morelos, Tamaulipas que concentra el 33% del total de viviendas de la subcuenca. En 1990, la localidad de Nuevo Morelos contaba con 1,889 habitantes, que representaban el 61.6% del total municipal; toda la superficie del municipio de Nuevo Morelos se ubica en la cuenca estudiada.

La subcuenca “Río El Salto” presenta características similares a la subcuenca “Río Valles”. Existe una localidad que concentra el 37.15% de la población humana y concentra el 38% de la viviendas asentadas en la subcuenca. Destaca que en un 27% de las viviendas se usaba leña como combustible para usos domésticos. En lo que respecta al agua entubada, el 83% de éstas contaba con este servicio y el 47% de las viviendas contaban con drenaje.

De lo asentado anteriormente se puede concluir, preliminarmente, que la población humana se concentra en tres centros de población considerados como urbanos (Ciudad Valles, El Naranjo y Nuevo Morelos); el 75.4% de la población humana de la cuenca se

localizaba en estas tres localidades; pero, por otro lado, existe una gran dispersión de la población humana restante, la que habita en pequeñas localidades. Una segunda conclusión es que las subcuencas más impactadas por las actividades humanas –uso de suelo, uso de leña como combustible, falta de drenaje, etc. –son las subcuencas “Río Mesillas” y “Río Los Gatos”. Se está analizando así una cuenca con contrastes importantes, los centros urbanos concentran los servicios públicos y las pequeñas localidades, en buena medida, carecen de éstos.

Las actividades económicas realizadas en la cuenca también presentan contrastes muy marcados entre las cuatro subcuencas. En la subcuenca “Río Valles” la población económicamente activa (PEA) era de 43,436 habitantes, el 70% de ésta se dedicaba a actividades del sector terciario y el 20.43% desarrollaba actividades en el sector secundario. La localidad de Ciudad Valles concentraba el 91.5% de la PEA y el 96.21% de la PEA se dedicaba al sector terciario. En ese sentido, puede verse una gran concentración de las actividades del sector terciario en las zonas urbanas.

La subcuenca “Río Mesillas” tenía, en el año 2000, una PEA de 1,044 habitantes, el 63% de ésta se dedicaba actividades en el sector primario y el 21% desarrollaba actividades en el sector terciario. La localidad denominada Laguna del Mante concentra el 29.69% de la PEA, de ésta el 32.57% se ubica en el sector primario y el 31.87% se ubica en el sector secundario.

La subcuenca “Río Los Gatos” presenta características similares a la subcuenca “Río Mesillas”, tenía una PEA de 1,626 habitantes, de los cuales 1,076 (66.17%) realizaba

actividades en el sector primario y el 21.16% desarrollaba actividades en el sector terciario. En esta subcuenca la localidad de Nuevo Morelos, Tamaulipas concentra el 37% de la PEA y representa el 63% de la que se dedica al sector terciario.

La subcuenca “Río El Salto” tenía una distribución similar de la PEA en los tres sectores de ocupación. Así, de 7,066 habitantes que constituían la PEA, el 39.17% realizaba actividades en el sector primario y el 31.46% lo hacía en el sector terciario. Al igual que las subcuencas anteriores, en ésta existe una localidad, El Naranjo, que concentra el 40.21% de la PEA y de ésta el 47.24% realizaba actividades en el sector terciario y sólo el 12.95% realizaba actividades en el sector primario.

De lo expuesto antes se puede concluir que existe un proceso de concentración urbana en cuatro centros poblacionales y, con esto, una concentración de la PEA y del sector terciario en estas localidades; estos cuatro centros poblacionales concentran el 81.2% de la PEA. Del mismo modo, puede concluirse que las subcuencas “Río Mesillas” y “Río Los Gatos” son predominantemente agrícolas. No se puede afirmar que la cuenca sea predominantemente urbana, si no más bien que es una cuenca “dominada” por cuatro centros de población, uno de ellos de magnitud considerable, en diversos rubros, si se compara con los otros tres.

El análisis realizado de las condiciones biofísicas y socioeconómicas se usa aquí como preámbulo, e incluso para generar algunas preguntas de investigación, al Capítulo IV, en el cual se abordan los aspectos de disponibilidad y uso de agua en la cuenca.

## **CAPÍTULO IV. DISPONIBILIDAD Y USO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO VALLES.**

La meta de este capítulo es calcular la disponibilidad hídrica en la cuenca del Río Valles; demostrar que, a pesar de la abundancia de agua, existen localidades, sobre todo rurales, que carecen del servicio de agua potable o entubada; y demostrar que esa carencia es consecuencia de la falta de inversión pública y que, en la aplicación de la misma, se favorece al sector urbano.

Por otro lado, se busca mostrar que en la GIRH no solo se trata de tener valores numéricos de disponibilidad hídrica, sino más bien que es importante asociar a ésta al acceso real al agua potable de los habitantes de la cuenca estudiada. Del mismo modo, se considera que contar con valores de disponibilidad, sobre todo considerando su variación espacial y temporal a nivel de cuenca, es un elemento que puede conducir a los esquemas de GIRH.

Considerando lo expuesto en el párrafo anterior, adelante se clasifica a la disponibilidad hídrica en teórica, asociada básicamente a un valor numérico, y en disponibilidad hídrica efectiva, que tiene que ver más con acceso real al agua para diversos usos, pero que en esta investigación se asoció con el acceso al agua entubada. La razón de esto tiene que ver la información estadística oficial existente y accesible, de modo que es importante aclarar que se reconoce aquí que el contar con un tubo y una llave, por ejemplo, no necesariamente implica contar con agua potable.

La disponibilidad hídrica es un concepto que todavía no está completamente clarificado. La disminución del agua dulce o potable que se acrecienta con la irregularidad en la distribución espacial y temporal del líquido (Rosegrant, 2004), y se asocia con la escasez<sup>19</sup> del agua<sup>20</sup> y <sup>21</sup>. Por otro lado, la disponibilidad hídrica en general se asocia con un valor numérico que representa en términos globales la cantidad de agua que en teoría dispondría cada ser humano.

La disponibilidad de agua está conformada por la cantidad y calidad del líquido, en un espacio y tiempo determinado. Por ejemplo, se considera que en muchas zonas del planeta la baja disponibilidad de agua para consumo humano tiene que ver con que ésta no cumple con la calidad adecuada o con que existen pocas o nulas inversiones para establecer sistemas de suministro. Es necesario tener presente que el agua, el

---

<sup>19</sup> En esta tesis no se aborda el concepto de escasez. Discusiones teóricas sobre el concepto y sus implicaciones pueden verse en: Alier y Roca (2000); Ayres (2001); Bifani (1997); Brown y Wolf (2000); Cleveland y Stern (1997); Krautkraemer (2005); Ohlsson (1998) y Tahvonen (2000).

<sup>20</sup> Para discusiones sobre el concepto de escasez del agua pueden verse: Barlow (2001); Boelens et al. (2005); Elhance (1999); Krautkraemer (2005); Ohlsson (1998); Shiva (2003) y Winpenny (s/f).

<sup>21</sup> Aquí se sostiene que el agua dulce es un recurso renovable “naturalmente” a un ritmo muy lento, el cual no coincide con el tiempo de extracción y de explotación, sobre todo cuando se le usa con fines comerciales. Del mismo modo, se habla de un importante incremento en la población humana del planeta y del impacto que puede tener ésta en los recursos naturales e incluso se atribuyen los mayores impactos a la población humana más pobre. Incluso, se sostiene que este incremento poblacional demanda una mayor cantidad de alimentos y, por lo tanto, mayor disponibilidad de agua para la agricultura. La producción de alimentos sería suficiente si éstos se repartieran equitativamente entre todos los habitantes de la Tierra. La quinta parte más rica del planeta consume 86 por ciento de todos los bienes y servicios, mientras que la quinta parte más pobre consume apenas un poco más de uno por ciento. Los norteamericanos y europeos gastan bastante más cada año en alimentos para sus animales domésticos que lo que costaría proporcionar los servicios básicos de salud y nutrición para todos los habitantes del mundo (Barlow, 2001). En el caso del agua no se puede hablar, en términos absolutos, de una escasez física del agua, ya que, como se verá más adelante, el volumen de agua en el planeta permanece o ha permanecido constante desde hace miles de millones de años y como se mencionó antes, así lo confirman numerosos datos, que la supuesta “*crisis del agua*” no se debe a la escasez física del líquido, sino que esencialmente se trata de un problema provocado por una mala gestión (Llamas, 1992, 1995, 2005; Rijsberman y Scott, 2005). La crisis del agua se relaciona con una *carencia de acceso* (Rijsberman y Scott, 2005). Se calcula que 1,100 millones de personas no tienen acceso actualmente a fuentes de abasto de agua *segura* (OPS, 2002). Por otro lado, se arguye que el centro de la crisis es una *falta de administración adecuada* de los recursos hídricos y terrestres (Cosgrove y Rijsberman 2000; UNESCO, 2003; Rogers y Hall, 2006).

más abundante de los recursos del planeta, puede provocar penurias graves si llega a faltar o a degradarse (de Marsily, 2003).

Desde los años setentas del siglo pasado se viene hablando de una misma cantidad (en porcentaje, claro está) de agua a nivel planetario. Por ejemplo, se dice que Marte ha perdido su agua en el transcurso del tiempo y que hace 3,000 ó 4,000 millones de años existían sobre él ríos y mares, y un ciclo de agua semejante al de la Tierra. En ésta el agua es retenida por la fuerza gravitacional, pero en la alta atmósfera –arriba de los 20 mil metros de altitud- la radiación ultravioleta descompone las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno; el primero abandona la atmósfera terrestre, el segundo se queda en ella. Sin embargo, esta pérdida a nivel planetario parece ser compensada por el flujo de agua juvenil que sale del manto terrestre, ya que el volumen del agua en los océanos, a lo largo de millones de años, parece casi constante (de Marsily, 2003; Guerrero, 2003). En contraste, Guerrero (2003) menciona que el balance local, entre tierra y mar, es otra cosa; dice que en los últimos dos y medio millones de años los cambios han sido grandes y la principal causa de esto es el cambio climático, ya que la creciente actividad industrial provoca una gran inestabilidad en el balance de agua y calor.

Es importante dejar en claro que las cantidades estimadas del volumen total de agua sobre el planeta son precisamente eso: estimaciones. Así, se dice que el 70% del planeta está cubierto por agua, 97.5% es agua salada que forma los océanos y que sólo el 2.5% restante es agua dulce, de la cual el 70% se encuentra congelada en los glaciares y nieves “perpetuas” y la mayor parte del resto se localiza en la humedad del

suelo, en los pantanos o a profundidades inaccesibles. Empero, en la estimación del volumen de aguas subterráneas existe incertidumbre: éstas van desde siete millones de kilómetros cúbicos hasta 330 millones y estas cifras corresponden sólo al agua contenida en los primeros diez kilómetros que hay bajo la superficie del suelo (de Marsily, 2003). Así, las aguas superficiales de ríos y lagos representan solamente el 30% (105,000 km<sup>3</sup>). Entonces, se concluye que el agua disponible en el planeta para abastecer los ecosistemas y a la población humana es menos del 1% del total del agua dulce y únicamente 0.1% del agua existente en el mismo (Banco Mundial, 1992; COLMEX-CNA 2003; Gallego, 2002; Guerrero, 2003). Además, los valores cuantitativos de los componentes principales del ciclo hidrológico fueron evaluados desde hace unos cuarenta años y las estimaciones principales – a nivel planetario- no han variado desde entonces (Llamas, 2005).

Como puede verse, estos datos provienen tanto de agencias supranacionales y nacionales, como de investigadores independientes. Además, es importante mencionar que en estas cifras existen pequeñas diferencias, que se tornan significativas en términos globales. Por ejemplo, se afirma que el 79% del agua dulce se encuentra congelada o que el 97% del agua del planeta es salada y se concluye que sólo la centésima parte del 1% de agua del planeta es asequible para uso humano (Bifani, 1997; Bonnefous, 1973).

Si bien es cierto que el 0.1% del agua del planeta sería más que suficiente para satisfacer las necesidades humanas esto se complica por su distribución desigual –a lo que contribuye el mercado y el poder- en la superficie terrestre, la irregularidad del ciclo

hidrológico, las concentraciones urbanas<sup>22</sup> e industriales y, finalmente, la necesidad de preservar un caudal razonable para los ríos y un nivel mínimo para los acuíferos (COLMEX-CNA 2003; Banco Mundial, 1992; Bifani, 1997; Bonnefous, 1973; UNESCO, 2003; PNUMA, 2000). Entonces, el problema no es la cantidad de agua ni el número de personas, sino la distribución relativa de ambos, así como que el agua no mantiene su mismo volumen a través del tiempo (Price, 2003).

Así, la distribución del agua en el planeta es muy diferente entre sus distintas regiones. El continente americano concentra la mayor disponibilidad de agua a nivel planetario (19,920 km<sup>3</sup>). Este continente cuenta con casi el 47% del total mundial de recursos hídricos renovables. De acuerdo con las zonas climáticas, las templadas concentran 45% de la esorrentía, las tropicales húmedas 53%, y las áridas y semiáridas sólo 2%. Los países menos desarrollados se localizan predominantemente en las zonas tropicales y subtropicales (Falkenmark, 1990).

Los nueve países más importantes por sus recursos hídricos son Brasil, Rusia, Canadá, China, Indonesia, Estados Unidos, India, Zaire y Colombia (COLMEX-CNA 2003; Shiklomanov, 2000 citado por Shiva 2003; Tortolero 2000). El continente más pobre en términos de renovación de agua dulce anual es África (Falkenmark, 1990).

México, el país en donde se localiza la cuenca en estudio, cuenta con una extensión aproximada a los 200 millones de hectáreas y recibe una precipitación pluvial promedio

---

<sup>22</sup> Según el PNUMA, 3,000 millones de personas, o sea, prácticamente la mitad de la población mundial, viven en zonas urbanas y cada día aproximadamente 160,000 van a vivir en esas zonas.

anual cercana a 777 mm, la cual se traduce en un volumen de 1 640 km<sup>3</sup> de agua al año. De este volumen, alrededor de 450 km<sup>3</sup> escurren por corrientes superficiales en las 37 regiones hidrológicas (administrativas) en las que se ha dividido el territorio mexicano. Otra parte de la lluvia se infiltra y recarga los acuíferos cuyo volumen de renovación anual se estima en 48 km<sup>3</sup> (Bifani, 1997; CNA, 1997; COLMEX-CNA 2003, CNA, 2004).

En el 75% del territorio mexicano se presenta menos de una tercera parte de la esorrentía, y es allí donde se concentran los mayores núcleos de población, la industria y las zonas de riego, lo que provoca insuficiencias en el agua superficial y subterránea para el abastecimiento y, a su vez, conduce a la sobreexplotación de acuíferos y obliga a realizar transferencias del recurso entre cuencas de la misma zona. Además, la contaminación ha reducido la calidad y, por lo tanto, el potencial de uso de varios acuíferos, ríos y cuerpos de agua. El INEGI (1998) y la CNA (2004) mencionan que se han identificado 459 acuíferos en todo el país, los que, en conjunto, reciben una recarga natural de 48 km<sup>3</sup> anuales. La extracción promedio anual en estos acuíferos se estima que es del orden de los 24.0 km<sup>3</sup> en, aproximadamente, 140 mil aprovechamientos de aguas subterráneas.

Barker (2000) indica que, hasta hace poco, la mayoría de las personas pensaban que siempre habría agua suficiente para producir alimentos, para beber y para sostener la industria ¿Acaso no es así? Aquí se insiste que la llamada “crisis del agua” no es de

toda el agua, sino del agua potable; que este problema no es de cantidad<sup>23</sup>, sino que tiene que ver con el deterioro de la calidad de la misma cada vez que se le usa y que no se disponen recursos económicos para su saneamiento<sup>24</sup>. Así, se dice que el ser humano está al borde de una “crisis del agua”, que ésta es la faceta más penetrante, aguda e invisible de la devastación ecológica de la Tierra.

Se han generado diversos índices que buscan cuantificar la disponibilidad de agua; es decir, se establece un valor numérico a partir del cual se han tomado decisiones sobre el recurso. Uno de ellos es el Social Water Scarcity Index (SWSI, por sus siglas en inglés) ó Índice Social de Escasez de Agua (ISEA), y sus autores sostienen que es diferente al “*agua disponible per cápita*”, que es el indicador estándar para el llamado estrés hídrico (Ohlsson, 1998; Votrin, 2003). Así, se han elaborado numerosos índices durante los últimos 15 años y se han usado para identificar a los países o regiones que corren el mayor riesgo de tensiones por el agua (Rijsberman y Scott, 2005).

Por ejemplo, se afirma que un país enfrenta graves riesgos si dispone menos de 1,000 m<sup>3</sup> de agua por habitante por año. Se dice que presenta tensión hídrica si dispone entre 1,000 y 1,700 m<sup>3</sup> por habitante por año (Hinrichsen, *et al.* 1998). Este valor numérico se

---

<sup>23</sup> Un estudio del Instituto de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM indica que el “promedio” de consumo diario por persona en la Ciudad de México es de 364 litros, que contrasta con los 120 litros que consume un ciudadano en los países europeos. Pero también contrastan los 600 litros que usa un habitante de las zonas residenciales ricas, en la misma Ciudad de México, con los 20 litros que utiliza un habitante de los barrios pobres (*La Jornada*, 20 de agosto de 2005, Sección Sociedad y Justicia, p. 43). Entonces, el asunto tiene que ver con problemas de distribución del agua y de cómo se canalizan los recursos económicos para solventar esto. Además, se dice que con el 10% de lo que se invirtió en el segundo piso del periférico de la Ciudad de México se pudo resolver la mal llamada “escasez” del agua en esa ciudad.

<sup>24</sup> ¿Qué cantidad de recursos económicos se requerirían para darle tratamiento al agua residual generada en la Ciudad de México para, ya tratada, reusarla en actividades que no requieren agua potable? Del mismo modo, ¿qué cantidad de dinero se requeriría para eliminar las fugas en el sistema de suministro de agua potable?

formuló basándose en un índice de las necesidades de agua dulce per cápita. En particular, se estimó que una persona requería mínimamente 100 litros por día para uso doméstico, y de 5 a 20 veces para usos agrícolas e industriales (Falkenmark y Widstrand, 1992; Gardner y Engleman, 1997; Hinrichsen, et al. 1998). Cuando el agua anual disponible por persona es inferior a 500 metros cúbicos, la vida humana se ve gravemente comprometida (Bifani, 1997; Davis y Hirji, 2005; Fischer y Heilig, 1997; Shiva, 2003). Además, en 1998 28 países experimentaron *escasez de agua* y se prevé que esta cifra aumente a 56 para el año 2025. De igual modo, se pronostica que el número de personas que viven en países sin suficiente agua potable aumentará de 131 millones que padecían esta situación en 1990 a 817 millones en 2025. Asimismo, se menciona que los países del Oriente Medio, África y Asia son los que tienen mayores problemas de acceso al agua potable y donde existe mayor presión por parte de la población humana (Rodda, 2001; Shiva, 2003; Villiers, 2000).

En ese sentido, se argumenta sobre bases no muy sólidas que si continúa la pauta actual de consumo o, mejor dicho, el uso,<sup>25</sup> dos de cada tres personas del planeta vivirán en condiciones de estrés hídrico, es decir, con menos de 1,700 m<sup>3</sup> por habitante por año para el año 2025. De igual modo, se dice que el indicador más claro del uso insostenible del agua es la sobreexplotación crónica del agua subterránea, sobre todo

---

<sup>25</sup> Aquí se prefiere emplear el término “uso” o “usufructo” ya que “consumo” denota algo que se desgasta gradualmente y que ya no puede ser usado; más aún, como sostiene Shiva (2003, p. 33), “*el agua puede usarse pero no poseerse*”; además si se considera que el agua es un fluido y, por lo tanto, siempre está en constante movimiento, de modo que nadie puede atribuirse su posesión.

en importantes regiones productoras de alimentos<sup>26</sup> y áreas urbanas (OMM, 1997; PNUMA, 2000; Postel, 2000).

Durante el último siglo, la tasa de extracción de agua ha rebasado la tasa de crecimiento de la población en una relación de dos a un medio; los asentamientos humanos, los centros industriales y las zonas agrícolas están generando una gran presión sobre la disponibilidad del líquido, lo que exige grandes esfuerzos para suministrarla en calidad y cantidad adecuadas (Davis, y Hirji, 2005; Guerrero, 2003; Shiva 2003).

Es importante tener presente que, una y otra vez, la historia de *la escasez del agua* ha sido una de avaricia, de tecnologías negligentes y de tomar más de lo que la naturaleza puede reponer (Shiva, 2003). Tomar más de lo que la naturaleza puede reponer para “satisfacer” el estilo de vida de 20% de la población del planeta que utiliza 80% de los recursos de la Tierra y que despoja al 80% de la población de una porción justa de recursos; el fondo del problema es la grave desigualdad en la distribución y uso de los recursos.

El valor numérico de disponibilidad hídrica ha sido aceptado por hidrólogos, por el Banco Mundial y otras organizaciones (Hinrichsen, et al. 1998). Así, la organización Population Action Internacional (PAI) se vale de esas cifras para efectuar proyecciones

---

<sup>26</sup> Indudablemente, es necesario preguntarse hacia dónde va la producción de estas regiones agrícolas. ¿Acaso son para autoconsumo? ¿O acaso son destinadas a satisfacer las demandas de alimentos de las grandes urbes de los países desarrollados? En ese sentido, se puede hablar de una exportación de agua de las zonas pobres económicamente pero ricas en agua a las zonas ricas económicamente pero “pobres” en agua.

de disponibilidad per cápita a nivel país y pronosticar situaciones de *escasez del agua* en 2005 y 2050 (Engleman y Leroy, 1993; Gardner y Engleman, 1997; Hinrichsen, et al. 1998). Winpenny (s/f) sostiene que este valor es indicador de una limitación severa para el desarrollo socioeconómico y para la protección ambiental; pero entonces surge la pregunta: ¿cuántos países con graves problemas de acceso al agua potable quisieran contar, en la realidad, con ese volumen de agua?

Esta cifra es engañosa: 1,000 m<sup>3</sup> por habitante por año son 2.73 m<sup>3</sup> por habitante por día; es decir, 2739.72 litros por habitante por día. Esta última cifra muestra lo engañoso del dato: existen habitantes de diversos países que subsisten con mucho menos de 50 litros por habitante por día. Por ejemplo, en Gambia, en promedio, una persona usa por día 4.5 litros de agua<sup>27</sup>, esto es 55 veces menos de lo que se considera como *escasez del agua*.

Como se anotó antes, los valores mencionados son valores promedio ya que quienes viven en países pobres disponen de 10 litros de agua al día por persona; en el otro extremo, los que viven en países desarrollados disponen de 250 litros al día por habitante (Gallego, 2002). Por ejemplo, en los Estados Unidos los individuos utilizan, en promedio, entre 400 y 700 litros por día para usos domésticos, comparado con un promedio de 30 a 50 litros por cabeza utilizada en Senegal (Davis y Hirji, 2005). Actualmente, 1,100 millones de personas carecen de instalaciones necesarias para abastecerse de agua y 2,400 millones no tienen acceso a sistemas de saneamiento.

---

<sup>27</sup> Véase: Rasch, S. S/f. *Water Scarcity on a Global Level*.  
En: <http://www.rd.msu.edu/ugrad/greenpieces/2003/Rasch.pdf>

De acuerdo con lo anterior, la disponibilidad del agua se refiere tanto a la oferta hídrica en un lugar dado y en una época del año como a la posibilidad que tienen las poblaciones de contar con agua en cantidad y calidad adecuadas. La disponibilidad tiene relación directa con las reservas de agua que existen en determinadas regiones, pero hay condicionantes adicionales que hacen que las situaciones varíen notablemente de un lugar a otro, tales como la distribución geográfica, la distribución poblacional, las condiciones climáticas, los servicios, las formas de uso, etc. (OPS/CEPIS, 2002).

En teoría, las reservas de agua en una región o cuenca son el resultado de la cantidad de agua presente en las fases del ciclo hidrológico. Así, el agua en el planeta está en continua transformación: se evapora, cae en forma de lluvia, se infiltra, se puede encontrar en forma de hielo y nieve; entonces, el ciclo hidrológico comprende todos los desplazamientos del agua desde los 15 kilómetros de altitud hasta profundidades de 1 kilómetro, puede tratarse como un sistema cuyos componentes son precipitación, evaporación, escorrentía y otras fases (Chow, et al. 1998; Linsley, et al. 1988; Guerrero, 2003).

Como se ha anotado antes, el agua comprendida en el ciclo hidrológico permanece esencialmente constante, aunque localmente cambia; el ciclo hidrológico “local” es función del clima “local” e incluso de factores locales, que también inciden en el clima, como el cambio de vegetación y el crecimiento de las ciudades; la interrupción de ríos por presas o sistemas de riego afecta el movimiento natural “local” del agua (Guerrero, 2003; Rodda, 2001). Por ejemplo, en un estudio realizado en la cuenca del Río

Shiyang, ubicado en una región árida del noroeste de China, se demostró que las actividades humanas y el cambio climático global no tienen, cuando menos en esa zona, influencia significativa en la precipitación pluvial promedio anual. Empero, la escorrentía total anual en ocho ríos tributarios del Shiyang mostraron una disminución significativa con el paso de los años, que se le atribuye a las actividades humanas. Esto significó una disminución del 74% en el flujo del río principal y un abatimiento de 15 m del nivel freático en las cuatro décadas pasadas (Shaozhong, et al. 2004).

La disponibilidad de agua es cada vez más el resultado de la acción del ser humano (de Marsily, 2003; Gleick, 1998; Mendoza, et al. 2002); de una gestión con un enfoque mercantilista del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, enfoque cuyas soluciones no son sostenibles ya que la problemática asociada al agua es el resultado de múltiples causas/efectos. Ahora se entiende que el ciclo del agua “local” es alterado por las modificaciones en la cubierta vegetal, la urbanización, la agricultura, la contaminación, la tecnología, etc. (Mendoza, et al. 2002; Zalewski, 2002). Se dice que si se mantienen los actuales patrones de uso del agua, se incrementarán los problemas de disponibilidad del agua en diversas regiones, lo que se agravará con la contaminación de corrientes y acuíferos (UICN, 2000; Siles y Soares, 2003). En ese tenor, se estima que más de la mitad de la escorrentía superficial es aprovechada por los seres humanos, directamente en el uso agrícola, para las ciudades y la industria o, indirectamente, en forma de aguas residuales y; por otro lado, se estima que estos aprovechamientos pueden incrementarse a 70% para el año 2025 (Postel, 2000).

Aunque en el momento actual existen recursos hídricos globales suficientes, el problema radica en el acceso al servicio, es decir, en tener agua en el momento necesario, en el lugar requerido y en las condiciones adecuadas. Además, en el futuro próximo se intensificarán más algunas demandas de agua para usos ambientales y recreativos, dilución de vertidos, exigencias de caudales mínimos, etc. (López, 1993).

#### ***4.1. Disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles: variación espacial y temporal***

En condiciones reales, los resultados de disponibilidad hídrica teórica per cápita a nivel de cuenca se encuentran significativamente por arriba del valor considerado como estrés hídrico ( $1,700 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$ ); el valor mínimo, calculado con el método usado por la CNA, fue de  $5,433.80 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$  (Gráfica 2a). Sin embargo, los resultados a nivel de cuenca, al igual que ocurre a nivel país o estado, pueden enmascarar la realidad; así, los resultados a nivel de subcuenca ofrecen los datos más coherentes de disponibilidad hídrica. De modo que es posible incorporarlos, ya que se obtienen con mayor resolución espacial y temporal, a la GIRH al nivel de las llamadas cuencas pequeñas. En la Tabla 6 se presentan los resultados de disponibilidad hídrica teórica per cápita ( $\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$ ) en las subcuencas del Río Valles, para los años 1970, 2000 y 2030.

##### ***a) Variación temporal.***

En este caso, pero también en el de variación espacial, no se hace comparación entre los resultados que arrojan los tres métodos empleados; así, en 1970 la subcuenca “Río

El salto” presentaba un valor máximo de disponibilidad hídrica per cápita de 74,716.13 m<sup>3</sup>/hab/año y un valor mínimo, obtenido con el método que utiliza la CNA, de 23,371.50 m<sup>3</sup>/hab/año; esta disponibilidad se reduce, con respecto a la obtenida en 1970, entre 56% y 56.7% para el año 2000 y disminuirá entre 93.9% y 95.3% para el año 2030; esta disminución tiene su causa principal en el incremento poblacional y en las modificaciones vegetativas; empero, puede verse que la disponibilidad hídrica teórica real, con el método más conservador, es de 10,116.78 m<sup>3</sup>/hab/año (Tabla 6 y Gráfica 2b).

**Tabla 6. Disponibilidad hídrica teórica per cápita (m<sup>3</sup>/hab/año) en las subcuencas del Río Valles, años 1970, 2000 y 2030**

Año	Método de Turc	Método del Coeficiente de Escorrentía	NOM-011-CNA-2000	Número de habitantes
<b>Subcuenca “Río El Salto”</b>				
1970	74,716.13	61,916.35	23,371.50	12,576
2000	32,824.51	30,650.87	10,116.85	24,475
2030	3,479.42	7,986.18	1,419.49	47,482*
<b>Subcuenca “Río Los Gatos”</b>				
1970	113,121.31	98,792.00	28,009.75	3,899
2000	65,510.66	61,132.30	20,910.35	5,767
2030	8,104.28	20,653.78	3,867.60	8,535*
<b>Subcuenca “Río Mesillas”</b>				
1970	194,196.21	179,006.60	144,967.02	2,426
2000	69,106.61	65,190.77	22,810.49	6,369
2030	6,379.34	16,297.69	3,155.91	12,738*
<b>Subcuenca “Río Valles”</b>				
1970	27,676.34	27,900.28	24,892.27	54,212
2000	11,658.92	11,937.85	10,348.15	118,167
2030	6,806.98	7,428.79	6,785.40	172,382*
<b>CUENCA RÍO VALLES</b>				
1970	45,849.58	42,545.79	28,781.20	73,113
2000	19,376.27	18,921.23	11,217.94	154,778
2030	6,175.08	8,475.14	5,433.80	241,137*

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La población estimada en 2030 se calculó con base en la tasa de crecimiento demográfico entre 1970 y 2000.

La subcuenca “Río Los Gatos” en 1970 presentó un máximo de 113,121.31 m<sup>3</sup>/hab/año y un mínimo de 28,009.75 m<sup>3</sup>/hab/año, este último valor se obtuvo, al igual que para la subcuenca anterior, con el método empleado por la CNA; de acuerdo con los resultados, la disponibilidad hídrica teórica per cápita se reduce, con respecto a la obtenida para 1970, entre 42.08% y 25.34% para el año 2000 y disminuirá entre 86.19% y 92.83% en el año 2030; por otro lado, el valor real fue de 20,910.35 m<sup>3</sup>/hab/año obtenido con el método que emplea la CNA (Tabla 6 y Gráfica 2c). La subcuenca “Río Los Gatos” es la que menor población humana tiene, sin embargo, como se indicó antes, es una de las más impactadas por las modificaciones en la cubierta vegetal original.

En la subcuenca “Río Mesillas” la reducción de superficies con vegetación original y el incremento poblacional provocó reducciones en la disponibilidad hídrica teórica per cápita, ésta se redujo entre 64.41% y 84.26%; en el valor mínimo encontrado, con el método que emplea la CNA, pasó de 144,967.51 m<sup>3</sup>/hab/año en 1970 a 22,810.27 m<sup>3</sup>/hab/año en el 2000 (Tabla 6 y Gráfica 2d). Al igual que la subcuenca anterior, ésta es una de las que menor cantidad de habitantes tiene.

La subcuenca “Río Valles” cuenta con 516.04 km<sup>2</sup> y es la que menor superficie presenta con respecto a las subcuencas anteriores, aunque en ella convergen, debido a que se encuentra en la parte baja de la cuenca del Río Valles, la escorrentía generada en las otras subcuencas y, por tanto, se dice que es una zona de acumulación. En la misma se

localiza el principal centro urbano<sup>28</sup>, que pertenece al municipio de Ciudad Valles, y es el que mayor número de localidades tiene al interior de la cuenca.

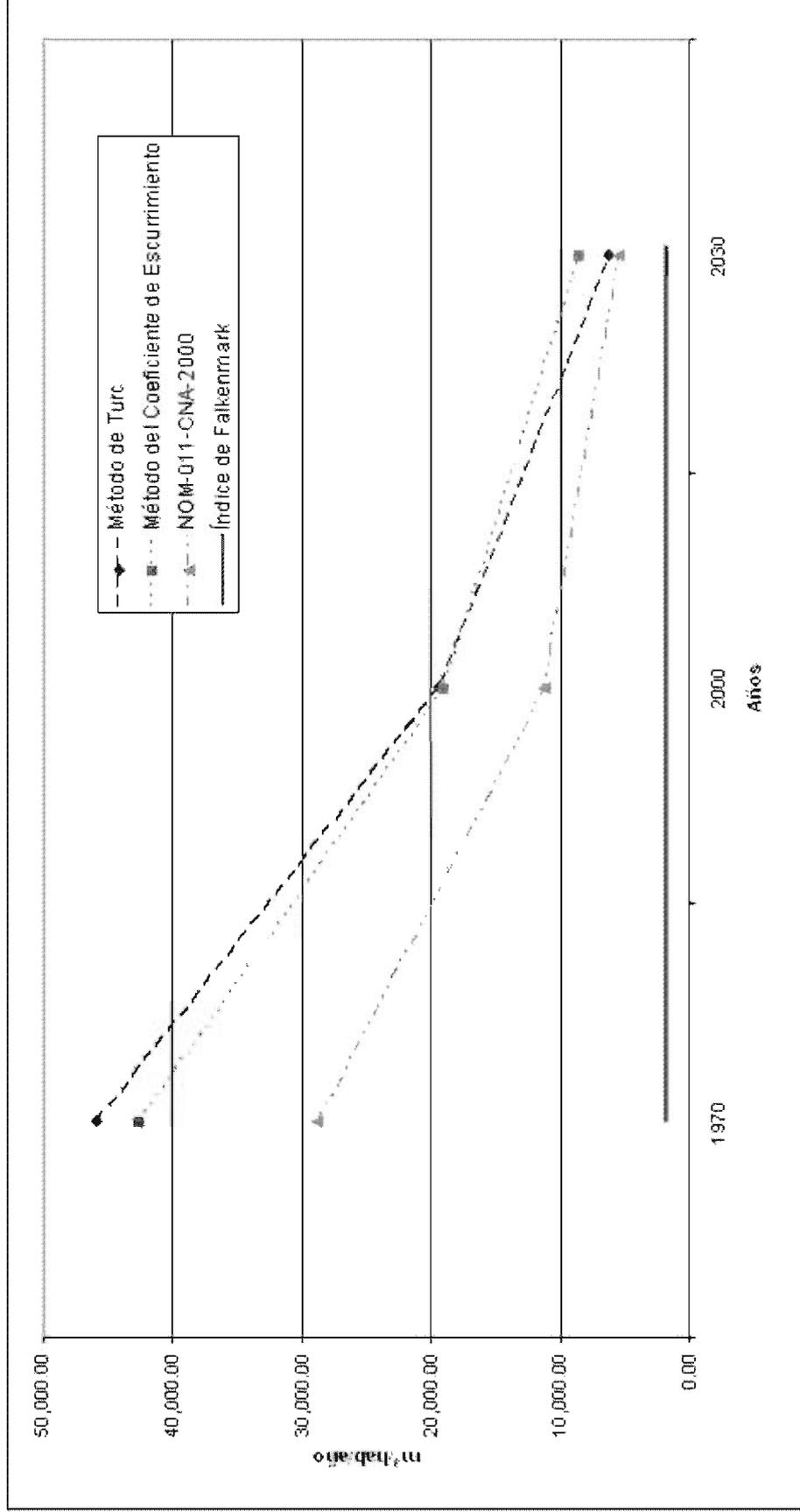
En el cálculo de los valores anotados en la Tabla 6 para la subcuenca “Río Valles” se consideran las entradas o aportes de agua de las otras subcuencas y que son registrados en una estación hidrométrica que ha medido los volúmenes de agua escurridos desde 1959. Así, la estación Santa Rosa mide la escorrentía que se genera en las subcuencas “Río El Salto”, “Río Los Gatos” y “Río Mesillas” y se ubica al principio de la subcuenca “Río Valles”, en la parte más alta de la misma (Figura 2). Por tal razón, la escorrentía por ella cuantificada se debe sumar, teóricamente, al volumen captado y escurrido en la subcuenca analizada. El volumen medio de agua que es cuantificado en la estación Santa Rosa toma valores entre 2,028 Mm<sup>3</sup>/año y 498 Mm<sup>3</sup>/año.

El valor promedio de esta serie histórica es de 1,232 Mm<sup>3</sup>/año, volumen que, teóricamente, y con fines de estimar la disponibilidad hídrica teórica, debe adicionarse al captado en la subcuenca analizada. Sin embargo, los resultados de disponibilidad hídrica teórica en condiciones de uso de suelo y vegetación existente en el año 2000, indican que ésta se reduce entre 57.8% y 58.4% con respecto a la de 1970 y para el año 2030 se reduce entre 72.4% y 75.41% con respecto a la de 1970 (Tabla 6 y Gráfica 2e).

---

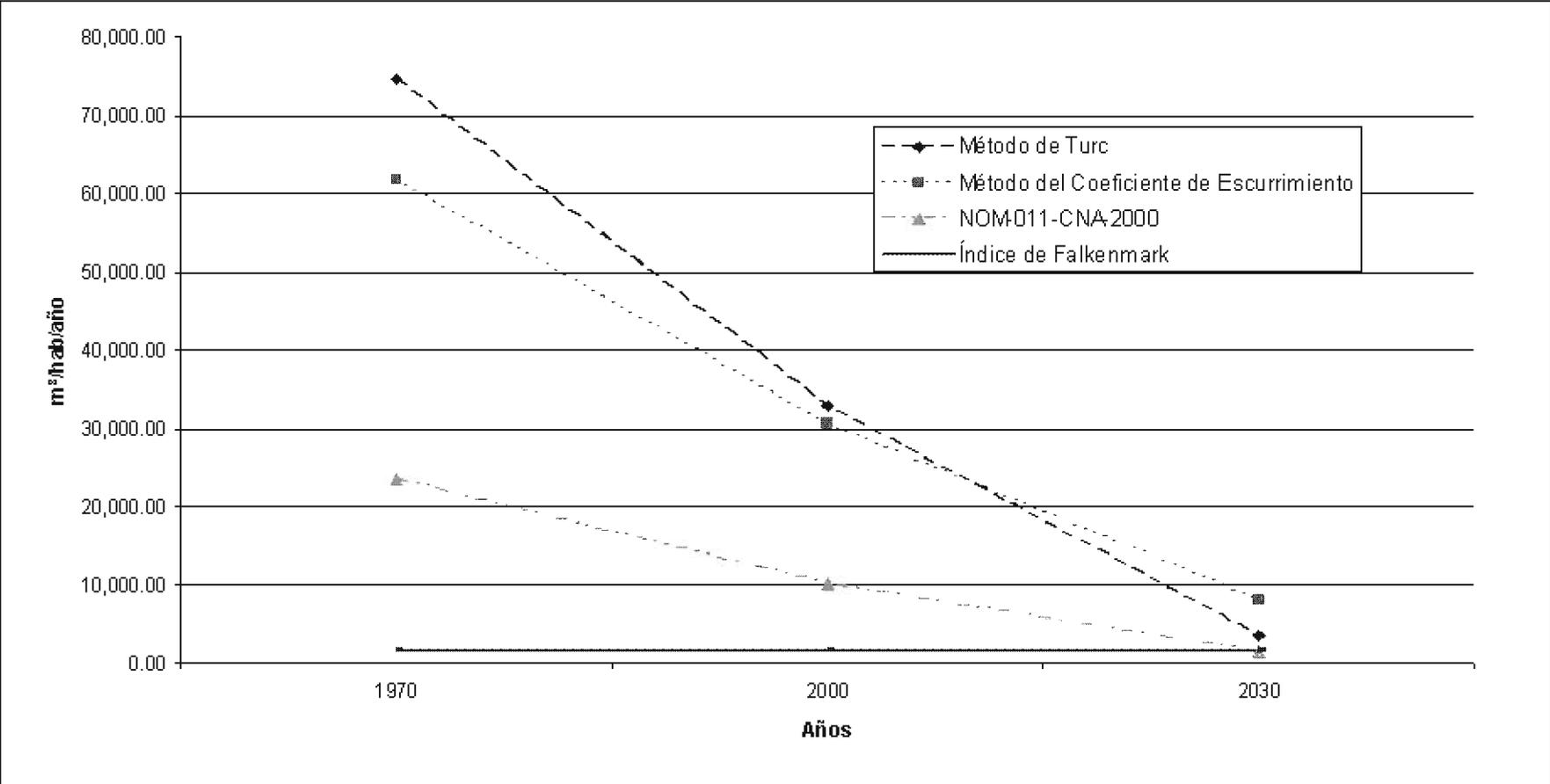
<sup>28</sup> Más adelante se verá que la localidad de Ciudad Valles, desde principios del siglo XX, ha estado gestionando y empleando volúmenes de agua extraídos del Río Valles. Así, esta localidad se ha constituido desde las dos primeras décadas del siglo pasado en el principal centro urbano de la cuenca.

**Gráfica 2a. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la Cuenca del Río Valles**



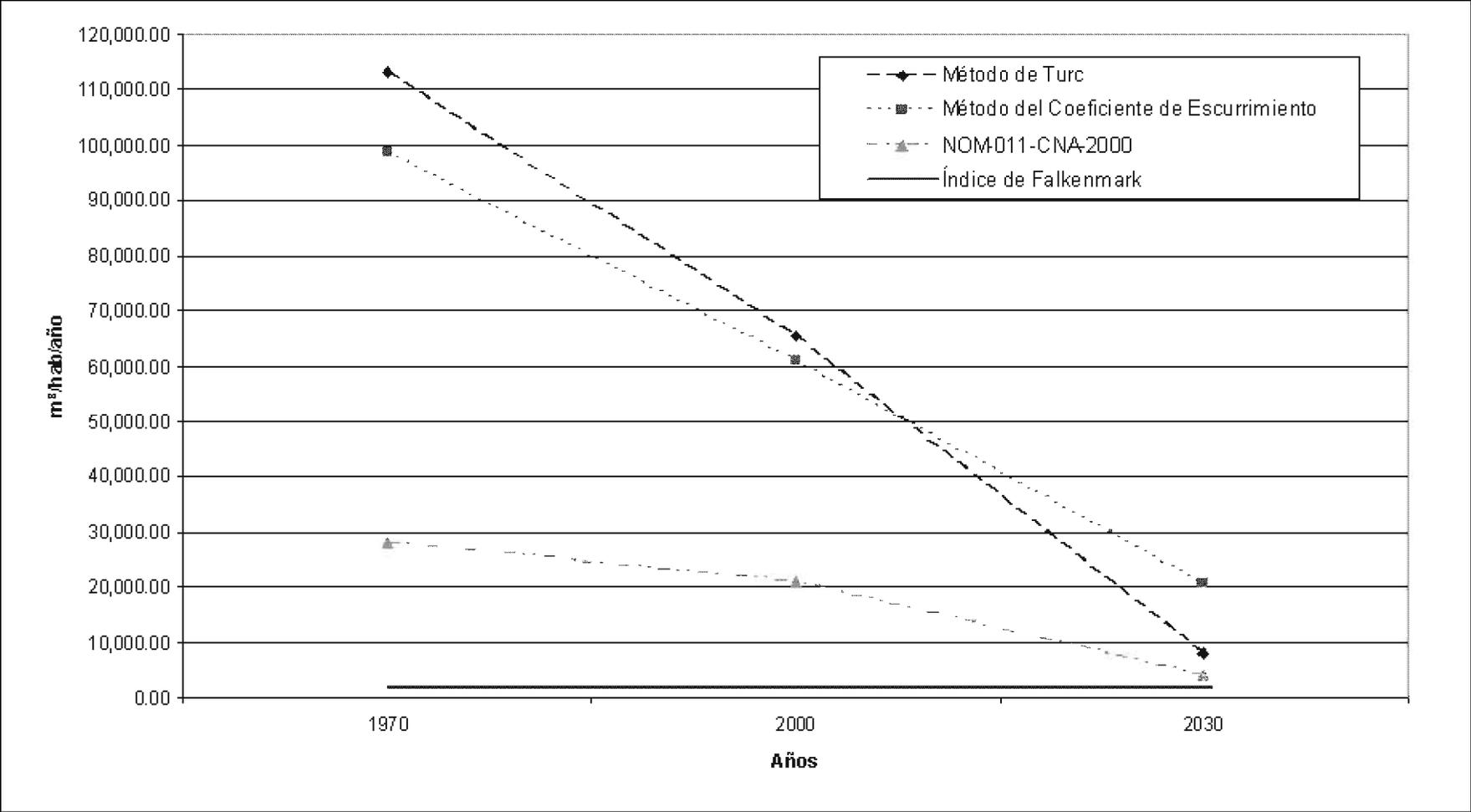
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 2b. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca “Río El Salto”**



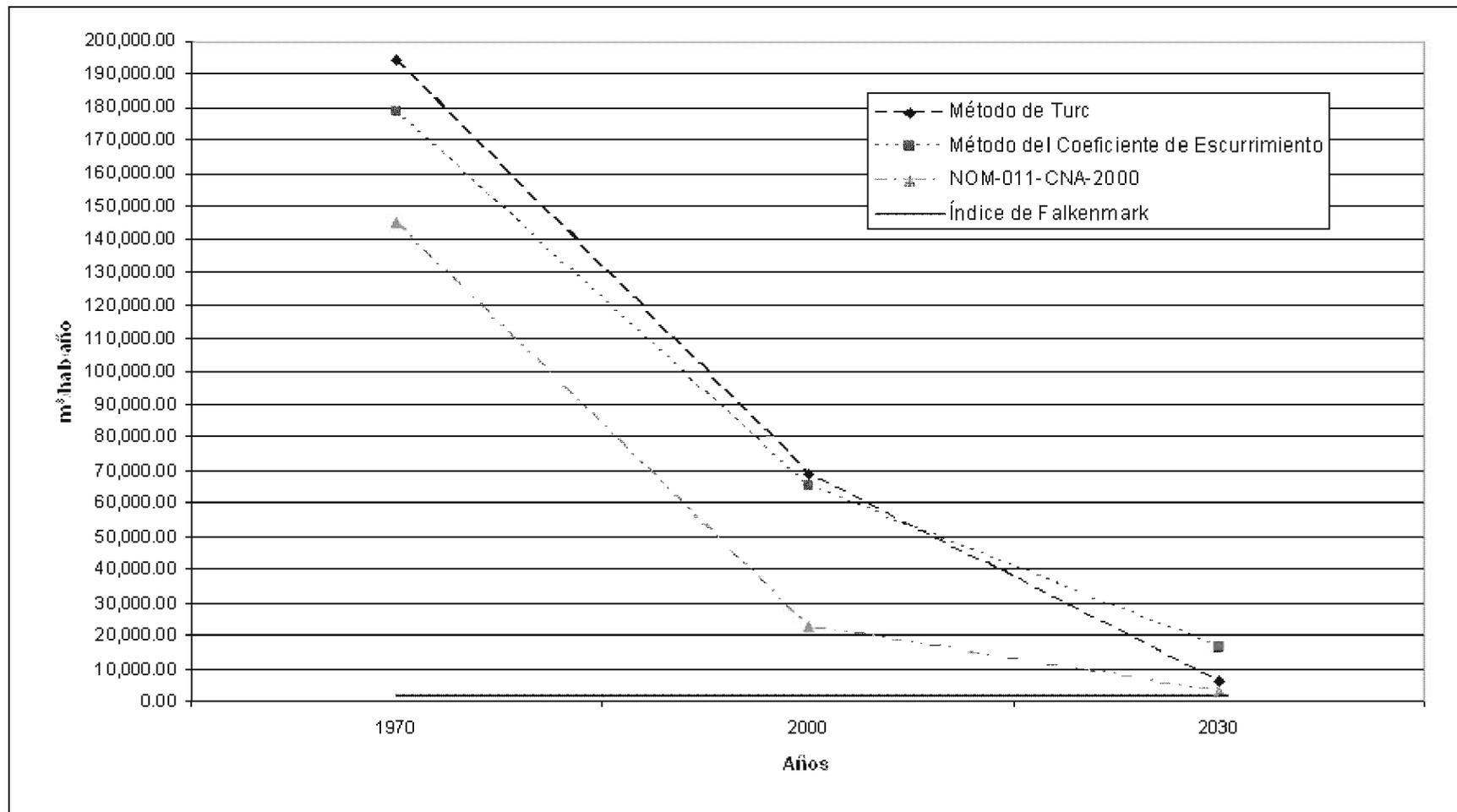
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 2c. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca “Río Los Gatos”**



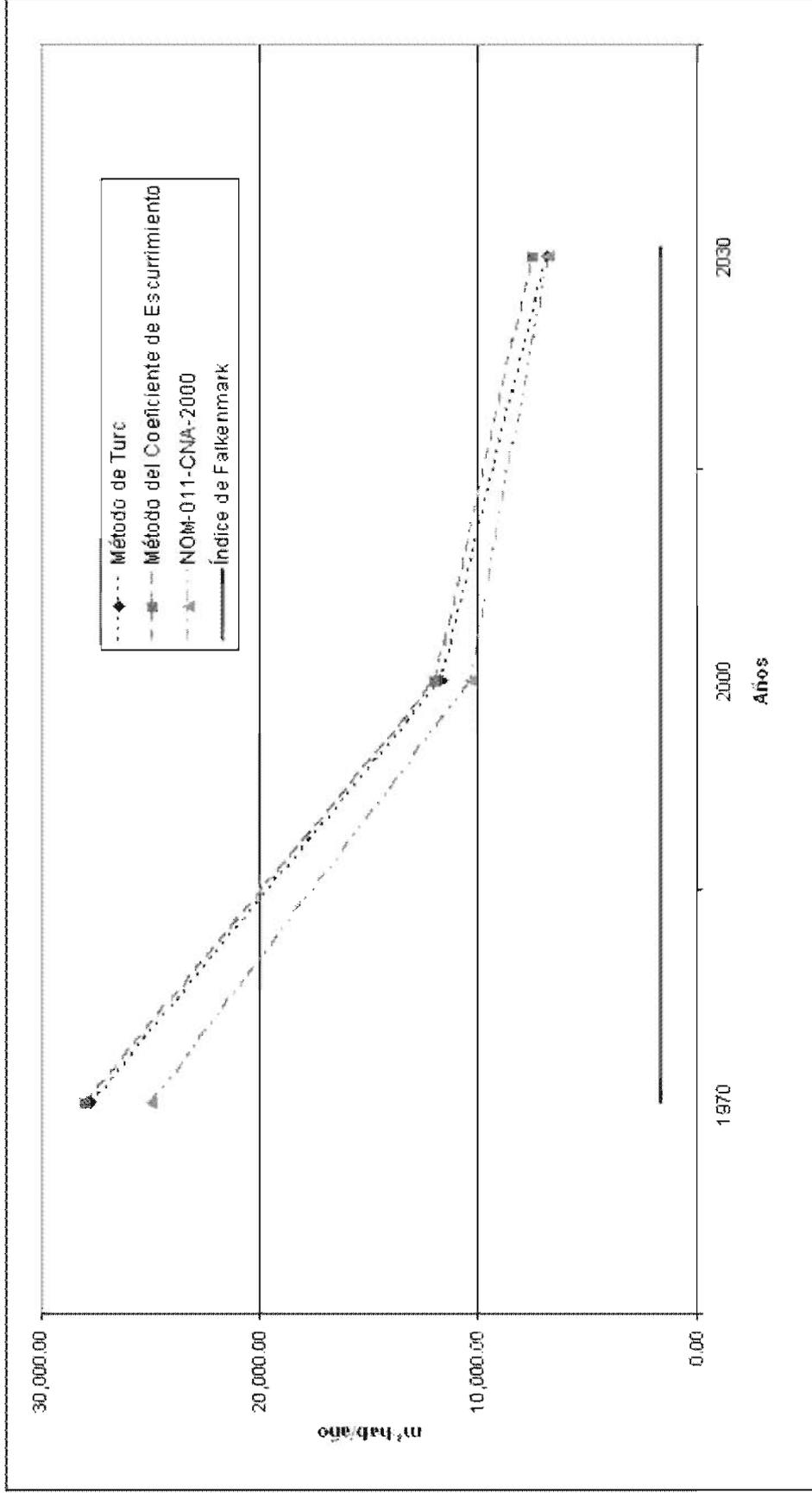
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 2d. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca “Río Mesillas”**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 2e. Variación temporal de la disponibilidad hídrica teórica en la subcuenca "Río Valles"**



Fuente: Elaboración propia.

### ***b) Variación espacial***

Como se enunció en el apartado de métodos, se ha empleado tres métodos para calcular la disponibilidad hídrica teórica a nivel de subcuencas; sin embargo, para conocer la variación espacial de aquella, se consideraron el método que arroja los valores máximos (Turc) y el método con el que se obtienen los valores mínimos (método empleado por la CNA). La disponibilidad hídrica teórica per cápita en 1970 presentó el mayor valor en la subcuenca “Río Mesillas” con 194,196.21 m<sup>3</sup>/hab/año y el valor menor se presentó en la subcuenca “Río Valles” con 27,676.34 m<sup>3</sup>/hab/año (Gráfica 3a). Con el método empleado por la CNA se encontró que para 1970 el mayor valor fue de 144.967.02 m<sup>3</sup>/hab/año y se presenta en la subcuenca “Río Mesillas” y el menor fue 23,371.11 m<sup>3</sup>/hab/año, el cual ocurre en la subcuenca “Río El Salto” (Gráfica 3b). De acuerdo con lo anterior, puede observarse que bajo las condiciones de uso de suelo y vegetación, así como de la población humana existente en 1970, ninguna de las subcuencas estaba en condiciones críticas.

En condiciones reales, es decir bajo las condiciones de uso de suelo y vegetación, así como de población humana existentes para cada subcuenca en el año 2000, se tiene que, en términos de volumen teórico disponible (Mm<sup>3</sup>/año), las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles” son las que presentan mayor volumen (Tabla 7). La razón de esto, para el caso de la primera, es que presenta mayor área de captación de precipitación pluvial; recuérdese que la división por subcuencas se realizó hidrográficamente considerando los parteaguas “internos” y los puntos de convergencia de las mismas. Del mismo modo, debido a la posición espacial de la segunda, en ésta convergen la

escorrentía captada en las otras subcuencas, lo que, en teoría, la hace contar con un mayor volumen de agua. Hasta aquí parece ser que, en términos de cantidad, las subcuencas anteriores son las que mayor disponibilidad hídrica teórica per cápita presentan. Sin embargo, recuérdese que, en la subcuenca “Río Valles” se localiza la mayor concentración urbana de la cuenca del Río Valles, lo que hace que la disponibilidad hídrica teórica, en términos de cantidad, se vea reducida.

**Tabla 7. Volumen teórico disponible (Mm<sup>3</sup>/año) en condiciones actuales para las Subcuencas del Río Valles**

Volumen teórico disponible (Mm <sup>3</sup> /año) <sup>1</sup>	Volumen teórico disponible (Mm <sup>3</sup> /año) <sup>2</sup>	Volumen teórico disponible (Mm <sup>3</sup> /año) <sup>3</sup>
<b>Subcuenca “Río El Salto”</b>		
763.47	710.27	207.70
<b>Subcuenca “Río Los Gatos”</b>		
369.46	344.21	112.25
<b>Subcuenca “Río Mesillas”</b>		
416.04	391.10	121.18
<b>Subcuenca “Río Valles”</b>		
1,377.7	1,410.66	1,222.81

Notas: <sup>1</sup> estimado por el método de Turc; <sup>2</sup> estimado por el método del coeficiente de escorrentía; <sup>3</sup> estimado por el método de coeficiente de escorrentía en función del tipo y uso del suelo.  
Fuente: Elaboración propia, con base en datos del IMTA, 2000.

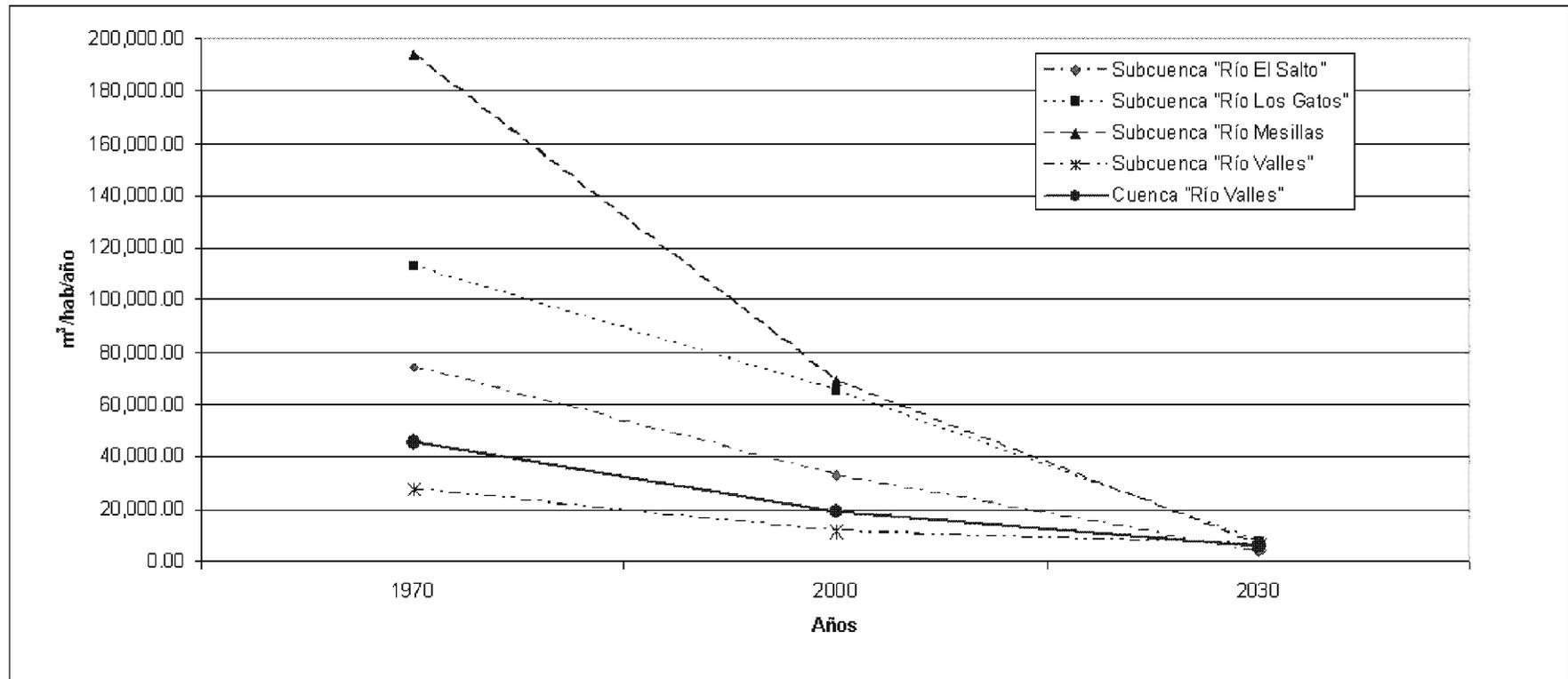
De acuerdo con lo anterior, la disponibilidad hídrica teórica per cápita es menor en las subcuencas “Río Valles” y “Río El Salto” si se compara con la presente en las subcuencas “Río Los Gatos” y “Río Mesillas”. Esto se debe a que, como ya se señaló, aquéllas alojan el mayor número de habitantes. Con el método de Turc el mayor valor es de 69,106.61 m<sup>3</sup>/hab/año y representa en la subcuenca “Río Mesillas” y el menor valor, que se presenta en la subcuenca “Río Valles”, es de 11,658.92 m<sup>3</sup>/hab/año (Gráfica 3a); con el método empleado y normalizado por la CNA se tiene que el mayor

valor encontrado fue 22,810.49 m<sup>3</sup>/hab/año para la subcuenca “Río Mesillas” y el menor valor fue 10,116.78 m<sup>3</sup>/hab/año para la subcuenca “Río El Salto” (Gráfica 3b). Así, en condiciones reales, la disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles se encuentra por arriba de los estándares internacionales y nacionales.

Para el escenario futuro (año 2030), recuerdese que esta es una proyección que es drástica en las modificaciones climáticas y de crecimiento poblacional pero que considera que las condiciones de vegetación y uso de suelo, arbitrariamente, permanecerán como las que se tenían presentes en el 2000. De acuerdo con lo anterior, los resultados muestran que la cuenca del Río Valles, en términos de disponibilidad hídrica teórica per cápita, se encuentra en condiciones favorables; sin embargo, la tendencia es a alcanzar el índice de estrés hídrico; lo cual, de acuerdo a los resultados, puede ocurrir más en la subcuenca “Río El Salto”, la cual podría presentar, bajo las condiciones en que se analizó, un valor de 1,419.49 m<sup>3</sup>/hab/año de disponibilidad hídrica teórica per cápita (Gráfica 3b). A pesar de lo anterior, la disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles en el año 2030, se encontraría por arriba de los estándares internacionales.

**Gráfica 3a. Comportamiento espacial de la disponibilidad hídrica teórica en las subcuencas del Río Valles.**

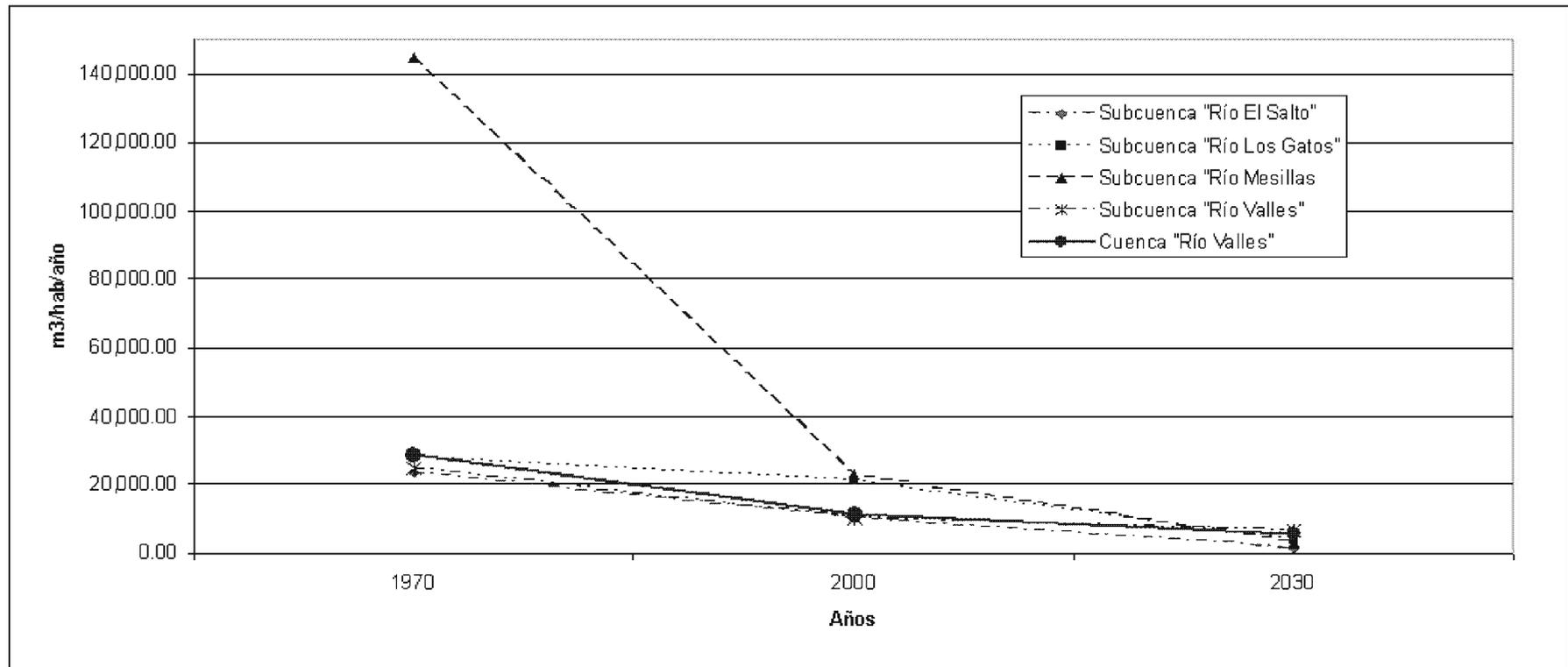
**Método de Turc**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 3b. Comportamiento espacial de la disponibilidad hídrica teórica en las subcuencas del Río Valles.**

**Método NOM-011-CNA-2000**



Fuente: Elaboración propia

Los valores de disponibilidad hídrica teórica pasados y reales (actuales) para cada una de las subcuencas se encuentran por arriba del valor medio (5,125 m<sup>3</sup>/hab/año) establecido para México por Jiménez (1996) e incluso resultan ser significativamente superiores al índice de estrés hídrico, empleado en México y a nivel planeta, el cual establece un valor de 1,700 m<sup>3</sup>/hab/año, también conocido como índice o indicador de Falkenmark (Gráficas 2a-2e). Sin embargo, en condiciones climáticas modificadas y con un aumento importante en la población humana residente en cada una de las subcuencas, la disponibilidad hídrica teórica proyectada (2030) alcanza valores relativamente cercanos al valor medio establecido para México por Jiménez (1996) y, en la mayoría de los casos, superiores al valor (4,500 m<sup>3</sup>/hab/año) considerado como disponibilidad natural de agua para México en el 2004 (CNA, 2004).

Por otro lado, los valores estimados para el año 2000, resultan ser similares a los que se calcularon en 2004 para Australia (26,000 m<sup>3</sup>/hab/año), Costa Rica (28,100 m<sup>3</sup>/hab/año) y Brasil (31,900 m<sup>3</sup>/hab/año) (CNA, 2004); en algunos casos resultaron ser superiores a éstos (véase Tabla 6). Del mismo modo, los valores encontrados resultan ser muy superiores al estimado para las zonas áridas del norte de México, en las cuales la disponibilidad per cápita varía desde 211 m<sup>3</sup>/hab/año hasta 1,478 m<sup>3</sup>/hab/año; por otro lado, son muy similares a los estimados para el sureste mexicano donde un habitante dispone teóricamente entre 9,519 m<sup>3</sup>/año y 33,285 m<sup>3</sup>/año, o para Tabasco, estado en el que se ha estimado un valor de 7,446 m<sup>3</sup>/hab/año (Castelán, 2000; Escalante y Reyes, 2004; INEGI, 1998; OCDE, 1998; Paz, 1999, SEMARNAP/CNA, 1996). De acuerdo con lo anterior, el espejismo de la disponibilidad hídrica teórica – como promedio estadístico- adquiere otra connotación (Tortolero, 2000).

En un estudio realizado para el estado de San Luis Potosí por investigadores independientes, en el que se consideran los límites administrativos, se estima que la disponibilidad de agua es de  $200 \text{ Mm}^3 \text{ año}^{-1}$  para la región hidrológica de El Salado y de  $150 \text{ Mm}^3 \text{ año}^{-1}$  para el Pánuco (Partida y Carvajal, 2003)<sup>29</sup>. Los valores obtenidos por CNA (2000), INEGI (2002) y Partida-Carvajal (2003) para el estado de San Luis Potosí presentan pequeñas diferencias que, a nivel de las cuencas del estado, pueden ser importantes. Se puede decir que son resultados que no permiten ver la evolución y variación, espacial y temporal, de la disponibilidad de recursos hídricos por lo que no se pueden usar como referentes para realizar gestión hídrica.

Por otro lado, en diversos estudios se han empleado modelos para determinar las variaciones en la disponibilidad de agua ante un cambio climático en grandes cuencas como la del Lerma-Chapala-Santiago, la del Río Pánuco y la del Río Balsas. Los resultados indican que, ante un cambio climático, habría una disminución del agua aprovechable (Maderrey y Jiménez, s/f). Se ha estimado, de igual forma, la disponibilidad de agua actual y la proyectada para una doble concentración de bióxido de carbono en la atmósfera, sobre una base estacional, en ocho regiones de la cuenca del Río Guayalejo, Tamaulipas. Los resultados muestran un decremento de la precipitación pluvial y un incremento de la temperatura en el verano; sin embargo, en el invierno se presentan incrementos de la precipitación pluvial en algunas zonas (Adame y Estrada, 2003).

---

<sup>29</sup> Contradictoriamente, para satisfacer la demanda de agua en la ciudad de San Luis Potosí, los autores mencionados proponen el tratamiento y reuso de aguas residuales, la construcción de presas y el transporte de agua procedente de La Huasteca.

En general, se puede decir que, en términos de disponibilidad hídrica teórica per cápita, ninguna de las subcuencas se encuentra, aún en el escenario futuro, en condiciones críticas; sin embargo, la tendencia mostrada por esta variable, y de seguir las condiciones actuales de manejo y explotación de la cuenca, puede ponerla en condiciones críticas. Esta tendencia es la misma que se observa a nivel del planeta; en este nivel, la disponibilidad del líquido per cápita al año descenderá de 7,300 metros cúbicos que se tenían en 1995, a 4,800 en el año 2025, cuando la población del planeta ascienda a 8,300 millones (ONU, 1997). Sin embargo, otras cifras, indican que para el año 2000 la disponibilidad de agua per cápita a nivel planetario era de 30,000 m<sup>3</sup> y que esa cifra se redujo a 7,000 m<sup>3</sup> y se considera que, debido al crecimiento poblacional, esta disponibilidad será de 5,100 m<sup>3</sup> para el año 2025 (Davis, y Hirji, 2005). Estas proyecciones consideran los patrones de uso del agua, el cambio climático global y la contaminación del agua. Por otro lado, se menciona que es necesario administrar la demanda, reusar el agua y establecer otros esfuerzos de conservación (Davis, J. y Hirji, R. 2005).

A esta disponibilidad se le define aquí como *disponibilidad hídrica teórica*, es el resultado de dividir el volumen *total* de agua dulce en el planeta, obtenido bajo supuestos globales, entre el número de habitantes; es decir, es un valor promedio, que, incluso, cambia de una proyección a otra, que no considera las variaciones espaciales y temporales ni la accesibilidad socioeconómica.

Los resultados de disponibilidad hídrica teórica per cápita muestran que la cuenca del Río Valles presenta condiciones favorables; sin embargo, es necesario tener presente

que los resultados asentados antes no consideraran los volúmenes de agua extraídos para diferentes usos. Por lo tanto, en el apartado siguiente se estima cómo estos usos generan un decremento en la disponibilidad hídrica.

#### **4.2. Usos del agua: el papel de la tecnología y el mercado**

En general, los usos que se le dan al agua se dividen en *consuntivos* y *no consuntivos*. Son usos consuntivos aquéllos en los que el agua se ha evaporado o transpirado – cambiando de estado-, ha sido incorporada a los productos o cosechas, utilizada para el consumo humano o del ganado, o retirada de otra forma del ambiente acuático inmediato. Este líquido no regresa a las corrientes o a las aguas subterráneas inmediatamente después de ser usado. Algunos usos de agua requieren de ésta en grandes cantidades y de moderada calidad y temperatura; otros requieren de pequeñas cantidades pero con alta calidad, como el agua para beber (Rodda, 2001).

Es necesario tener presente que los seres humanos, como todos los demás organismos vivos, son absolutamente dependientes del agua. Sus sistemas fisiológicos necesitan el vital líquido, tanto para sus actividades metabólicas como para la reproducción celular y de la especie. El cuerpo humano es una compleja solución acuosa protegida en forma parcial por la piel y otros elementos aislantes. El agua es necesaria para la ingestión, digestión y absorción de los alimentos; para la circulación del oxígeno de la respiración dirigido a las células, y para la evacuación de los productos residuales de la actividad celular, tanto los gaseosos, como los líquidos y sólidos (Danilo y Díaz 2000).

El agua tiene como función biológica fundamental en todos los seres vivos (humanos, plantas, animales) el transporte de sustancias, la capacidad de disolución o de mantener constituyentes en suspensión coloidal. Estas funciones las cumple el agua por mantenerse en estado líquido en un rango muy amplio de temperaturas. El agua inhibe o acelera diferentes reacciones químicas, enzimáticas o microbiológicas, aumentando o reduciendo el valor nutritivo y la calidad de los alimentos. El 70% del cuerpo humano es agua; éste requiere de 1,500 ml de agua diarios, como mínimo, para realizar todas sus funciones biológicas adecuadamente (Danilo y Díaz 2000; de Marsily, 2003; Goldberg, 2001; Guerrero, 2003). Las fuentes de agua para el ser humano son los líquidos que se ingieren, el agua contenida en los alimentos (con una proporción variable), y el agua que se forma a través de reacciones y combustión de alimentos. El uso fisiológico del agua por los seres humanos y, en general, por los organismos vivos del planeta es uno de sus principales usos.

Por otra parte, se consideran usos no consuntivos aquellos en los que el agua regresa al entorno inmediatamente después de ser usada; aunque regresa generalmente con cambios en sus características físicas, químicas o biológicas. Los seres humanos se han apropiado del agua para abastecer casas, producir alimentos y utilizarla en la industria; estos usos han impactado la cantidad y calidad del agua; esta degradación tiene implicaciones en la salud, en la sociedad, en la cultura, en la política y en la economía (Azqueta, 2002; Rodda, 2001; Siles y Soares, 2003).

La tecnología y uno de sus impulsores, el mercado, han jugado un papel muy importante en el uso de los recursos hídricos y, con ello, en la disponibilidad del agua;

por un lado, el mercado ha impulsado la producción de cultivos intensivos de mayor rendimiento y, con esto, la desaparición de bosques y selvas por el avance de la frontera agrícola, provocando modificaciones importantes en el ciclo hidrológico “local”; por otro lado, se ha generado una mayor demanda de tecnología, esto es, artefactos que permiten la extracción de una mayor cantidad de agua en menor tiempo de los cuerpos de agua.

Por otro lado, la tecnología puede ser entendida, según Gallopín (1985), como el conjunto de herramientas, materiales, conocimientos y habilidades empleadas para satisfacer las necesidades de la sociedad y para establecer sus interacciones con el ambiente. Para Derry y Williams (2000), la tecnología es un conjunto extraordinariamente variado de conocimientos y hallazgos por medio de los cuales el ser humano ha ido dominando progresivamente su medio natural. Aunque, los grandes avances tecnológicos han sentado las bases para un desarrollo económico y social para que la humanidad incremente todas sus potencialidades, “al mismo tiempo posibilitan la destrucción de la naturaleza”, incluido el ser humano (Ruiz y Ayala, 2004. p. 7). En las definiciones anteriores se puede ver que la tecnología en un primer plano relaciona al ser humano con el ambiente para extraer de éste satisfactores que cubran sus necesidades. Se habla de relaciones en las cuales el ambiente no permanece indemne ante su uso, sino más bien la tecnología provoca degradación, con lo que el ser humano facilita su propia destrucción.

Pero ¿acaso toda la tecnología hidráulica es o ha sido agresiva con el ambiente? Aquí se hace una clasificación de la tecnología hidráulica, que, en buena medida,

corresponde a los enfoques de gestión del agua –denominados enfoque extractivo e integral, vistos antes-. Así, aquí se consideran dos tipos de tecnología:

- 1) Tecnología hidráulica conservacionista.- Es la que permite usar el agua en forma directa en el lugar en donde ésta es captada. Con ésta el ciclo natural del agua no es gravemente modificado.

Este tipo de tecnología se usó con sentido conservacionista hasta antes del enorme crecimiento de la población humana y, sobre todo, hasta antes de la aparición de la llamada “Revolución verde”; la que generó una agricultura intensiva y coadyuvó a la aparición de los llamados “modernos estilos de vida”.

A manera de ejemplo se puede citar el cigoñal, que aún se usa ampliamente y que fue empleado para regar a datileras y las viñas, las huertas y los macizos de flores de los egipcios en el segundo milenio antes de Cristo. Con esta tecnología un hombre puede elevar 2,500 litros de agua hasta una altura de dos metros en un día. Otro ejemplo es la rueda hidráulica tirada por un animal, que podía irrigar 0.2 hectáreas al día y que existió antes del 200 a.c. Por otro lado, el uso de represas fue uno de los más precoces trabajos humanos a gran escala; de igual manera ocurrió con los depósitos revestidos de cemento, los acueductos y conductos subterráneos de piedra o barro cocido que llevaban agua a las ciudades. Otro ejemplo es el llamado molino de agua, al cual se le considera precursor de la turbina hidráulica, aquél se ha usado para la molienda de granos y para la irrigación (Derry y Williams, 2000). La máquina de vapor fue otro

adelanto tecnológico que permitió el bombeo de agua fuera de las minas, así como para abastecer de agua a las ciudades.

Antes de la Revolución verde, el agua era extraída mediante tecnologías indígenas protectoras –conservacionistas-. Sin embargo, como indica Shiva (2004), estas tecnologías dependían de energía humana o animal renovable y fueron calificadas de “ineficaces” y reemplazadas por motores eléctricos y de gasolina, así como por bombas que extraían volúmenes de agua más rápidamente de lo que los ciclos naturales podían renovarla.

- 2) Tecnología hidráulica extractiva.- Es la que permite acrecentar sustancialmente la oferta de agua para satisfacer, por un lado, las necesidades básicas de la población urbana; por otro lado, las “necesidades” producidas por los “modernos” estilos de vida. Así, se modifica en forma grave la circulación natural del agua y con esto las funciones ecológicas de los ecosistemas acuáticos.

El crecimiento de la población humana experimentado en el periodo de 1750-1900 exigió la introducción de sistemas de abastecimiento de agua y de desagüe de las grandes ciudades (Derry y Williams, 2000; Myllyntaus, 2005), lo que contribuyó, en buena medida, al desarrollo de la vida urbana y con esto a la llegada de los llamados estilos de vida modernos. Estos estilos de vida exigían, por un lado, una mayor cantidad de servicios y; por otro lado, la introducción de nuevas tecnologías o el uso bajo un enfoque extractivo de tecnologías anteriores.

Así, en el caso del agua, la tecnología hidráulica extractiva disminuye la disponibilidad del líquido y puede aumentar la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una sociedad en particular. Así, se dice que la tecnología se ha desarrollado independientemente de las “constricciones” del agua; por ejemplo, una nueva tecnología puede requerir más agua que alternativas anteriores (Gleick, 1998). Las innovaciones tecnológicas que han avanzado en el llamado “uso eficiente del agua” (motores eléctricos, los equipos de bombeo, bombas centrífugas, etc.) y en la producción agrícola (agroquímicos) han tenido efectos inesperados en el sistema hídrico (Boehm, 2005; Naiman y Turner, 2000; Whittlesey y Huffaker, 1995). El primer motor para corriente alterna fue inventado en 1888 y fabricado en Estados Unidos (Derry y Williams, 2000).

La tecnología para la captación y suministro de agua entubada en la cuenca del Río Valles, en relación con lo expuesto antes, no se demoró en aparecer en la zona; por ejemplo, en un escrito del 15 de marzo de 1923 se indicaba que: “...el servicio de agua para C. de Valles, lo atendían hasta hace poco, muchachos... que subían los barrancos del río llevando un palo balancín, al hombro, y en él un par de latas pendientes en los extremos.... Actualmente no hay quien quiera hacer ese servicio a ningún precio, siendo urgente la suministración del agua por cualquier otro medio”. El medio que se propone consiste en usar “moto-bombas “Rider” de la Casa Rider Ericsson Engine Co. que dan un rendimiento de 6,625 litros por hora, elevando el agua a 30 metros de altura, con tubos de aspiración y descarga de 72 mm (2-1/4”) de diámetro” (Expediente 650, Caja 9424. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua).

Lo anterior no es nuevo. Desde hace millones de años se construyen represas para controlar inundaciones, aprovechar el agua como energía hidráulica o suministrar agua para usos domésticos, industriales y de riego (Derry y Williams, 2000). Así, se tiene que las grandes represas han fragmentado y transformado los ríos del planeta (Postel, 2000). Por ejemplo, se estima que el caudal de alrededor del 60% de los mayores ríos ha quedado interrumpido por alguna estructura hidráulica; de igual forma, se estima que la energía hidráulica proporciona actualmente el 50% de la producción eléctrica en 66 países y, por lo menos, el 19% en 24 países (UNESCO, 2003; Siles y Soares, 2003).

La tecnología hidráulica mencionada altera los flujos de los ríos, la temperatura del agua, los niveles de oxígeno disuelto, el transporte de nutrientes y sedimentos; entonces, se dice que esta tecnología del agua ha fallado en la protección de las funciones ecológicas de los ecosistemas acuáticos, fundamentalmente de los ríos (Postel, 2000).

Como se ha anotado antes, el uso de la tecnología hidráulica extractiva fue impulsada ampliamente por la llamada Revolución verde. Se dice que para satisfacer la creciente demanda de alimentos de la igualmente creciente población humana, lo cual está lejos de lograrse por un asunto de inequidad en la distribución de alimentos y productos agrícolas, esta revolución tenía como propósito producir la mayor cantidad de alimentos en el menor tiempo y superficie agrícola posibles; es decir, hacer “eficiente” la producción agrícola mediante el uso intensivo de tecnología de punta (hidráulica, maquinaria agrícola y agroquímicos). Así, por ejemplo, en 1900 la producción de nitrato sódico fue de aproximadamente 1 millón 350 mil toneladas, las cuales, en su mayoría,

se usaban en Europa como fertilizante agrícola (Derry y Williams, 2000). Con esto, se pasó de los grandes campos abiertos y cultivados de acuerdo con la habitual rotación de tres años a campos agrícolas intensivos.

La Revolución verde impulsó los cultivos de “alto rendimiento”, que desplazaron a los cultivos tradicionales y requieren de grandes volúmenes de agua. Así, se promovió en los países del Tercer Mundo la producción de trigo y arroz, éstos con variedades que consumían el triple del agua que las variedades indígenas (Shiva, 2003). Para satisfacer este incremento en la demanda de agua se consideró que el bombeo de agua subterránea o superficial por medio de bombas y motores eléctricos era eficiente en términos de energía. Se dice que estos equipos de bombeo requieren de cinco horas y una persona para regar media hectárea; en contraste, con una noria se requieren de hasta 60 horas/hombre, es decir es menos “eficiente”. Empero, en esta comparación no se consideró el reabastecimiento freático (Shiva, 2003) o el uso de energía fósil y los impactos ambientales diferentes de ambas formas de extracción.

Al uso de estas tecnologías se les denominó pomposamente en México como *paquetes tecnológicos*. Estos paquetes eran impulsados por el gobierno mexicano y por las agencias internacionales. El gobierno ha ejercido una gran influencia para favorecer o inhibir el uso de tecnología extractiva; por ejemplo, en Estados Unidos, la Autoridad del Valle de Tennessee engendró una vasta empresa para la generación de electricidad, producción de abono, control de inundaciones e infraestructura de riego (Derry y Williams, 2000).

Las innovaciones tecnológicas extractivas generalmente están relacionadas con la propiedad privada y son incentivadas por el mercado y la llamada iniciativa privada. Así, se impulsa actualmente el uso de los llamados “modernos” sistemas de riego (goteo, microaspersión, aspersión, etc.) con equipos de bombeo (motores y bombas eléctricas) y con el uso de plásticos como cintas de goteo, tuberías de PVC, polietileno de alta densidad, etc.

#### ***4.2.1. Usos actuales del agua y su efecto en la disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles***

La cuenca del Río Valles presenta condiciones biofísicas que favorecen o propician determinados usos del agua. Así, en las subcuencas en las que se ha dividido la cuenca del Río Valles existen condiciones particulares que las hacen más o menos “aptas” para un determinado uso. Desde las últimas décadas del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX se establecieron aprovechamientos hidráulicos “modernos en la cuenca del Río Valles”, en los que se empleó el avance tecnológico de la época; aquéllos van desde la generación de energía eléctrica hasta aprovechamientos para uso público urbano (Tabla 8).

**Tabla 8. Aprovechamientos hidráulicos en la cuenca del Río Valles, 1912-1945**

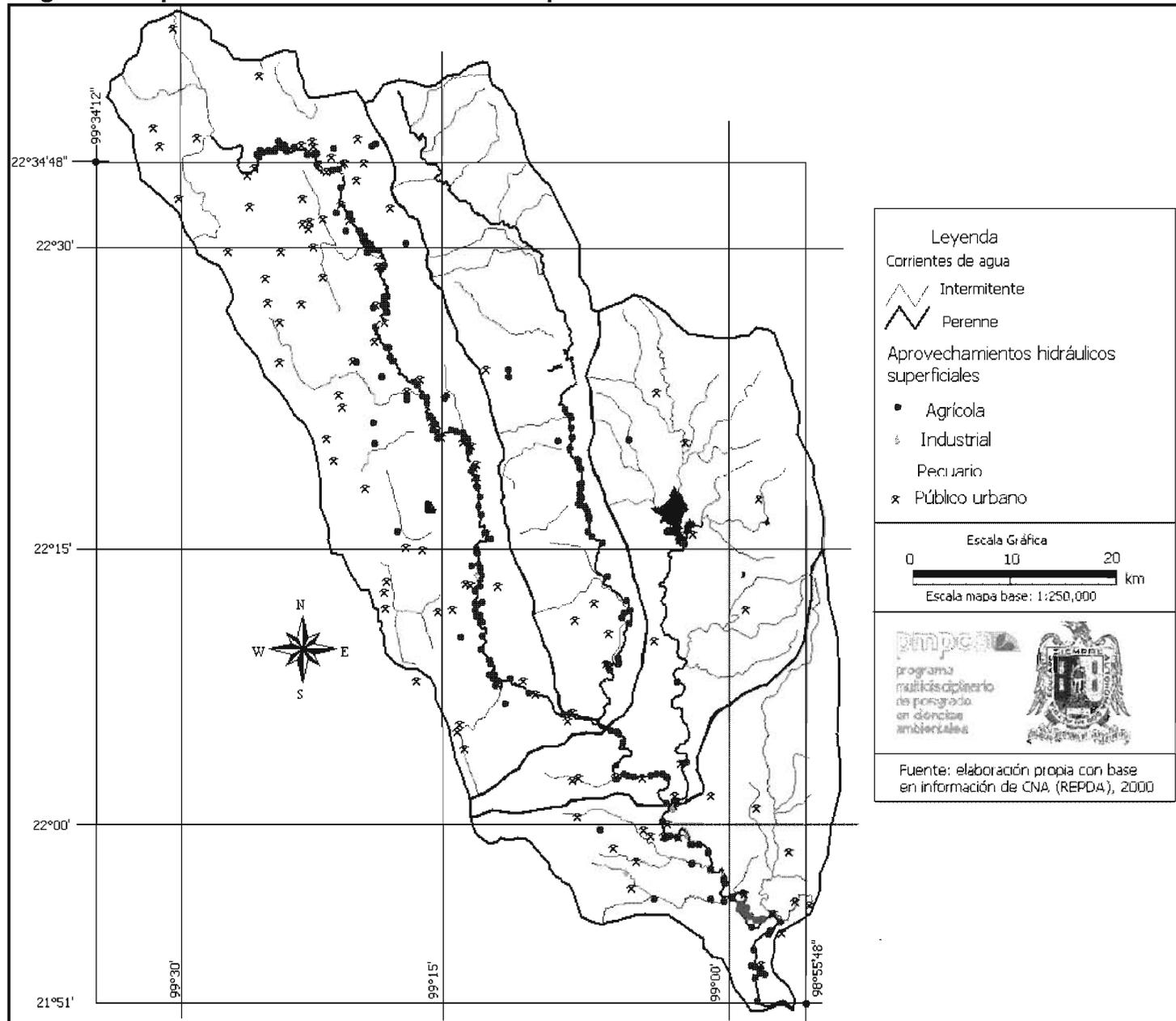
Nombre del titular	Tipo de aprovechamiento	Volumen concesionado (m <sup>3</sup> /s)	Año de concesión	Fuente consultada
Patrick Mc Lane	Hidroeléctrico	20.5	1912	N.D.
Mariano Niño Salgado	Hidroeléctrico	8.0	1936	Expediente 29327, Caja 1956 Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.
Comisión Federal de Electricidad	Hidroeléctrico	20.0	1945	X
Trinidad Fernández de Jáuregui	Público-urbano	0.020	1922	Expediente 650, Caja 9424. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.
Ramón Díaz	Hidroeléctrico Público-urbano	100	1925	Expediente 2957, Caja 369. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.
Cora Taussend	Riego agrícola	N.D.	1895	Expediente 59754, Caja 4512. Fondo: Aprovechamientos Superficiales. Archivo Histórico del Agua
Francisco Aspe	Riego agrícola	1.0	1904	Expediente 59784, Caja 4513. Fondo: Aprovechamientos Superficiales. Archivo Histórico del Agua
Mateo Arnaud y Carlos Díaz	Riego agrícola	0.4	1913	Expediente 59643, Caja 4504. Fondo: Aprovechamientos Superficiales. Archivo Histórico del Agua
Pacheco Willies	Riego agrícola	0.5	1916	Expediente 12794, Caja 896. Fondo: Aprovechamientos Superficiales. Archivo Histórico del Agua
Minnie viuda de Eschauzie	Riego agrícola	N.D.	1927	Expediente 13805, Caja 894. Fondo: Aprovechamientos Superficiales. Archivo Histórico del Agua.
Mario Moreno	Riego agrícola	N.D.	1945	Expediente 6097, Caja 552. Fondo: Documental Aguas Nacionales. Archivo Histórico del Agua

Fuente: Elaboración propia., con base en datos del Archivo Histórico del Agua.

Los aprovechamientos hidráulicos actuales en la cuenca del Río Valles se encuentran sistematizados en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Comisión Nacional del Agua (CNA). En este registro aparece el volumen de agua anual

concesionado y el tipo de aprovechamiento. Es probable que, en algunos casos, ya no se extraiga el volumen concesionado; además, probablemente, en la mayoría de los casos, el volumen de extracción real sea mayor que el concesionado. Sin embargo, son los datos con los que se cuenta y con los cuales se puede estimar, mediante el balance propuesto, los efectos en los valores de disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles. Como se mencionó en el apartado de métodos, los aprovechamientos de agua, tanto superficial como subterránea, fueron georeferenciados en el SIG de la cuenca del Río Valles (Figura 10) a partir de una base de datos generada con información proporcionada por la CNA. Sin embargo, es conveniente mencionar que los aprovechamientos subterráneos no son significativos en términos del volumen extraído.

**Figura 10. Aprovechamientos hidráulicos superficiales actuales en las subcuencas del Río Valles**



De acuerdo con la base de datos y el SIG de la cuenca del Río Valles, el volumen de agua superficial concesionado en la subcuenca “Río El Salto” es de 33.22 Mm<sup>3</sup>/año; aquí se asume que éste es el volumen de extracción. El 90% del volumen extraído se emplea en el sector agrícola; el 6% se emplea en el sector industrial, aquí es importante destacar que este uso es, en esencia, uso agroindustrial y está constituido por un solo usuario, que extrae 1.90 Mm<sup>3</sup>/año; el 4% restante del volumen extraído se destina al uso público-urbano. El volumen de agua subterránea concesionado en esta subcuenca asciende a 6.69 Mm<sup>3</sup>/año; es decir, se tiene un volumen total concesionado de 39.91 Mm<sup>3</sup>/año.

La subcuenca “Río Los Gatos” abarca todo el municipio de Nuevo Morelos, Tamaulipas. Las concesiones otorgadas en este municipio por la CNA no se encuentran geoposicionadas; sin embargo, se sabe el tipo de uso y la cantidad de agua extraída. El volumen de agua superficial concesionado es de 7.79 Mm<sup>3</sup>/año, de éstos se extraen 2.8 Mm<sup>3</sup>/año (35.94%) en la porción de Nuevo Morelos, Tamaulipas. El volumen de agua subterránea concesionada es de 0.55 Mm<sup>3</sup>/año, de los cuales se extraen 0.13 Mm<sup>3</sup>/año en Nuevo Morelos. Así, el volumen de agua extraído en la subcuenca, según datos oficiales, para diferentes usos es de 8.34 Mm<sup>3</sup>/año. El uso agrícola es el que mayor volumen de agua superficial extrae de la subcuenca: 6.96 Mm<sup>3</sup>/año; le siguen los destinados a usos múltiples y pecuarios con 0.39 Mm<sup>3</sup>/año y 0.24 Mm<sup>3</sup>/año, respectivamente; finalmente, se encuentra el uso público-urbano, que engloba al uso doméstico, que extrae 0.061 Mm<sup>3</sup>/año. Por lo tanto, el 90.9 % del agua extraída en la subcuenca “Río Los Gatos” se destina a uso agrícola.

La subcuenca “Río Mesillas” contiene una pequeña porción del municipio de Antiguo Morelos, Tamaulipas; esta porción se encuentra ubicada en la parte alta de la subcuenca, por esto y por lo pequeño de esa porción no se consideran las concesiones de aprovechamiento de agua otorgadas por la CNA en este municipio. Por otro lado, la distribución espacial de las concesiones de agua superficial y subterránea correspondientes al municipio de Ciudad Valles se conoce a partir del SIG de la cuenca del Río Valles (Figura 11). Los aprovechamientos superficiales en la subcuenca son 36 y se ubican mayoritariamente en la parte baja de la subcuenca. Los aprovechamientos subterráneos ascienden a 64 y se distribuyen de forma más uniforme en la subcuenca. El volumen de agua superficial concesionado es de 23.92 Mm<sup>3</sup>/año; los aprovechamientos superficiales destinados al uso agrícola son 22, mediante los cuales se extrae el 93.18% del volumen total; para uso pecuario se destina el 5.85 % del volumen de agua extraído y el 0.97% se destina a uso público urbano. El volumen de agua subterránea concesionado es de 0.18 Mm<sup>3</sup>/año. De este modo, el volumen total de agua extraído es de 24.1 Mm<sup>3</sup>/año.

En la subcuenca “Río Valles” se tienen 71 aprovechamientos superficiales en los que se extrae un volumen de 16.4 Mm<sup>3</sup>/año de agua. A pesar de que los aprovechamientos subterráneos suman 141, en éstos se extrae sólo 0.75 Mm<sup>3</sup>/año; el volumen total extraído para diferentes usos en la subcuenca es de 17.15 Mm<sup>3</sup>/año. Para uso agrícola se destina el 73% del volumen de agua superficial; para uso público urbano el 1.67% y para uso agroindustrial el 25% del volumen extraído. Dos industrias son las que aprovechan el 98.8% del volumen de agua destinado a uso agroindustrial.

La subcuenca “Río El Salto” es la que presenta el mayor volumen concesionado en relación con el concesionado en las otras subcuencas, el cual asciende a 39.91 Mm<sup>3</sup>/año, es decir el 44.5% del volumen total. A su vez, en la misma se presentan el mayor número de aprovechamientos hidráulicos y, con ello, los mayores usos agroindustriales constituidos por el uso del agua que hacen dos de los tres ingenios azucareros que se localizan al interior de la cuenca del Río Valles. A pesar de esto, recuérdese que el 90% de ese volumen de agua se destina a uso agrícola. En la subcuenca “Río Valles” se localiza el principal centro urbano de la cuenca del Río Valles, a pesar de esto, sólo el 1.67% del volumen total de agua extraído se emplea para uso público-urbano.

En resumen, el volumen de agua concesionado en la cuenca del Río Valles es de 89.85 Mm<sup>3</sup>/año. El 89.2% se destina a uso agrícola. Aquí es importante traer a cuenta, con fines comparativos, que del total de agua dulce que se emplea en el planeta, entre, el 65% y el 69% se usa en riego agrícola<sup>30</sup> (Davis y Hirji 2005). Otras cifras indican que la producción agrícola representa entre el 30% y 98% del uso consuntivo total, según los países. Aquí hay que decir que las grandes multinacionales agrícolas se muestran reticentes a compartir el acceso al agua, ya que pretenden abastecer sus vastas extensiones de monocultivos<sup>31</sup> (Gallego, 2002). Esta agricultura utiliza una gran

---

<sup>30</sup> En este sentido, la visión economicista sostiene que los sistemas convencionales de riego, es decir, por gravedad, emplean únicamente entre 25 y 30% del agua que derivan de los cuerpos de agua; esto comparado con el 60 ó 70% de los llamados sistemas avanzados (aspersión, goteo, cintas, etc.) que son empleados para el riego, por ejemplo, de hortalizas, viñedos, algodón y caña de azúcar (Rodda, 2001). Se dice que es una visión economicista porque únicamente se ve el asunto de la eficiencia del uso del agua, siempre en términos económicos; habría que preguntarse qué papel juegan en esta visión las grandes compañías productoras de sistemas de riego “avanzados”; por otro lado, se ha demostrado que existen sistemas de riego por gravedad que alcanzan “*eficiencias de aplicación*” de hasta 80%.

<sup>31</sup> Ante esto surgen preguntas, que no serán abordadas en esta investigación, pero que pueden ser resueltas en otra, como éstas: ¿qué tipo de productos agrícolas producen las multinacionales, acaso son cultivos básicos? ¿En qué

cantidad de agroquímicos y es la responsable del 70% de la contaminación del agua y la mayor responsable de la sobreexplotación de los acuíferos (Siles y Soares, 2003). Empero, no todas las áreas agrícolas –mucho menos la de secano o temporal– provocan altos impactos en el agua, e incluso no puede decirse que la manejan con baja eficiencia (otro término derivado de la economía) o con altos desperdicios o pérdidas<sup>32</sup>. En América Latina y el Caribe la agricultura de riego<sup>33</sup>, “altamente demandante y consumidora de agua”, constituye el uso predominante del agua seguida del industrial y doméstico (FAO-AQUASTAT, 2001; PNUMA, 2000).

Por otro lado, el 7.53% del volumen de agua extraído en la cuenca del Río Valles se destina a uso agroindustrial. A nivel del planeta, el 25% se destina para uso industrial<sup>34</sup> (de Marsily, 2003; PNUMA, 2000; Postel, 2000; Rodda 2001; Siles y Soares, 2003). Si bien es cierto que el menor porcentaje de uso del agua lo tiene el sector industrial, éste es uno de los que mayores impactos genera en la calidad del agua, con vertimientos altamente contaminantes y de difícil saneamiento. Este sector genera cada año entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pesados, solventes, desechos tóxicos y

---

países tienen sentados sus reales estas compañías? ¿Hacia dónde se comercializa la producción agrícola? Ya que, como dice Gallego (2002, p. 29), “*Ante tamaño abuso, el ciudadano hace bien en preguntarse de qué sirve el esfuerzo individual de revisar algunos hábitos de aseo como el de reducir el uso de la cisterna del retrete*”. Énfasis agregado.

<sup>32</sup> En realidad, como se ha visto aquí, en el caso del agua no se puede hablar de pérdidas, ya que entonces no tendría sentido hablar de un ciclo hidrológico. Así, para los hidrólogos y los ingenieros hidráulicos que diseñan o construyen presas, la evaporación y la infiltración constituyen *pérdidas*, pero no así la escorrentía; sin embargo, el geohidrólogo buscará mecanismos para evitar *pérdidas* por escorrentía y con esto establecer zonas de recarga del acuífero; es decir, este término es relativo, se puede “perder” en un lado pero esa agua se gana en otro lado.

<sup>33</sup> Se dice que la superficie bajo riego en América Latina es de 697 000 km<sup>2</sup>, que equivale al 3.4% de la superficie de la región.

<sup>34</sup> Según estimaciones del PNUMA, el uso industrial duplicará su demanda para el año 2025 con un incremento del 400 por ciento en las emisiones contaminantes a corrientes de agua. En China se estima que este uso aumentará más del 500 por ciento para el año 2030.

otros contaminantes que se acumulan en los ecosistemas acuáticos (Siles y Soares, 2003).

Del mismo modo, el 2.43% del volumen de agua extraído en la cuenca del Río Valles se destina a uso público-urbano. Del total de agua dulce extraída en el planeta, el 10% se destina para uso doméstico, comercial y otros servicios municipales (de Marsily, 2003; PNUMA, 2000; Postel, 2000; Rodda 2001; Siles y Soares, 2003). Por otro lado, se dice que el 54% de toda el agua dulce es usada por el ser humano y, según el peor escenario, esta cifra ascenderá a 90% en el año 2025 (Davis y Hirji, 2005; Siles y Soares 2003). Por otro lado, otras cifras indican que al uso doméstico se dedica del 15% a 60%.

El uso de los recursos hídricos en México se da de la siguiente forma: el uso agropecuario representa 80% de la extracción, para el abastecimiento público se emplean 13% y la industria ocupa el 7% (COLMEX-CNA 2003). Sin embargo, se tienen otras cifras dependiendo del autor que se cite. Por ejemplo, Jiménez y Marín (2004) estiman que el 78% del agua utilizada se emplea en la agricultura, el 11.5% para fines públicos urbanos, el 8.5% para la industria y el 2% para fines pecuarios y acuícola.

En los resultados para la cuenca del Río Valles puede verse que el volumen de agua extraído se emplea mayoritariamente en el sector agrícola, y, en éste, fundamentalmente para el riego de la caña de azúcar en primer término, aunque también se destina para el riego de pastos. Este uso ha sido impulsado por las acciones estatales, una de las cuales fue la construcción de la Presa Las Lajillas, con una

capacidad de almacenamiento de 45 Mm<sup>3</sup> de agua, que se ha destinaba desde 1970 al riego de pastos<sup>35</sup>. Del mismo modo, el cultivo de la caña de azúcar predominante y que cubre amplias superficies en la cuenca ha sido impulsado por el mercado nacional e internacional. El procesamiento de este cultivo en los ingenios azucareros ha generado la extracción de importantes volúmenes de agua. En la cuenca del Río Valles, como ya se indicó, existen tres ingenios azucareros: Plan de Ayala, San Miguel del Naranjo y Plan de San Luis, que se instalaron en 1964, 1975 y 1984, respectivamente.

En México, el cultivo de la caña de azúcar ha sido motivo para el establecimiento de diversas políticas públicas. Así, se han expedido diversos decretos relacionados con la producción cañera. A modo de ejemplo, puede citarse el decreto<sup>36</sup> del 22 de septiembre de 1943, que indicaba que cada ingenio contaría con una zona de abastecimiento de caña fijada por la Secretaría de Agricultura y Fomento, lo que obligaba a sembrar sólo caña a todos los ejidatarios y pequeños propietarios incluidos en dicha zona y el ingenio estaba obligado a comprar toda la caña producida. Con el decreto del 29 de marzo de 1944 los ingenios fueron facultados para fungir como intermediarios entre Financiera Industrial Azucarera, S.A. y el productor (García, 1997; Ocegüera, 1984).

Por otro lado, las variaciones del sector azucarero han provocado el incremento o decremento de la superficie cultivada de caña de azúcar y esto, a su vez, ha incidido en una mayor o menor demanda de agua para las regiones cañeras que disponen de

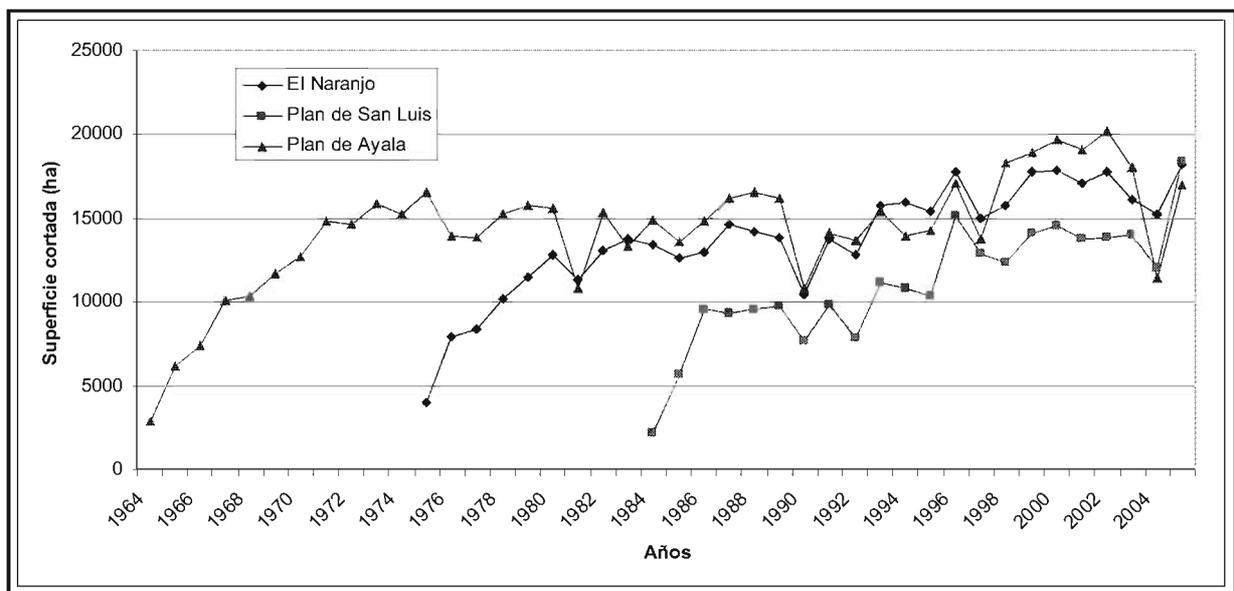
---

<sup>35</sup> Véase: Kasuski, S. 1970. "Estudio agrológico detallado del Proyecto de Riego "Las Lajillas". Mpio. De Ciudad Valles, S.L.P." Dirección de Agrología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

<sup>36</sup> Para un recuento de los diferentes decretos cañeros véase: García, R. 1997. La agroindustria azucarera de México frente a la apertura comercial. CIESTAAM-UACH-SAGAR-CYTCAÑA. Chapingo, México.

riego. De igual manera, ha incidido en el abandono o en la sustitución de la superficie sembrada de caña por otros cultivos o incide en el incremento de la superficie sembrada y, con esto, en la sustitución de cultivos que demandan menos agua que la caña. Así, el comportamiento temporal de la superficie cortada, que no corresponde con la superficie sembrada, en los tres ingenios se puede ver en la Gráfica 4.

**Gráfica 4. Comportamiento temporal de la superficie cosechada (ha) en los ingenios azucareros localizados en la cuenca del Río Valles**



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el Comité de la Agroindustria Azucarera.

Los tres ingenios cañeros procesan la caña de azúcar de diversas zonas agrícolas algunas de las cuales se encuentran fuera de la cuenca del Río Valles. No es claro de acuerdo a las estadísticas cuánta de la superficie agrícola cañera se encuentra bajo riego y cuánta no. Sin embargo, la Gráfica 4 muestra que, con altibajos, la tendencia es al crecimiento de la superficie sembrada con caña de azúcar. El Ingenio Plan de Ayala

captaba la producción de 2,845 ha en 1964 y esta superficie creció a 16,964 ha en el 2005; es decir, durante ese período hubo un incremento del 596.27% en la superficie agrícola destinada al cultivo en cuestión. El Ingenio San Miguel del Naranjo pasó de 3,989 ha en 1975 a 18,228 ha en la zafra del 2005, lo que implica un incremento del 457% en 30 años. En el caso del Ingenio Plan de San Luis el incremento en 20 años fue de 859.4%, ya que pasó de 2,137 ha en 1984 a 18,366 ha en el 2005. En el 2002, en el municipio de El Naranjo se cultivaron 10,155 ha de caña de azúcar bajo riego y temporal (SIAP- SAGARPA, 2002).

El incremento en la superficie cañera tiene efectos directos e indirectos en la disponibilidad hídrica. Por un lado, crece la demanda de agua para irrigar –o aplicar “riegos de auxilio”- en las áreas cañeras y crece la frontera agrícola sobre superficies con vegetación original, con efectos –variación temporal y espacial de la precipitación pluvial, incremento o decremento en la escorrentía superficial, etc.- en el ciclo hidrológico local. Por ejemplo, en Haití la deforestación y la erosión del suelo comenzaron en el periodo colonial, cuando los bosques fueron talados para sembrar café y caña de azúcar, lo cual continúa hasta hoy (White y Ford, 1994). Por otro lado, se desplazan o sustituyen cultivos no comerciales, de autoconsumo, que requieren de menores cantidades de agua para satisfacer sus necesidades hídricas. Más aún, el incremento en la superficie cañera implica mayor demanda de agua para su procesamiento en los ingenios, los cuales, como se muestra más adelante, no cuentan con sistemas de tratamiento de los residuos líquidos que son vertidos a los cuerpos de agua.

Sumado a lo anterior, en algunas zonas agrícolas de la cuenca del Río Valles las condiciones edáficas y climáticas no son aptas para el cultivo de la caña de azúcar (Jiménez *et al.* 2004) y ésta se produce a base de agroquímicos para incrementar la productividad. En el estudio de Jiménez *et al.* (2004) se muestra que la superficie apta y muy apta para el cultivo de la caña de azúcar es de 177.8 ha y 7,866.1 ha en Nuevo Morelos, Tamaulipas, el cual se encuentra localizado al interior de la cuenca estudiada; en contraste, la superficie no apta para el cultivo de la gramínea fue de 20,709.1 ha.

El uso de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles está provocando, aunque actualmente no de manera significativa, reducciones en la disponibilidad hídrica teórica, ya que al volumen teórico de agua disponible se le resta el volumen total extraído, suponiendo arbitrariamente que, en el peor de los casos, éste ya no retorna a los cuerpos de agua; en tal sentido, la disponibilidad hídrica se reduce. Así, en la subcuenca “Río El Salto” esta disponibilidad asume como su menor valor la cantidad de 8,486.21 m<sup>3</sup>/hab/año (Tabla 9) obtenido con el mismo método empleado por la CNA y su mayor valor, obtenido con el método de Turc, es de 31,193.87 m<sup>3</sup>/hab/año.

**Tabla 9. Disponibilidad hídrica teórica per cápita (m<sup>3</sup>/hab/año) en las subcuencas del Río Valles considerando los aprovechamientos hidráulicos actuales**

Subcuenca	Método de Turc	Método del Coeficiente de Escorrentía	NOM-011-CNA-2000
Río El Salto	31,193.87	29,020.22	8,486.21
Río Los Gatos	64,064.50	59,686.15	19,464.19
Río Mesillas	65,322.66	61,406.81	19,026.53
Río Valles	11,513.79	11,792.72	10,203.02

Fuente: Elaboración propia.

En la subcuenca “Río Los Gatos” la disponibilidad hídrica teórica asume valores que están entre 19,464.19 m<sup>3</sup>/hab/año y 64,064.50 m<sup>3</sup>/hab/año (Tabla 9). En la subcuenca “Río Mesillas” la disponibilidad hídrica, dependiendo del método usado para su cálculo, se encuentra entre 19,062.53 m<sup>3</sup>/hab/año y 65,322.66 m<sup>3</sup>/hab/año. En la subcuenca “Río Valles” la disponibilidad hídrica teórica asume valores que van desde 10,203.02 m<sup>3</sup>/hab/año a 11,792.72 m<sup>3</sup>/hab/año.

De tal modo, se puede afirmar que actualmente el volumen de agua extraído para diferentes usos en la cuenca del Río Valles no tiene implicaciones significativas en la disponibilidad hídrica teórica per cápita; toda vez que la resultante después de considerar los volúmenes extraídos presenta valores altamente superiores al establecido para México por Jiménez (1996) y, a su vez, están por arriba del índice de Falkenmark.

#### ***4.3. Variación espacial y temporal de los caudales ecológicos y disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles***

Con el sistema de información geográfica de la cuenca del Río Valles se georeferenciaron dos estaciones hidrométricas, las cuales cuentan con más de veinte años de registro de caudales; en la subcuenca “Río El Salto” se ubica la estación Micos (22.11° L.N. y 99.16° L.W) y dentro de la subcuenca “Río Valles” se localiza la estación Santa Rosa (22.01° L.N. y 99.06° L.W.) (Figura 6). Es importante mencionar que las otras dos subcuencas no cuentan con estaciones hidrométricas, por lo que no fue posible determinarles caudales ecológicos a sus corrientes principales.

La información hidrométrica de las dos estaciones se obtuvo del Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (IMTA, 2002). El período de registro para cada estación se dividió en dos (1960-1975 y 1976-2000), para cada uno de ellos se calcularon los caudales medios anuales, medios mensuales y se determinó el período de estiaje y avenidas; con esta información se calcularon los caudales ecológicos empleando el método Tennant modificado para México (García et al., 1999).

El método Tennant establece los siguientes criterios: 1) el 10% del caudal medio anual es el mínimo recomendable para mantener un hábitat que permite en el corto plazo la sobrevivencia de la mayoría de las formas de vida acuática; 2) el 30% del caudal medio anual es recomendable para mantener un hábitat adecuado para la sobrevivencia de las diversas formas de vida acuática; 3) el 60% del caudal medio anual es recomendable para generar un hábitat de características excelentes a excepcionales para la mayoría de las formas de vida acuática, durante los periodos de crecimiento iniciales (García et al. 1999; Maunder y Hindley, 2005; Pyrce, 2004).

En tal sentido, el método Tennant identifica diferentes niveles de caudales recomendados como adecuados para la vida acuática con base en diversas proporciones de los caudales medios (Acreman y Dunbar, 2004; Moore, 2004; Smakhtin, 2001; Stewardson, 2005), proporciona de manera rápida y económica una aproximación de los caudales ecológicos (García y Soldán, 1997), considerando a éstos como un porcentaje del caudal medio anual (Pyrce, 2004).

**Tabla 10. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Micos, 1961-1975.**

**Subcuenca “Río El Salto”. Método de Tennant**

Meses	Caudal <sup>37</sup> mensual máximo	Caudal mensual mínimo	Caudal medio mensual	Caudal Ecológico (Q <sub>E</sub> )				
				Mínimo	Aceptable	Bueno	Excelente	Excepcional
Enero	16.92	6.66	11.09	2.89	2.89	5.78	8.69	11.59
Febrero	13.37	4.98	8.37	2.89	2.89	5.78	8.69	11.59
Marzo	9.97	4.06	6.93	2.89	2.89	5.78	8.69	11.59
Abril	7.08	3.99	5.58	2.89	2.89	5.78	8.69	11.59
Mayo	12.57	3.36	6.44	2.89	2.89	5.78	8.69	11.59
Junio	72.13	5.39	25.68	2.89	8.69	11.59	14.49	17.39
Julio	98.95	10.02	52.46	2.89	8.69	11.59	14.49	17.39
Agosto	101.48	11.40	58.62	2.89	8.69	11.59	14.49	17.39
Septiembre	227.69	33.42	79.60	2.89	8.69	11.59	14.49	17.39
Octubre	84.32	17.83	51.06	2.89	8.69	11.59	14.49	17.39
Noviembre	56.55	14.17	25.41	2.89	2.89	5.78	8.69	11.59
Diciembre	25.66	9.42	16.48	2.89	2.89	5.78	8.69	11.59
Caudal medio anual =			28.98					

Fuente: Elaboración propia.

En el período 1960-1975 el caudal medio anual en la estación Micos fue de 28.98 m<sup>3</sup>/s y éste disminuyó a 26.01 m<sup>3</sup>/s en el período 1976-2000. Este descenso provocó un decremento en los caudales ecológicos; así, el caudal catalogado como mínimo pasó de 2.89 m<sup>3</sup>/s a 2.60 m<sup>3</sup>/s y el considerado como excelente, para la época de estiaje, pasó de 8.69 m<sup>3</sup>/s a 7.80 m<sup>3</sup>/s (Tablas 10 y 11); en términos porcentuales éstos disminuyeron entre 10.0% y 10.2%. De acuerdo con lo anterior, cualquier incremento o descenso en los caudales medios anuales, provoca respectivamente un aumento o decremento en los caudales ecológicos estimados a partir del método Tennant.

El decremento en los valores de los caudales ecológicos no implica que las condiciones ecológicas actuales en el punto estudiado del río sean las más favorables para la vida

<sup>37</sup> Los caudales en todas las tablas están dado en m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.

acuática; este descenso es provocado por el incremento en las extracciones de agua del río para usos agroindustriales y domésticos aguas arriba de la estación Micos.

**Tabla 11. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Micos, 1976-2000.**

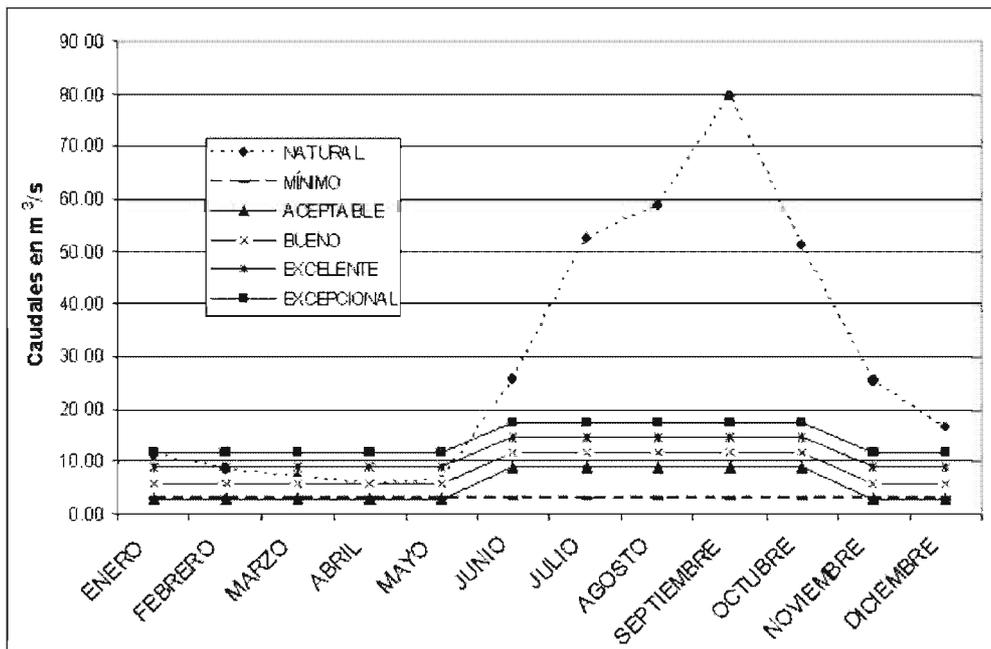
**Subcuenca “Río El Salto”. Método de Tennant**

Meses	Caudal mensual máximo	Caudal mensual mínimo	Caudal medio mensual	Caudal Ecológico (Q <sub>E</sub> )				
				Mínimo	Aceptable	Bueno	Excelente	Excepcional
Enero	18.78	4.18	10.19	2.60	2.60	5.20	7.80	10.40
Febrero	14.34	3.78	7.93	2.60	2.60	5.20	7.80	10.40
Marzo	11.24	3.20	6.29	2.60	2.60	5.20	7.80	10.40
Abril	8.82	2.92	5.30	2.60	2.60	5.20	7.80	10.40
Mayo	16.39	3.10	5.73	2.60	2.60	5.20	7.80	10.40
Junio	135.07	3.15	23.25	2.60	7.80	10.40	13.01	15.61
Julio	267.39	3.26	69.29	2.60	7.80	10.40	13.01	15.61
Agosto	104.96	4.51	46.86	2.60	7.80	10.40	13.01	15.61
Septiembre	201.77	7.72	64.20	2.60	7.80	10.40	13.01	15.61
Octubre	100.49	13.08	40.95	2.60	7.80	10.40	13.01	15.61
Noviembre	33.71	6.05	19.21	2.60	2.60	5.20	7.80	10.40
Diciembre	23.02	5.24	12.94	2.60	2.60	5.20	7.80	10.40
Caudal medio anual =			26.01					

Fuente: Elaboración propia.

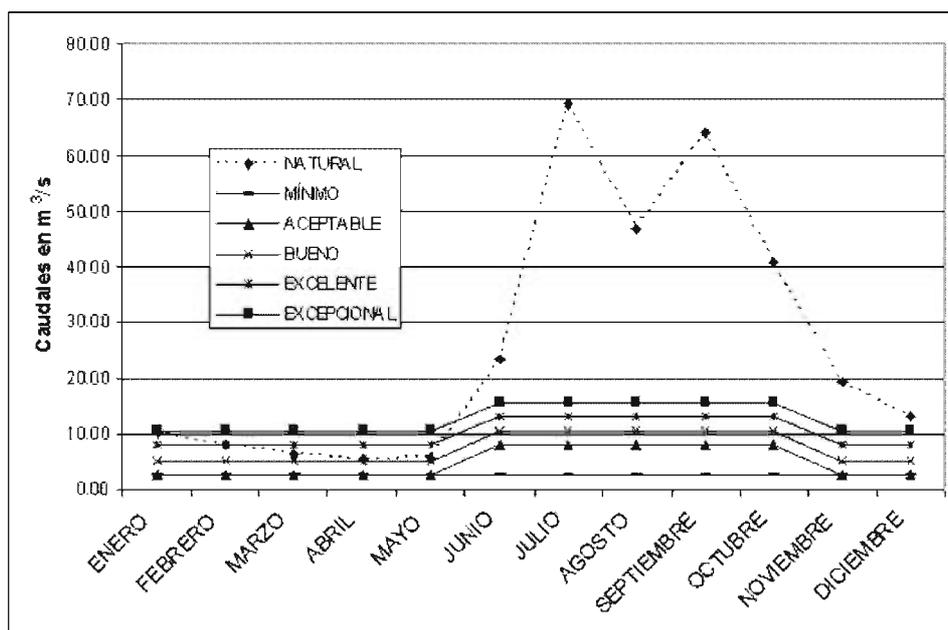
El caudal medio mensual para los meses de febrero a mayo del primer período analizado fue inferior a los caudales ecológicos catalogados como excelentes y excepcionales. En el segundo período el caudal medio mensual del mes de febrero está ligeramente por arriba del caudal considerado como excelente pero es inferior al considerado como excepcional; los caudales medios mensuales de marzo, abril y mayo son inferiores a los caudales considerados como excelentes y excepcionales (Gráficas 5 y 6).

**Gráfica 5. Caudal medio natural versus caudales ecológicos, estación Micos, período 1960-1975. Subcuenca "Río El Salto"**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 6. Caudal medio natural versus caudales ecológicos, estación Micos, período 1976-2000. Subcuenca "Río El Salto"**

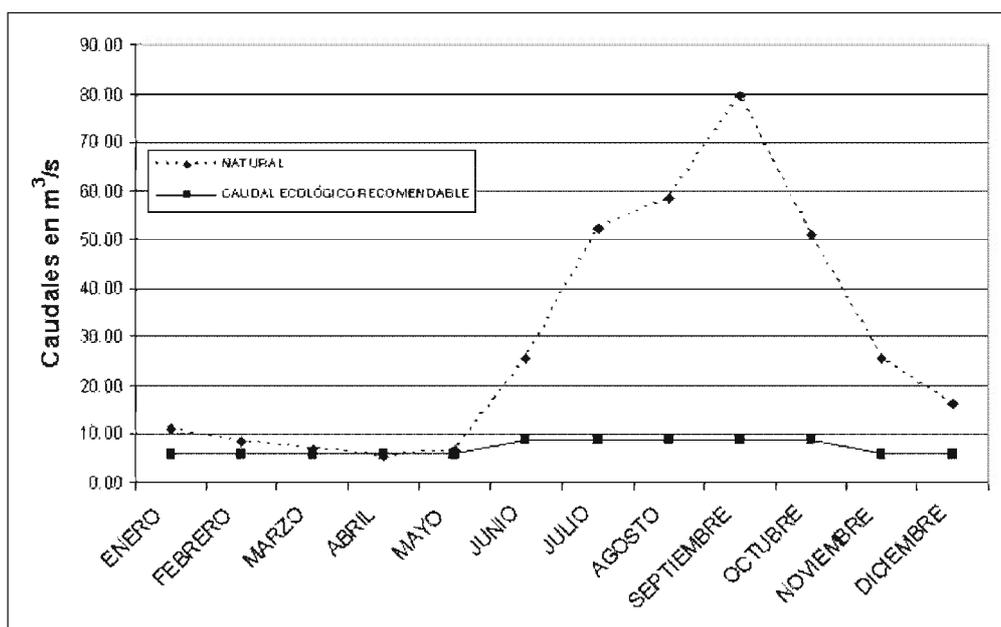


Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en los meses de diciembre a agosto, del período 1961-1975, el caudal mensual mínimo resultó inferior a los caudales ecológicos considerado como excelentes y excepcionales y en el período 1976-2000 sólo el mes de octubre presentó un caudal mínimo mensual mayor que los considerados como excelentes y excepcionales.

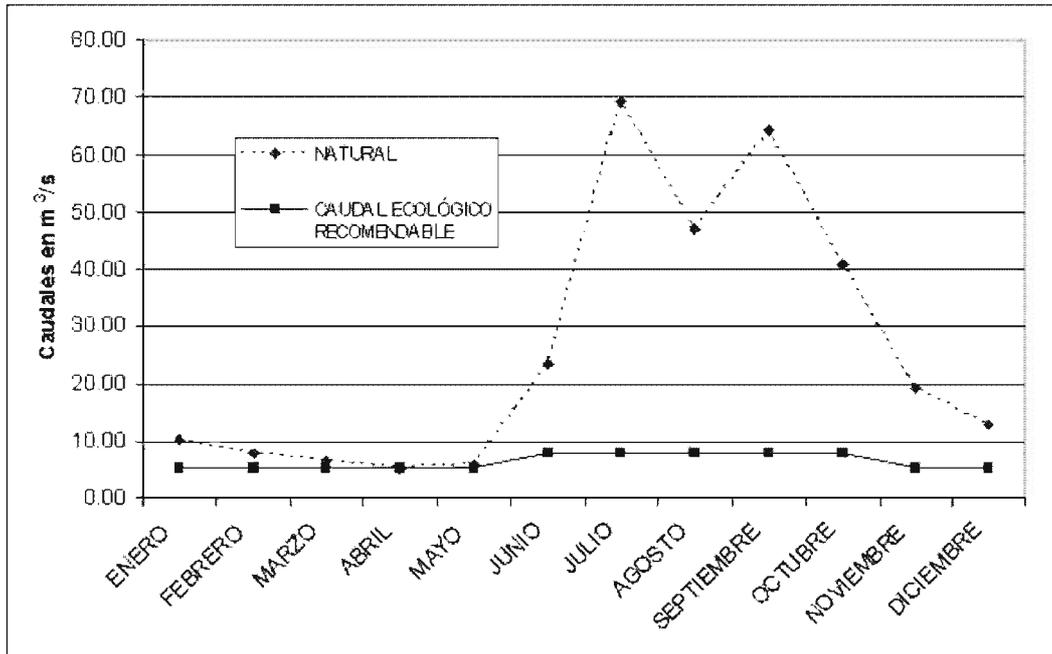
De acuerdo con lo anterior, en la estación Micos el mes de abril es el más crítico para la vida acuática. En este mes se presentó en el primer período analizado un caudal medio mensual inferior al caudal ecológico recomendable, el cual se define como el caudal que resulta de considerar el 20% del caudal medio anual en la época de estiaje; en el segundo período el caudal medio mensual de abril resultó ligeramente superior al caudal ecológico recomendable (Gráficas 7 y 8).

**Gráfica 7. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Micos, período 1960-1975. Subcuenca “Río El Salto”**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 8. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Micos, período 1976-2000. Subcuenca “Río El Salto”**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Santa Rosa, 1961-1975. Subcuenca “Río Valles”. Método de Tennant**

Meses	Caudal Mensual Máximo	Caudal Mensual Mínimo	Caudal Medio Mensual	Caudal Ecológico (Q <sub>E</sub> )				
				Mínimo	Aceptable	Bueno	Excelente	Excepcional
Enero	26.33	7.15	14.74	3.80	3.80	7.60	11.68	15.57
Febrero	18.90	5.51	10.54	3.80	3.80	7.60	11.68	15.57
Marzo	11.61	4.51	7.90	3.80	3.80	7.60	11.68	15.57
Abril	8.86	3.89	6.17	3.80	3.80	7.60	11.68	15.57
Mayo	15.02	3.64	6.89	3.80	3.80	7.60	11.68	15.57
Junio	125.83	4.60	40.06	3.80	11.68	15.57	19.46	23.35
Julio	175.15	9.86	66.50	3.80	11.68	15.57	19.46	23.35
Agosto	182.34	10.55	76.46	3.80	11.68	15.57	19.46	23.35
Septiembre	351.99	35.73	109.11	3.80	11.68	15.57	19.46	23.35
Octubre	189.88	17.33	72.05	3.80	11.68	15.57	19.46	23.35
Noviembre	87.94	14.61	35.02	3.80	3.80	7.60	11.68	15.57
Diciembre	33.59	9.68	21.61	3.80	3.80	7.60	11.68	15.57
Caudal medio anual =			38.92					

Fuente: Elaboración propia

En la estación Santa Rosa, localizada en la subcuenca “Río Valles”, el comportamiento de los caudales es similar a los de la estación Micos. El caudal medio anual en el período 1959-1975 fue de 38.92 m<sup>3</sup>/s y se redujo a 34.51 m<sup>3</sup>/s en el período 1976-2000 (Tablas 12 y 13).

**Tabla 13. Caudales ecológicos en la estación hidrométrica Santa Rosa, 1975-2000.**

**Subcuenca “Río Valles”. Método de Tennant**

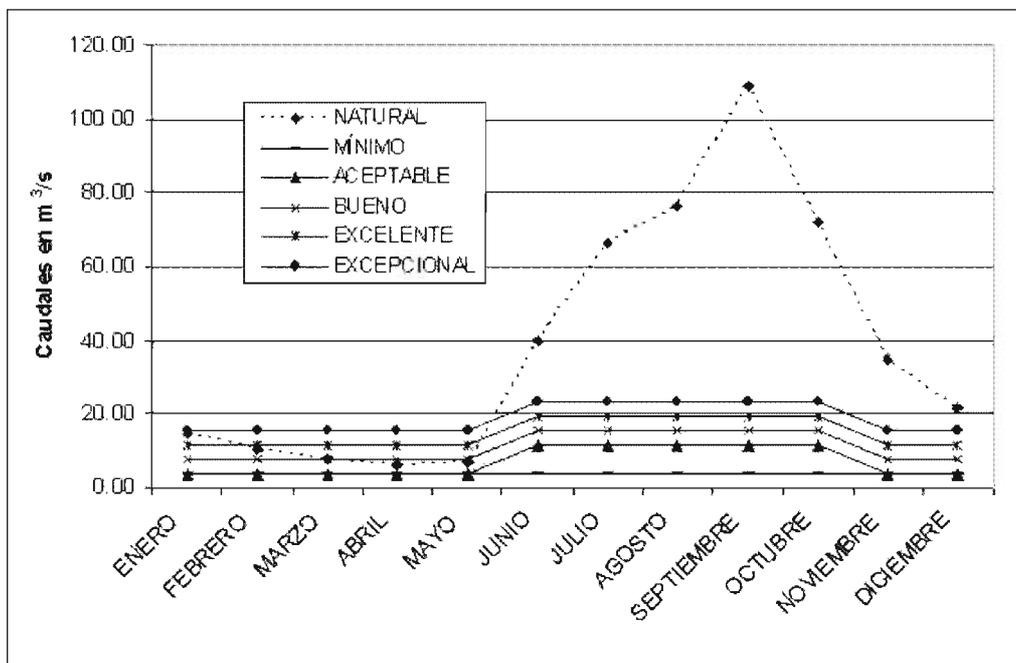
Meses	Caudal Mensual Máximo	Caudal Mensual Mínimo	Caudal Medio Mensual	Caudal Ecológico (Q <sub>E</sub> )				
				Mínimo	Aceptable	Bueno	Excelente	Excepcional
Enero	29.67	4.48	13.54	3.40	3.40	6.80	10.35	13.80
Febrero	21.26	3.58	9.86	3.40	3.40	6.80	10.35	13.80
Marzo	15.41	3.05	6.96	3.40	3.40	6.80	10.35	13.80
Abril	11.09	2.68	5.66	3.40	3.40	6.80	10.35	13.80
Mayo	21.22	2.53	6.45	3.40	3.40	6.80	10.35	13.80
Junio	229.87	3.15	28.77	3.40	10.35	13.80	17.26	20.71
Julio	479.28	3.14	92.07	3.40	10.35	13.80	17.26	20.71
Agosto	150.77	4.37	60.78	3.40	10.35	13.80	17.26	20.71
Septiembre	235.86	7.47	86.88	3.40	10.35	13.80	17.26	20.71
Octubre	131.37	14.29	54.88	3.40	10.35	13.80	17.26	20.71
Noviembre	61.16	6.08	29.07	3.40	3.40	6.80	10.35	13.80
Diciembre	43.78	4.75	19.20	3.40	3.40	6.80	10.35	13.80
Caudal medio anual =			34.51					

Fuente: Elaboración propia

El descenso en los caudales medios mensuales generó que los caudales ecológicos disminuyeran. La reducción en términos porcentuales fue de 11%, el cual es significativo y similar al que se presentó en la estación Micos. De acuerdo con lo anterior, el caudal medio mensual en la época de estiaje, para ambos períodos, únicamente estuvo por arriba de los caudales ecológicos mínimos y aceptables (Gráficas 9 y 10); sin embargo, en los meses de febrero a mayo presentó valores inferiores al del caudal ecológico excelente (Tablas 12 y 13). El caudal mensual mínimo

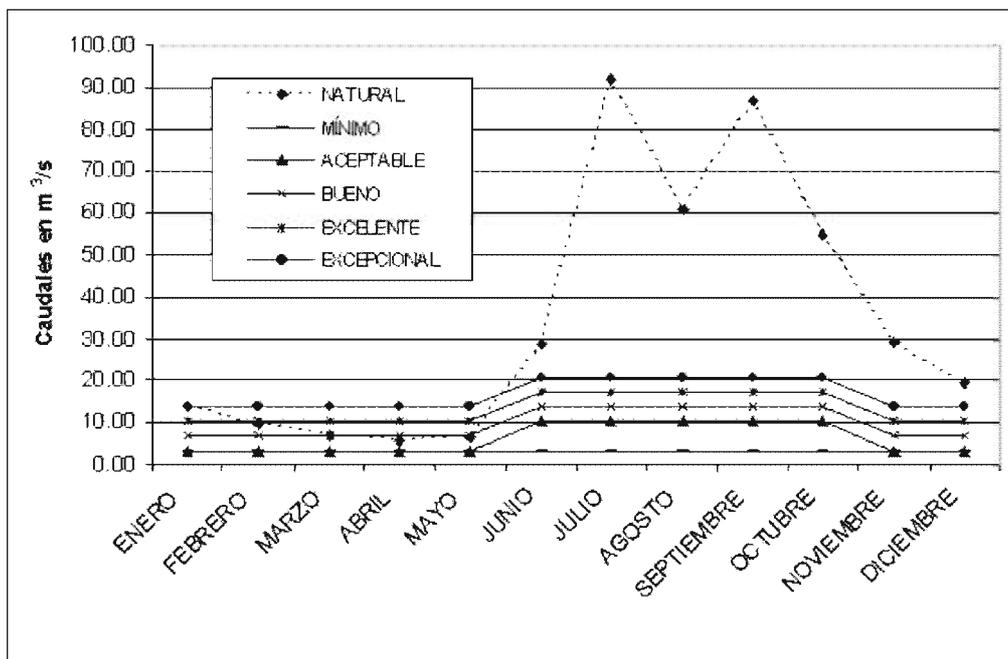
que se presentó durante los meses de enero a agosto, del primer período analizado, fue inferior a los caudales ecológicos catalogados como buenos, excelentes y excepcionales y en el segundo período de análisis sólo octubre presentó un caudal superior al considerado como bueno y ese mismo caudal resultó inferior a los catalogados como excelentes y excepcionales.

**Gráfica 9. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1960-1975. Subcuenca “Río Valles”**



Fuente: Elaboración propia

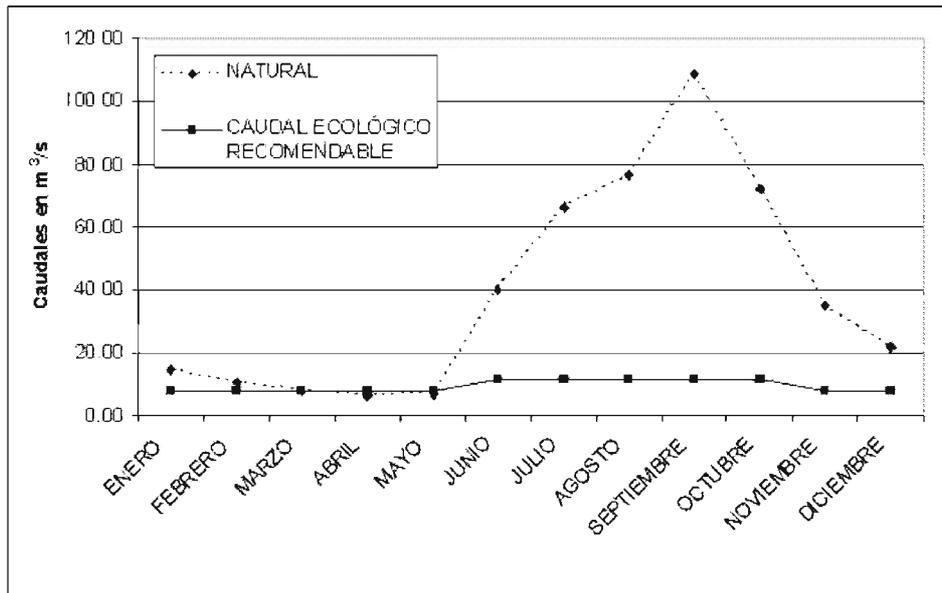
**Gráfica 10. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1976-2000. Subcuenca “Río Valles”**



Fuente: Elaboración propia

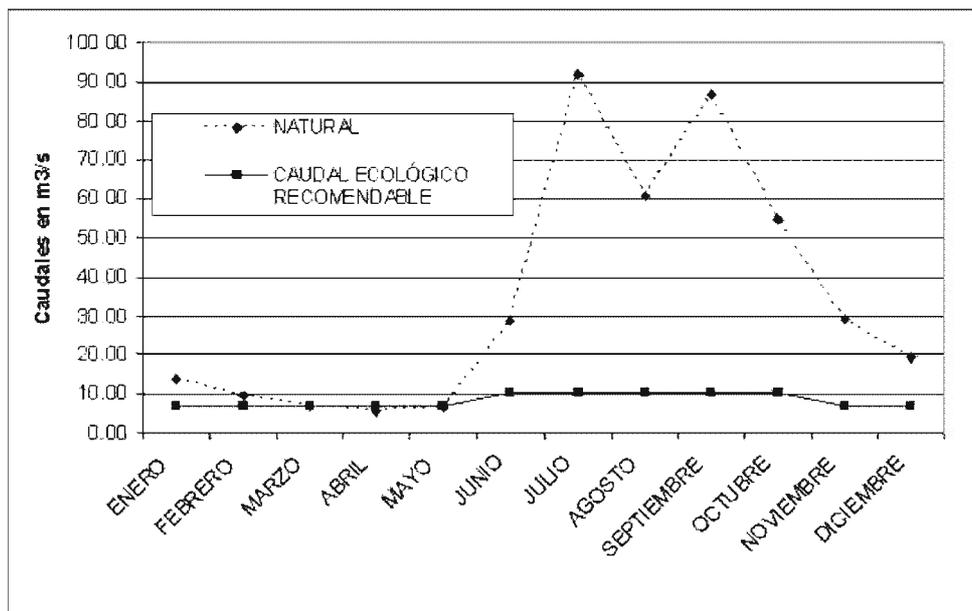
De acuerdo con lo expuesto, los meses de abril y mayo presentaron los menores valores de caudal medio mensual y, en términos hidrométricos, las condiciones más adversas para la vida acuática (Gráficas 11 y 12). Por ejemplo, el caudal medio mensual de abril en el primer periodo resultó inferior en 18.8%, 47.17% y 60.37% a los caudales ecológicos bueno, excelente y excepcional, respectivamente; en el segundo periodo este mismo mes presentó un valor que fue inferior a esos caudales en porcentajes similares a los anteriores.

**Gráfica 11. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1960-1975. Subcuenca “Río Valles”**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 12. Caudal medio natural versus caudales ecológicos recomendables en la estación Santa Rosa, período 1975-2000. Subcuenca “Río Valles”**



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados anteriores muestran que la variación temporal de los caudales naturales y ecológicos calculados en ambos puntos es de consideración, reflejan en cierta medida que aguas arriba de cada uno de ellos están presentándose acciones humanas que son la causa de la disminución de los caudales. En tal sentido, el análisis de la variación espacial de los caudales ecológicos es muy relevante.

Es importante recordar que la estación Micos se encuentra aguas arriba de la estación Santa Rosa, de modo que el caudal aforado en esta última corresponde a una mayor superficie hidrográfica e incluye a una parte del aforado en Micos. En tal sentido, el caudal medio anual para la estación Micos en el período 1960-1975 fue de 28.98 m<sup>3</sup>/s y en la estación Santa Rosa fue de 38.92 m<sup>3</sup>/s. En el segundo período este caudal se reduce y su valor fue de 26.01 m<sup>3</sup>/s para Micos y de 34.51 m<sup>3</sup>/s para Santa Rosa. De acuerdo con lo anterior el incremento en el caudal medio anual entre Micos y Santa Rosa fluctuó entre 24.5% y 25.5%, esto a pesar de las extracciones de agua del río para usos domésticos y agroindustriales. De acuerdo con lo anterior, debe ser posible establecer, sobre todo con fines de gestión integrada de recursos hídricos e incluso con la finalidad de limitar las extracciones de agua del río, en los tramos Micos-Santa Rosa un caudal ecológico de 16.9 m<sup>3</sup>/s cuyo valor resulta de sumar al valor del caudal ecológico excepcional el 25% del valor del caudal medio anual en la estación Micos. Sin embargo, los caudales medios mensuales, en condiciones reales, de enero a mayo resultan inferiores al caudal ecológico anterior, lo cual muestra que es necesario establecer acciones en el río, pero sobre todo en la cuenca hidrográfica, las cuales deben ir encaminadas a mantener y permitir las condiciones ecológicas favorables a la

vida acuática, más cuando estas condiciones se ven impactadas por la contaminación producida por las descargas de agua residual doméstica y agroindustrial en el río.

Los resultados muestran, por un lado, la importancia que tiene el conocimiento de la variación temporal de los caudales medios anuales que escurren por un punto, máxime cuando éstos se emplean para calcular y, con ello, fijar caudales ecológicos; esto es, muestran que un lapso considerable de tiempo, por ejemplo de más de 30 años, los caudales naturales y los caudales ecológicos presentan variaciones; de aquí que estos últimos no deben considerarse como fijos en el tiempo. Así, es recomendable que en un río sometido a nuevas y grandes extracciones de agua para usos humanos se calculen y revisen, en términos hidrológicos, cuando menos en un período de diez años tales caudales.

Por otro lado, los resultados muestran la importancia de conocer la variación espacial de los caudales medios anuales y, con ellos, de los caudales ecológicos, ya que en una misma corriente superficial, como aquí se demostró, éstos varían de un tramo a otro; este conocimiento permite establecerlos en función de la hidrometría en diferentes tramos del río.

Desafortunadamente, en México, a pesar de que la legislación en la materia lo establece, a pocos ríos se les han fijado, por uno u otro método, caudales ecológicos. Esto se debe, en buena medida, a que por un lado, son pocas las corrientes superficiales que cuentan con estaciones hidrométricas y, por otro lado, que las que existen no funcionan adecuadamente.

De acuerdo con lo anterior, es necesario considerar la protección de la fauna acuática y asegurar que, sobre todo, en la época de estiaje se mantenga el caudal ecológico recomendable; así, que este último se le debe restar al volumen de agua teórico disponible que resulta, a su vez, de restarle el volumen concesionado. Los volúmenes anuales de agua que se deben destinar a la protección de la vida acuática son 182.28 Mm<sup>3</sup> para la subcuenca “Río El Salto” y 214.44 Mm<sup>3</sup> para la subcuenca “Río Valles”, estos valores son superiores a los volúmenes concesionados para usos humanos en cada una de aquéllas.

Con el método empleado por la CNA, que aquí se ha considerado como el más drástico o como el más conservador, la subcuenca “Río El Salto” está en condiciones críticas ya que la disponibilidad hídrica teórica asume un valor de 1,038.69 m<sup>3</sup>/hab/año, esto si se compara con el índice de Falkenmark; sin embargo, con los otros métodos empleados (Tabla 14) se obtienen, primero, valores relativamente similares y; segundo, son valores parecidos a los que se presentan en el sureste mexicano. En el caso de la subcuenca “Río Valles”, los tres métodos empleados arrojan resultados similares y son significativamente superiores al índice de Falkenmark e incluso son superiores al valor establecido para México por Jiménez (1996). Desafortunadamente, en las subcuencas “Río Los Gatos” y “Río Mesillas” no existen estaciones hidrométricas por lo que los métodos para determinar caudales ecológicos que requieren de este tipo de información, que dicho sea de paso son los más flexibles, no pueden aquí emplearse, aunque existen otros métodos, como se enunció antes, sin embargo, requieren de tiempo y mayor soporte de cómputo.

**Tabla 14. Disponibilidad hídrica teórica per cápita (m<sup>3</sup>/hab/año) en las subcuencas del Río Valles considerando los caudales ecológicos, año 2000**

Subcuenca	Método de Turc	Método del Coeficiente de Escorrentía	NOM-011-CNA-2000
Río El Salto	23,746.35	21,572.70	1,038.69
Río Valles	9,696.07	9,974.99	8,385.30

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4.- Disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles: variación espacial y temporal**

Los valores anteriores muestran a los habitantes de la cuenca del Río Valles en 1970 en condiciones envidiables de disponibilidad hídrica y con ello de acceso a agua potable o, cuando menos, al agua entubada. A continuación se demuestra que éstos vivían entre la abundancia hídrica pero con escasez del servicio público de agua potable.

Así, es necesario cuestionarse si realmente esta agua está disponible para las actividades humanas. ¿Qué significa que un recurso “natural” esté disponible? Aquí se considera que la disponibilidad hídrica es una construcción histórico-social, que depende de la experiencia cultural, histórica y geográfica de cada población humana en relación con el agua e, incluso, de las capacidades tecnológicas de éstas y de la influencia del mercado (que impulsa algunas actividades demandantes de agua e inhibe otras). A esta variante se le define aquí como *disponibilidad hídrica efectiva*.

Por ejemplo, un ciudadano etíope tiene una percepción del agua muy diferente a un habitante de, por ejemplo, la ciudad de San Luis Potosí. Incluso este último conceptualiza de manera diferente la disponibilidad del agua en referencia a un nativo de Ciudad Valles, en el trópico huasteco. Esto, sin duda, es motivado por la experiencia particular o colectiva en relación con el agua. Se puede decir que el etíope dispone, a pesar de que se dice que cada ser humano cuenta con una cantidad promedio de agua para su uso, de una porción diaria de agua muy por debajo de ese valor y, por lo tanto, su idea de este término se ve afectado por lo anterior. En este sentido, abrir la llave y ver cómo sale el agua puede ser considerado como un milagro por millones de ciudadanos en el planeta, esto si se considera que en la actualidad más de 1,400 millones de seres humanos carecen de acceso estable al agua potable (Gallego, 2002).

Entonces, el que una comunidad en cualquier parte del mundo cuente con agua para sus diversas actividades depende, en gran medida, de dos condiciones: por un lado, de que existan las fuentes (superficiales y/o subterráneas) de suministro y; por otro, de que exista la infraestructura hidráulica (presas, pozos profundos, red de tuberías de suministro, sistemas de control, etc.) necesaria para llevar el agua desde cada fuente de suministro a cada casa o industria. Lo anterior implica la colaboración de los órganos de gobierno, federal y local, con una amplia participación de la ciudadanía. En ese sentido, se menciona que el acceso al agua es una condición necesaria para la vida, pero también lo es para el desarrollo. Donde el acceso al agua es difícil y los recursos financieros y tecnológicos no están presentes para la transferencia de agua, el desarrollo encara obstáculos considerables (Falkenmark, 1990).

En otras palabras, la disponibilidad efectiva del agua en el aquí y el ahora, además de las particularidades climáticas o del ciclo hidrológico, depende de las condiciones tecnológicas, económicas y políticas de cada sociedad, de su capacidad de almacenar, distribuir y aprovechar efectivamente la totalidad del agua que tiene disponible físicamente. Por otra parte, se dice que con la explosión demográfica no es el agua lo que llegará a faltar globalmente sino, más bien, los recursos económicos para repartirla mejor y la voluntad de hacerlo a tiempo (de Marsily, 2003).

#### ***4.4.1. Disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles en 1970***

De acuerdo con los resultados de disponibilidad hídrica teórica per cápita, todo parece miel sobre hojuelas en la cuenca del Río Valles; es decir, parece que la población humana está en condiciones envidiables en lo que se refiere a disponibilidad de agua y, con ello, al acceso a agua potable.

Según el Censo de Población y Vivienda de 1970 y con base en el SIG de la cuenca del Río Valles, la subcuenca “Río El Salto” contaba con 63 localidades, 28 de éstas tenían menos de 10 viviendas y el resto contaba con más de 10 viviendas; en el primer bloque de localidades residían 568 habitantes y en el segundo residían 11,968 habitantes. Ninguna de las localidades que constituían el primer bloque contaba con servicio de agua entubada; es probable que se abastecieran de agua directamente de la fuente o mediante norias (Figura 13). En el segundo bloque, se tienen 35 localidades; sólo dos localidades – El Tamarindo y La Hincada – contaban con agua entubada, en ellas había 21 y 14 viviendas, respectivamente, y residían 155 habitantes en total. De tal modo que

el 98.8 % de los habitantes de esta subcuenca no contaba con el servicio de agua entubada.

La subcuenca “Río Los Gatos” contaba con 38 localidades con menos de 10 viviendas en las que residían 559 habitantes; sólo 3 de aquéllas contaban con servicio de agua entubada (Figura 13). Las localidades con más de 10 viviendas eran 12, en ellas vivían 3,340 habitantes; sólo una de éstas contaba con agua entubada y ninguna de las tres localidades, que en su conjunto concentraban el 61% de la población de la subcuenca, contaban con agua entubada. Así, en 1970 el 93.92% de los habitantes de la subcuenca no contaban con agua entubada.

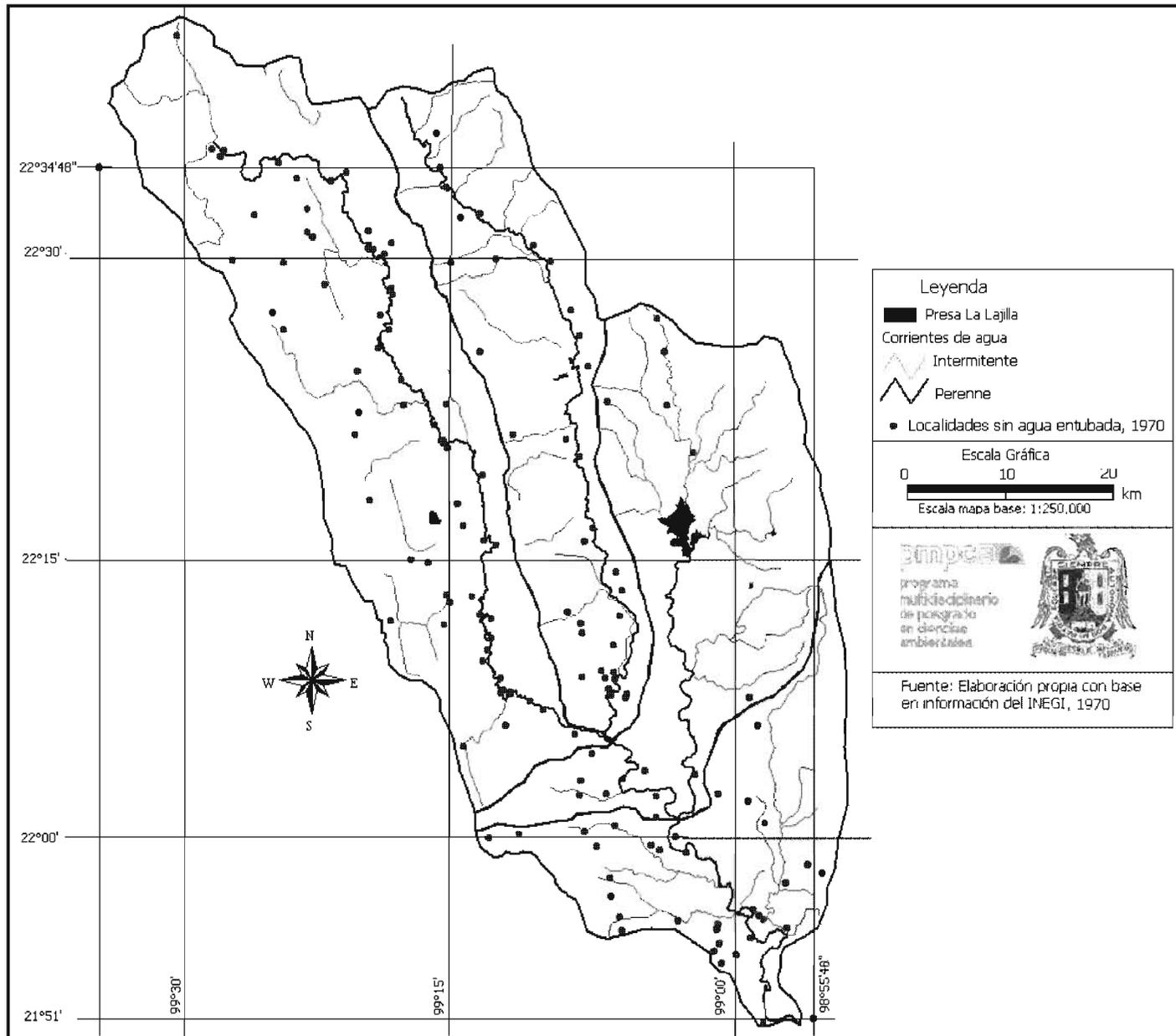
La subcuenca “Río Mesillas” contaba con 18 localidades, en ellas residían 2,426 habitantes, de los cuales 127 vivían en 8 localidades de menos de 10 viviendas y el resto residía en las localidades de más de 10 viviendas; 9 de estos poblados no contaban con el servicio de agua entubada y 5 de los parajes con menos de 10 viviendas no contaban con tal servicio (Figura 11). De acuerdo con lo anterior, en 1970 el 85.7% de los habitantes de esta subcuenca carecían del servicio de agua entubada.

En la subcuenca “Río Valles” había 37 localidades, de ellas 17 contaban con menos de 10 viviendas y en ellas residían 238 habitantes. En las 20 localidades restantes vivían 53,974 habitantes, el 88.17% de los cuales residía en la localidad de Ciudad Valles, la principal zona urbana de la subcuenca y, en general, de la cuenca del Río Valles; sólo 49.4% de las 8,780 viviendas de Ciudad Valles contaban con servicio de agua entubada. Por otro lado, ninguna de estas localidades contaba con el servicio de agua

entubada (Figura 11). Así, se estima que aproximadamente 30,219 habitantes de esta subcuenca no contaban con agua entubada.

En 1970, a pesar de la alta disponibilidad hídrica teórica, el 55.98% de la población asentada en la subcuenca “Río Valles” no contaba con agua entubada; para la subcuenca “Río Mesillas” el porcentaje de población que no contaba con tal servicio era de 85.7%, para la subcuenca “Río Los Gatos fue de 93.92% y para la subcuenca “Río El Salto” fue de 98.8%. La explicación gubernamental, que no está lejos de lo que todavía hoy se argumenta, es que eran localidades dispersas con pocas viviendas y que, por lo tanto, resultaba inviable económicamente prestarles el servicio de agua entubada.

**Figura 11. Localidades que en 1970 no contaban con agua entubada en la cuenca del Río Valles**



#### **4.4.2. Disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles, en 2000**

Desde 1970 al presente, el suministro global de agua potable (o entubada) per cápita ha menguado 33% en el planeta; esta reducción no se debe únicamente al crecimiento demográfico sino también a la utilización excesiva del agua (estilos de vida y empleo de tecnología) y, sobre todo, al deterioro de la calidad de la misma (Bifani, 1997; Shiva 2003). En América Latina y el Caribe el acceso al agua potable sigue siendo un problema importante. En ese sentido, se dice que cerca del 70% de la población de América Central contaba con agua entubada y que en toda América Latina sólo un 2% de las aguas residuales se someten a algún tipo de tratamiento (Banco Mundial, 1997; PNUMA, 2000).

En lo que se refiere a la cuenca del Río Valles, a pesar de la relativa abundancia de agua superficial, existían localidades que en el año 2000 no contaban con agua entubada. En tal sentido, de acuerdo con información del Censo de Población y Vivienda del año 2000 y de acuerdo con el SIG de la cuenca del Río Valles, de las 176 localidades asentadas en la subcuenca "Río El Salto", 135 contaban con menos de 10 viviendas y en ellas residían 1,455 habitantes, sólo 9 de estas localidades contaban con agua entubada; 41 localidades contaban con más de 10 viviendas y en ellas residían 21,000 habitantes, sólo 11 de estas localidades no contaban con agua entubada. Es importante destacar que las localidades con mayor número de habitantes -El Naranjo, Salto del Agua, El Meco y El Sabinito- actualmente ya cuentan con ese servicio público. La localidad El Naranjo, cabecera municipal del municipio del mismo nombre, emplea 0.747 Mm<sup>3</sup>/año que extrae a través de una bocatoma del Río El Naranjo, del que resulta

una dotación de 351 l/h/d y se estima un efluente 0.5 Mm<sup>3</sup>/año de aguas residuales del área urbana, que llega sin tratamiento al mismo río.

En la subcuenca “Río Los Gatos” había 97 localidades con menos de 10 viviendas, en éstas residían 623 habitantes; sólo dos localidades –Ojo de Agua y Miguel Hidalgo- contaban con agua entubada, en ellas vivían 623 habitantes que constituían el 10.8% de la población total de la subcuenca. Las localidades con más de 10 viviendas eran 16 y en ellas residían 5,144 habitantes; dos de éstas -Nuevo Morelos e Ignacio Zaragoza- concentraban el 36.7% y el 16.0%, respectivamente, del total de habitantes de este bloque; por otro lado, 10 de estas localidades no tenían acceso al agua entubada y en ellas vivía el 44.3% de la población. Dentro de esas 10 localidades se encuentran Ignacio Zaragoza, que cuenta con 824 habitantes y con 183 viviendas; Las Huertas, que cuenta con 403 habitantes y con 86 viviendas, y Santa Cruz del Toro, que cuenta con 277 habitantes y con 85 viviendas.

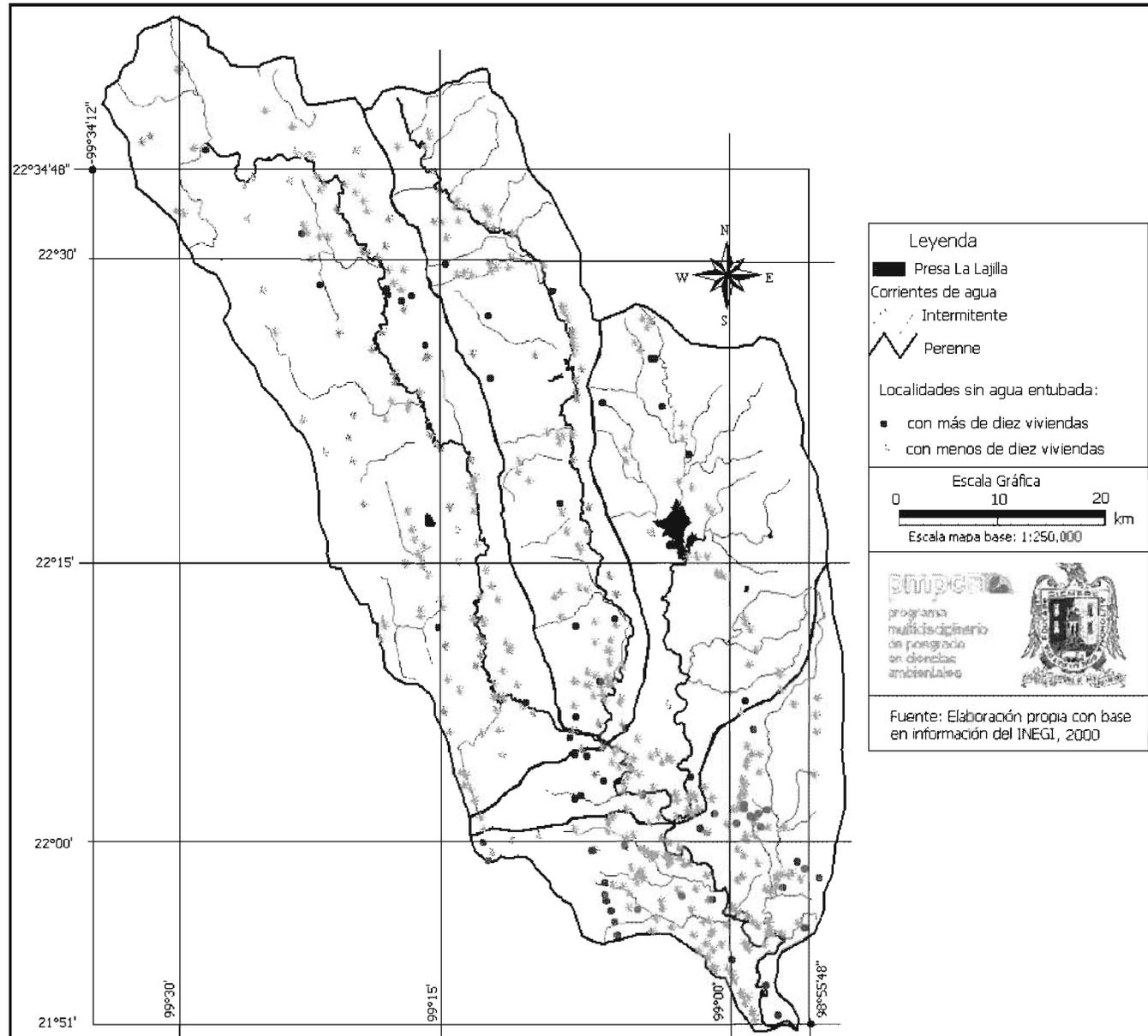
En la subcuenca “Río Mesillas”, de las 67 localidades con menos de 10 viviendas ninguna contaba con agua entubada; en ellas vivían el 7.3% de la población total de la subcuenca; lo que muestra una gran dispersión de localidades pequeñas. El 92.7% de la población de la subcuenca residía en localidades con más de 10 viviendas, sólo 4 de éstas contaba con acceso al agua entubada y destaca que en ellas vivía el 49.5% de los habitantes, de modo que esa población era la que contaba con el citado servicio.

La subcuenca “Río Valles” aloja a la principal zona urbana de la cuenca del Río Valles. Según la CNA (2000), la localidad de Ciudad Valles se abastece mediante extracción

directa de agua del Río Valles, que se estima en 12.6 Mm<sup>3</sup>/año de agua para uso urbano; el 7.7% de las viviendas de esta localidad no contaban con agua entubada en el año 2000. El agua residual generada y que es descargada sin tratamiento al Río Valles se estima en 8.8 Mm<sup>3</sup>/ año, lo que significa un gasto de 278 lps. De acuerdo con el XII Censo de Población y Vivienda, en el año 2000 todavía existían localidades que no contaban con agua entubada, que aquí se considera el indicador de disponibilidad hídrica efectiva. En ese año, había 147 localidades con menos de 10 viviendas que alojaban a 1,051 habitantes. De aquéllas sólo una contaba con servicio de agua entubada. Existían 37 localidades con más de 10 viviendas en las que vivían 117,116 habitantes. La localidad de Ciudad Valles concentraba al 90.27% de esta población, lo que muestra la aglomeración urbana en una sola localidad. De las 37 localidades sólo 5 contaban con agua entubada, aunque ninguna tenía el 100% de cobertura en el servicio (Figura 12); sin embargo, el 91.61% de la población que vivía en estas localidades contaba con el servicio de agua entubada.

Además, como se verá en el apartado siguiente, la principal fuente de suministro de agua, el Río Valles, no cumple con algunos parámetros establecidos en la normativa vigente, lo que acrecienta, de considerarse este aspecto, la falta de disponibilidad hídrica efectiva; de tal modo que se requieren, por un lado, sistemas de extracción y potabilización y; por otro, se requieren sistemas de saneamiento de las aguas servidas.

**Figura 12. Localidades sin agua entubada en las subcuencas del Río Valles, año 2000**



#### ***4.5. Calidad del agua y disponibilidad hídrica efectiva en la cuenca del Río Valles en condiciones actuales***

La Comisión Mundial del Agua para el Siglo XXI, en 1998, informó que más de la mitad de los grandes ríos del mundo estaban contaminados o en peligro de desecarse. Esto provocó que durante ese año tuvieran que emigrar 25 millones de personas. El aprovechamiento inadecuado de los recursos hídricos, tanto en los países desarrollados como en las naciones en vías de desarrollo, es una de las principales razones para su deterioro. La contaminación afecta la calidad del agua disponible, aunque también existe la amenaza del cambio climático, que puede provocar alteraciones en los procesos del ciclo hidrológico a nivel local, regional y planetario (Davis y Hirji, 2005; Rodda, 2001). Un agravante de la disponibilidad de agua en México es la contaminación del recurso. En este aspecto, el Estado ha hecho muy poco para aminorar este deterioro. Esto provoca que la disponibilidad de agua en gran parte del país sea insuficiente para satisfacer la demanda (Palacios, 2000). En tal sentido, se sostiene que a la fecha no existen estudios que incorporen el análisis de la calidad del agua y su efecto en la disponibilidad del agua a nivel de cuencas; existen sólo a nivel país (Jiménez, 1994).

Desafortunadamente, sólo las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles” cuentan con información que revela la calidad del agua que circula por el cauce principal de éstas. Así, en las otras no se cuenta con información que especifique o revele la calidad del agua superficial, de forma tal que no se sabe cuantitativamente qué valores asume esta calidad y, por tanto, no se está en condiciones de establecer en qué proporción se ve

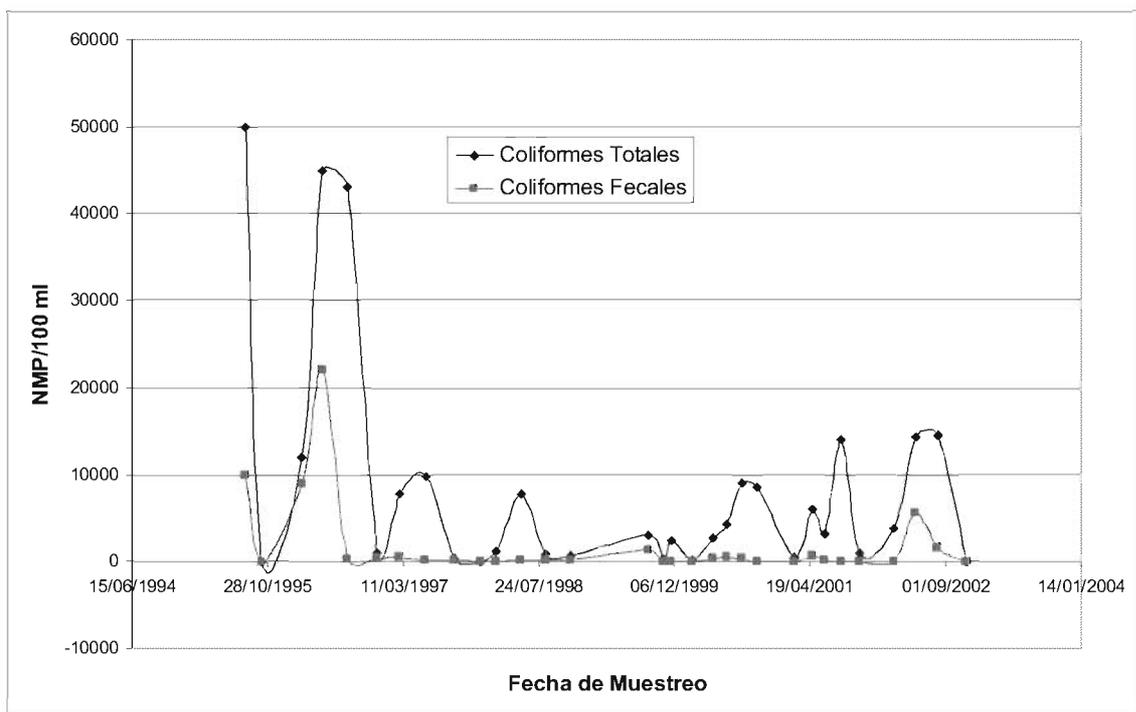
afectada la disponibilidad hídrica efectiva. Generalmente, como ya se mencionó, en la estimación de la disponibilidad hídrica, sobre todo en la que elaboran las agencias gubernamentales, no se considera la calidad del agua. En este caso, se considera que ésta puede provocar, en caso de no cumplir con las condiciones establecidas por las normas de calidad, disminución de la disponibilidad de agua, sobre todo para uso doméstico.

En la subcuenca “Río El Salto” existe una sola estación de calidad de agua, operada por la CNA, en la que se mide las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas; se asume que ésta representa las condiciones de calidad del agua del río principal de la subcuenca; más aún si se considera que ninguna de las localidades cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales; es decir, se vierte de manera directa a los cuerpos receptores, lo que incrementa la presencia de contaminantes, sobre todo bacteriológicos.

La Norma Oficial Mexicana *NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización* establece que “El agua abastecida...no debe contener E. coli o coliformes fecales... en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml”. Para el caso de la subcuenca “Río El Salto” en todos los muestreos realizados los valores encontrados (NMP/100 ml) para coliformes totales y fecales se encuentran por arriba de cero (Gráfica 13).

En tal sentido, este parámetro se encuentra considerablemente por arriba de lo establecido por la norma oficial mexicana lo que reduce notablemente la disponibilidad hídrica para la población humana de la subcuenca.

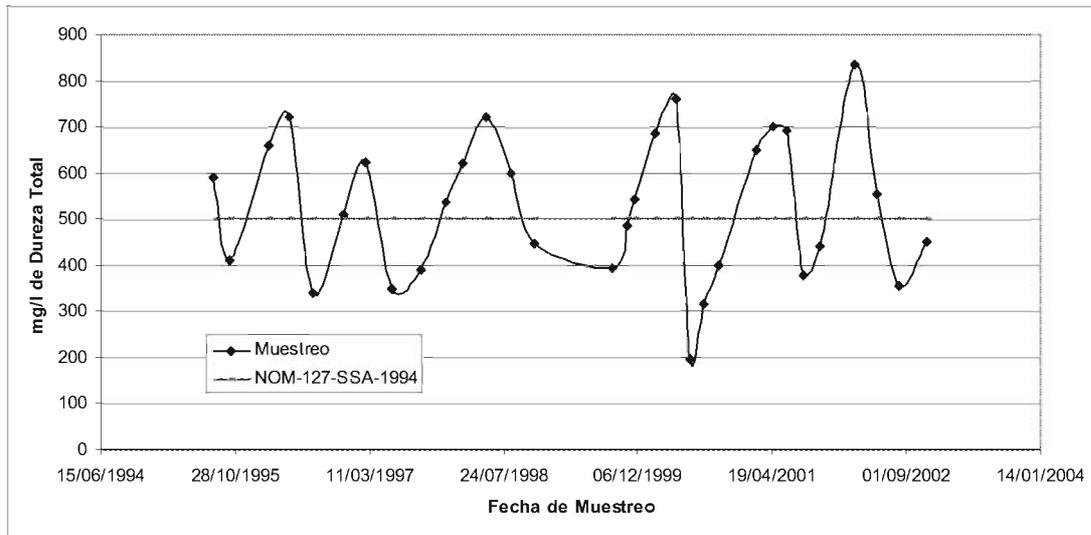
**Gráfica 13. Análisis bacteriológico del agua del Río Valles, Subcuenca “Río El Salto”**



Fuente: Elaboración propia con base en información de la CNA.

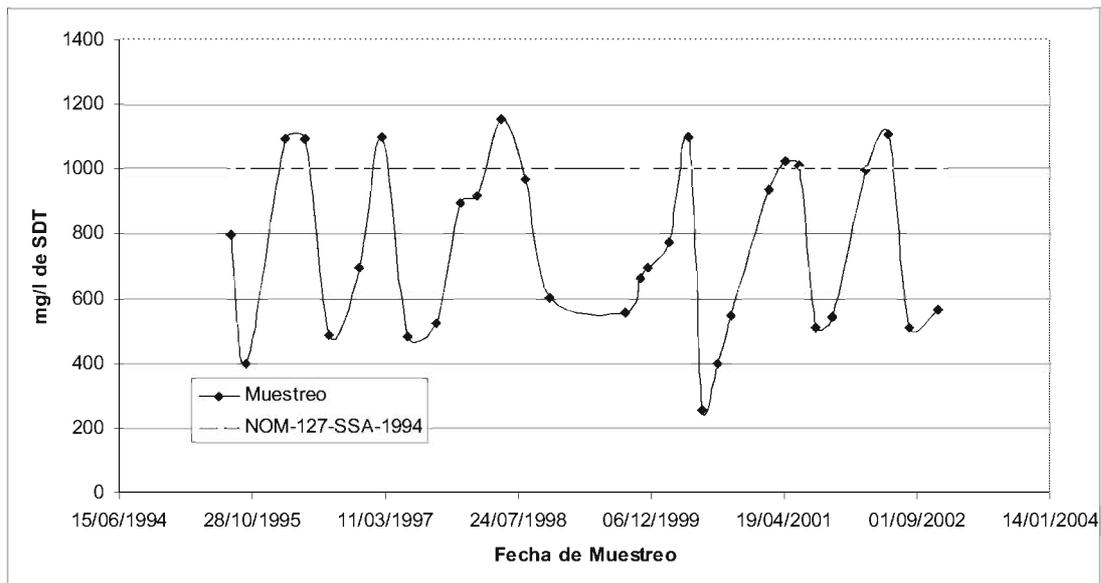
Otro parámetro que rebasa los límites establecidos por la norma oficial es el de dureza total (Gráfica 14).

**Gráfica 14. Comportamiento de la dureza total (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca “Río El Salto”**



Fuente: Elaboración propia con base en información de la CNA.

**Gráfica 15. Comportamiento de los sólidos disueltos totales (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca “Río El Salto”**



Fuente: Elaboración propia con base en información de la CNA.

En la Gráfica 15, se muestra el comportamiento de los sólidos disueltos totales (SDT) en el Río Valles. En ésta, puede verse que son pocas las veces en que se rebasa el valor límite establecido por la norma oficial, ya que únicamente en 7 muestreos se rebasa el límite establecido para ese parámetro. Estos 7 valores se presentan entre febrero a mayo, que es cuando se tiene el período de estiaje. En la sección de caudales ecológicos se vio que en esos meses se presentan los menores caudales medios mensuales e, incluso, son los meses en los que se presentan los mínimos caudales mensuales máximos y los mínimos caudales mensuales mínimos (véase Tablas 10 y 11); así, debido a que se tiene un menor volumen de agua en el período de estiaje, se presenta una mayor concentración de contaminantes; por otro lado, la estación de monitoreo de la calidad del agua se encuentra muy cercana a la estación hidrométrica El Salto.

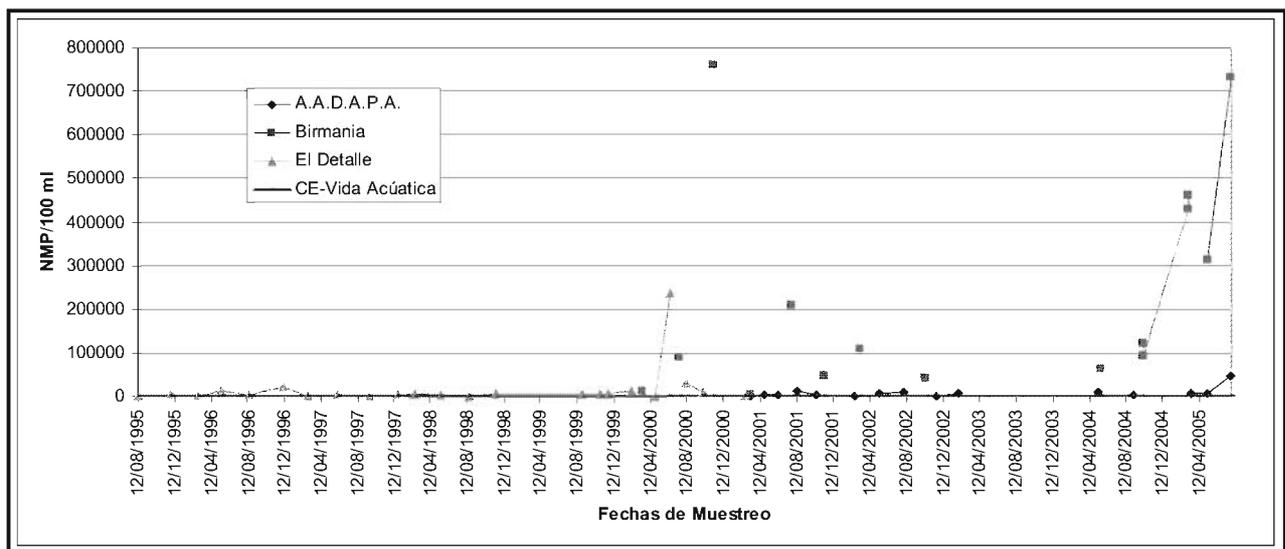
Por otro lado, en el caso de la dureza total el valor límite establecido se rebasa entre 2% y 67%. Para el caso de los SDT, este intervalo está entre 1% y 15.4%, lo que muestra la variabilidad temporal de la calidad del agua del río. De tal modo, se requiere de sistemas de tratamiento de las diferentes descargas de agua residual al Río Valles; más aún, se requiere de sistemas de potabilización del agua que consumen los habitantes de la subcuenca y que se extrae del río.

En la subcuenca "Río Valles", la CNA opera tres estaciones de muestreo para determinar la calidad físico-química y bacteriológica del agua. Las estaciones se encuentran localizadas en diferentes puntos del Río Valles. En todos los puntos de monitoreo puede observarse que, en todos los muestreos realizados, los valores de

coniformes totales encontrados (NMP/100 ml) se encuentran por arriba de cero (Gráfica 16). Aquí es necesario recordar que estos microorganismos se consideran como indicadores de la presencia de contaminación bacteriológica.

Por otro lado, el criterio ecológico<sup>38</sup> para la protección de la vida acuática en México establece que los coliformes fecales no deben exceder de 200 NMP/100 ml. Todos los valores para coliformes totales encontrados en los muestreos de calidad del agua del Río Valles se encuentran por arriba del parámetro mencionado; lo que deja ver que, a pesar de que la cantidad de agua es la adecuada para la vida acuática, no es así en términos de calidad.

**Gráfica 16. Análisis bacteriológico del agua del Río Valles, Subcuenca "Río Valles"**



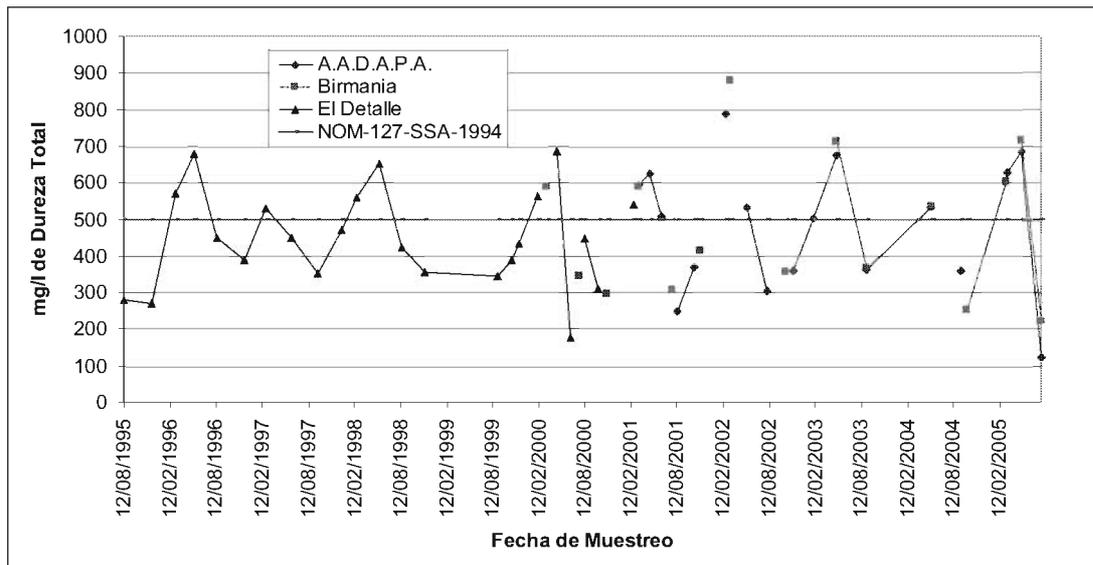
Fuente: Elaboración propia con base en información de la CNA.

<sup>38</sup> Véase: "Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89", Diario Oficial de la Federación, Miércoles 13 de diciembre de 1989. Para el caso de los sólidos disueltos totales no hay criterio ecológico, lo mismo ocurre para la dureza total.

La presencia de contaminación bacteriológica en la principal fuente de suministro de agua reduce considerablemente la disponibilidad hídrica para la población humana de la subcuenca. En la estación El Detalle, que se localiza en la parte final de la subcuenca, desde el año 2000 no se realizan muestreos; sin embargo, en las estaciones AADAPA y Birmania, esta última se encuentra aguas abajo de la primera, se encontraron valores que van de 47,000 NMP/100 ml hasta 700,000 NMP/100 ml en los muestreos del año 2005. Sánchez y Hernández (1996) encontraron valores de coliformes totales del orden de 2,500 NMP/100 ml en diferentes puntos localizados a lo largo del cauce principal de esta subcuenca; del mismo modo, detectaron la presencia de enterobacterias como *Escherichia coli*, *Proteus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Shigella dysenteriae* y *Serratia marcescens*.

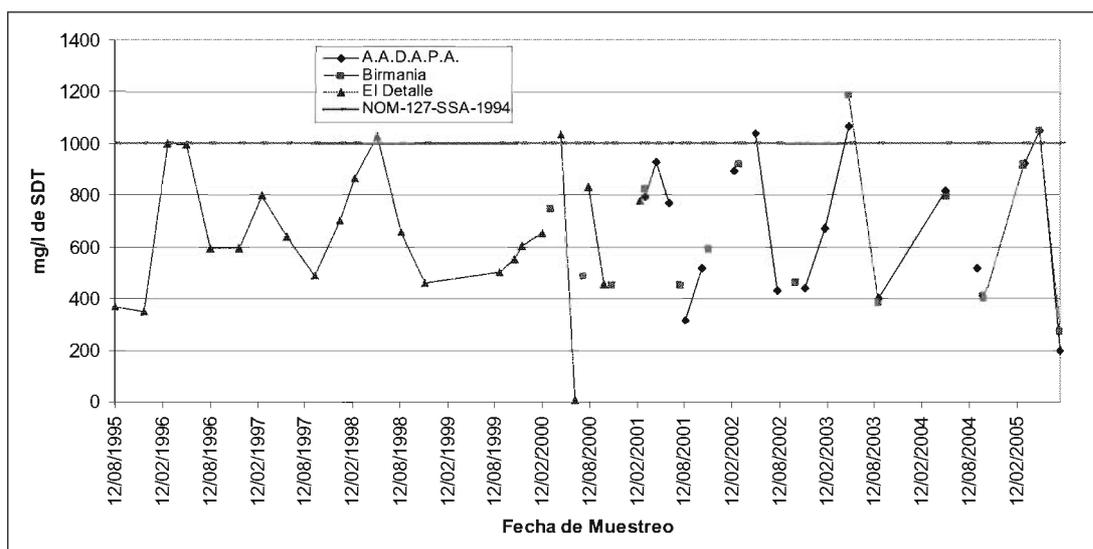
La contaminación bacteriológica en estos puntos de muestreo, que se ubican en la parte baja de la cuenca del Río Valles, refleja que no existen sistemas de tratamiento del agua residual de tipo doméstico. Pero, ¿qué pasa con la contaminación provocada por el uso de agroquímicos? Aunque esta pregunta es sugerente, para esta investigación únicamente interesa conocer el comportamiento de la contaminación bacteriológica. Además, en el caso de la dureza total se rebasa el límite máximo establecido en la normativa mexicana (Gráfica 17). Para lograr que este parámetro de calidad del agua se encuentre por debajo del valor establecido por la norma se requiere de procesos químicos para su remoción; procesos que demandan alta inversión económica.

**Gráfica 17. Comportamiento de la dureza total (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca “Río Valles”**



Fuente: Elaboración propia con base en información de la CNA.

**Gráfica 18. Comportamiento de los sólidos disueltos totales (mg/l) en el Río Valles, Subcuenca “Río Valles”**



Fuente: Elaboración propia con base en información de la CNA.

Para el caso de los SDT, en pocos muestreos se rebasa el valor establecido en la normativa mexicana (Gráfica 18). Para la remoción de estos elementos se requiere de procesos de tratamiento químico que requieren, también, de una importante inversión económica.

Así, la baja calidad del agua, recapitulando, reduce notablemente la disponibilidad hídrica ya que se requieren de sistemas de tratamiento avanzados (coliformes fecales y dureza total) para potabilizar el agua; conclusiones similares son a las que llegó Jiménez (1994) para el caso de la Región Hidrológica No. 26, que es donde se localiza la cuenca del Río Valles. En tal sentido, la disponibilidad hídrica efectiva de los habitantes de las localidades que extraen agua del Río Valles y que no cuentan con sistema de potabilización se ve reducida al mínimo indispensable, requiriendo establecer mecanismos individuales de saneamiento (agua hervida). Esto explica, como se verá adelante, porqué se emplea agua embotellada para consumo humano y agua entubada para aseo personal. Por otro lado, lo expuesto antes muestra la variabilidad temporal de la calidad del agua del río, que como se explicó, está también asociada a la variabilidad temporal de la lluvia y, con ello, de la mayor o menor presencia de escorrentía en el río.

Puede verse que existe la cantidad de agua para satisfacer las necesidades de los habitantes de la subcuenca; sin embargo, las condiciones de calidad (físicoquímica y bacteriológica) que ésta presenta la reducen considerablemente, por lo que se requiere de la infraestructura que permita, por un lado, el saneamiento del agua residual que se vierte al Río Valles y; por otro lado, que las localidades que extraigan agua para

consumo humano de este río cuentan con sistemas de extracción, potabilización y redes de distribución del agua.

#### ***4.6. Inversión pública y acceso al agua potable en la cuenca del Río Valles***

La falta de agua potable (o, en el peor de los casos, de agua entubada) en las localidades se debe en buena medida a la falta de inversión pública. Puede verse que, en términos de cantidad, las necesidades hídricas de la población pueden ser satisfechas; sin embargo, la calidad del agua, sobre todo la que circula por el Río Valles, no cumple con algunos parámetros establecidos en la normativa vigente para ser usada como fuente de agua potable. Entonces, se requieren sistemas de potabilización y de saneamiento (que incluyan, como su nombre lo indica, sistemas de recolección y tratamiento de las aguas servidas).

En el municipio de Ciudad Valles la inversión pública, según el Programa Hidráulico de San Luis Potosí 2000-2025, es de 61 millones 860 mil pesos para atender el rubro de agua potable, éstos se distribuyen en diferentes años del período que comprende el Programa (que dicho sea de paso es una programación). Para el municipio de El Naranjo se programaron 6 millones 897 mil pesos. En algunos casos se indica que debido a que no existe la participación presupuestal municipal o estatal esta programación se deja para otros ejercicios fiscales. Por otro lado, para un buen número de localidades sin agua entubada se establece que la ejecución de la obra será después del año 2008. La inversión programada 2000-2025, para el servicio de agua entubada en las localidades rurales, es de 48 millones 256 mil pesos y en términos

reales éstas no contarán con agua entubada hasta después del 2010. Para el municipio de El Naranjo la inversión programada es de 11 millones 300 mil pesos y son, se dice, para abatir el rezago en la cobertura de agua entubada en las localidades rurales.

Sin embargo, de las 137 localidades que no contaban con agua entubada sólo 30 se encuentran con programación presupuestal federal; aunque en algunos casos se indica que debido a que no existe la participación presupuestal municipal o estatal esta programación se deja para otros ejercicios fiscales. Por otro lado, en un buen número de localidades sin agua entubada, contempladas en la programación, se establece que la ejecución de la obra será después del año 2008.

La inversión programada 2000-2025 para el servicio de agua entubada en las 30 localidades rurales es de 5 millones 983 mil pesos; así, en términos reales, las localidades rurales no contarán con agua entubada hasta después del 2010; aunque la inversión programada para las zonas rurales es más del doble que en las zonas urbanas, se puede decir que existe una inequidad en la distribución de la inversión.

Por otro lado, la inversión municipal<sup>39</sup> es mínima en el sector agua potable. Por ejemplo, puede verse que el ayuntamiento de Ciudad Valles destinó 5 millones 123 mil 386 pesos para agua y drenaje en el año 2001 a nivel municipal y ejerció un presupuesto total de 62 millones 570 mil pesos. En 2002, de 66 millones 468 mil pesos se destinaron 11 millones 42 mil pesos (16.5%) al servicio de agua entubada. En el 2005 se invirtieron

---

<sup>39</sup> Véase: “Jorge Terán, alcalde que menos obras de agua y drenaje ha hecho”. Periódico El Mañana de Valles.

4 millones 332 mil pesos (4.78%) de un total de 90 millones 392 mil pesos. Es importante recordar que el Municipio de Ciudad Valles es el que mayores localidades rurales tiene en la cuenca del Río Valles y es el que aporta la mayor población urbana de la cuenca.

Por otro lado, puede verse la inequidad en la inversión pública, que se destina a atender principalmente las necesidades de las zonas urbanas, dejando de lado las necesidades de las zonas rurales. La inversión destinada a sistemas de saneamiento de las aguas servidas (en este caso domésticas) se centra principalmente en el establecimiento de sistemas de alcantarillado, sobre todo en las zonas urbanas, pero no en sistemas de tratamiento de las aguas residuales vertidas a los cuerpos de agua; a pesar de esto, esta inversión también es mínima. Es decir, no sólo se trata de tener agua en cantidad, ahora se requiere agua de calidad, sobre todo para satisfacer las necesidades humanas. Así, en la medida en que se deteriora la calidad de los cuerpos de agua, se reduce la disponibilidad hídrica lo que exigirá mayor inversión pública para revertir este proceso.

En tal sentido, lo que realmente “escasea”, en términos económicos, son los recursos económicos que pueden destinarse a revertir la llamada “escasez del agua”. Si se comparan las cantidades de dinero destinadas a la creación y mantenimiento de instrumentos de guerra o a las campañas políticas con las destinadas al suministro y saneamiento del agua se verá claramente que lo que escasea son los recursos económicos para este último fin. Por ejemplo, la inversión necesaria para revertir el rezago en el suministro y saneamiento del agua en el planeta se estima entre 20 mil y

60 mil millones de dólares norteamericanos; por otro lado, la World Water Vision estima que se requieren 180 mil millones de dólares para el suministro de agua y saneamiento en el período 1995–2025 (Anónimo, 2002; UNESCO, 2003; PNUMA, 2000; Rosegrant, 2004). Compárese esta cifra con la que se gastó en el 2003 para armamentismo a nivel planetario que fue de más de 900 mil millones de dólares, de los cuales casi el 50% del total fue ejercido por los Estados Unidos. Los presupuestos militares en el planeta sumaron los 804 mil millones de dólares en el 2000, cifra similar a la de 1999.<sup>40</sup>

Véase que Nicaragua, un país con alta disponibilidad de recursos hídricos pero con un alto rezago en el suministro de agua potable, invirtió en el 2005 en el sector agua potable 174 millones 390 mil Córdobas (10 millones 995 mil dólares norteamericanos). Irónicamente, en ese mismo año el Gobierno de Nicaragua invirtió en defensa el 0.80 de Producto Interno Bruto, es decir, 484 millones 330 mil Córdobas (30 millones 537 mil dólares norteamericanos); así, este pequeño país invirtió 2.8 veces más en pertrechos de defensa que en agua potable<sup>41</sup>.

Para México, se estima que se requieren 3 mil millones de dólares anuales<sup>42</sup> para revertir el rezago en la infraestructura de agua potable y saneamiento (Carabias y

---

<sup>40</sup> Véase: <http://www.eumed.net/paz/tepys/gm-gs.htm>. y <http://www.cimacnoticias.com/noticias/01oct/01101808.html>

<sup>41</sup> Véase: <http://www.consultaciudadana.gob.ni/cciuudadana/SubSectores.jsp?accion=buscar&grupo=60>  
<http://www.consultaciudadana.gob.ni/cciuudadana/SubSectores.jsp?accion=buscar&grupo=20>  
<http://maria.webpg.net/libros/Archivo/atlas-cap2.pdf>

<sup>42</sup> Hernández (2006) sostiene que: “Es mucho dinero, pero si lo comparamos con la cantidad que de los recursos públicos se entregó a las empresas que están en la panza del Fobaproa, 24 mil millones de pesos son una cantidad ridícula. Tras la crisis de diciembre de 1994 lo que el gobierno ha aportado al Fobaproa es cercano al billón de pesos. Los 30 mil millones de pesos que habría que invertir anualmente en agua los próximos 30 años, suman casi ese billón de pesos. El gobierno dice, como no tenemos ese dinero y tenemos poca agua y la que tenemos se está ensuciando, requerimos fuentes de financiamiento. Por eso es la privatización”. Véase: <http://www.jornada.unam.mx/2006/02/20/oja-portada.html>.

Landa 2005; Hernández, 2006). Esta cifra contrasta con los 2 mil 891 millones de dólares que invirtió el gobierno mexicano en asuntos de defensa (RESDAL, 2005); además, para asuntos electorales se destinaron 553 millones de dólares en el 2004<sup>43</sup>, es decir, un 19% de lo que se requiere de inversión anual para agua potable y saneamiento. A los partidos políticos mexicanos se les financió con recursos públicos del orden de los 178 millones de dólares en el 2004. Esto permite concluir que el dinero de las tributaciones de los mexicanos está siendo usado para mantener una estructura burocrática muy pesada y se está dejando de lado la solución de problemas prioritarios; entonces, ¿escasea el agua o escasea la inversión pública en el sector agua potable?

De aquí que el concepto de escasez, creado por economistas y usado por las agencias internacionales (BM, FMI, etc.), sirve de pretexto para decir que “*el agua se va a acabar*” con lo cual se impulsan políticas de privatización del servicio público de agua potable<sup>44</sup>; aunque es importante decir que en los ayuntamientos de los municipios insertos en la cuenca del Río Valles todavía no es manifiesta esta política.

Fundamentalmente las políticas de privatización van en dos sentidos: privatización del suministro de agua potable (incluso, entubada), sobre todo en zonas urbanas; y privatización del agua para su embotellamiento (lo que se verá más adelante).

---

<sup>43</sup> Véase: <http://www.ife.org.mx/InternetCDA/TRANSP/index.htm>

<sup>44</sup> Los Principios de Dublín de 1992, son el inicio de las ideas modernas de privatización del agua (Budds y McGranahan, 2003), en el cuarto principio se dice que el agua es un bien económico y como tal, sostiene, debe manejarse o gestionarse –por no decir privatizarse.

La primera forma de privatización es la más obvia; en esta modalidad corporaciones transnacionales se apoderan, a precios muy bajos, de las redes de distribución de agua. Así, se dice que “El Banco Mundial impulsa, y el gobierno mexicano acepta, la estrategia de asociaciones entre empresas privadas y gobiernos locales para prestar el servicio; pero la mejor alternativa para prestar el servicio (de agua potable) es la colaboración entre las comunidades y el gobierno local, sobre la base de que la comunidad es la que tiene el control del recurso”<sup>45</sup>.

En el mismo sentido puede verse que el grupo de los 7 (G-7) supedita préstamos a la privatización de los servicios de agua potable y saneamiento, a través del BID, BM<sup>46</sup> y FMI, que presionan a las autoridades locales a recortar subsidios, aumentar las tarifas y privatizar los servicios públicos. Esto lo señala la Globalization Challenge Initiative<sup>47</sup>; organización que afirma que el BM sostiene que el agua debe ser considerada una mercancía, que los organismos operadores en los países subdesarrollados son deficientes y están muy endeudados, y que la participación privada, en general, ha aumentado la eficiencia, mejorando el servicio y ampliando la cobertura del mismo. Así, gobiernos de distintos países, presionados por las grandes multinacionales apoyadas por los organismos de empréstito internacional, están caminando hacia una “solución” radical: la privatización de la prestación del servicio de agua potable. Los partidarios de

---

<sup>45</sup> La Jornada, 10 de agosto de 2005, Sección Economía, p. 28

<sup>46</sup> Desde principios de los años 90 del siglo XX, el Banco Mundial exigía la privatización de SEMAPA, empresa municipal de agua, como la “única” solución al problema del agua en Cochabamba, Bolivia. En 1996, condicionó un préstamo de 14 millones de dólares norteamericanos y en 1997, el FMI, el BM y el BID condicionaron la condonación de una deuda de 600 millones de dólares norteamericanos a la privatización de SEMAPA (Kruse y Ramos, s/f).

<sup>47</sup> La Jornada, 26 de junio de 2005. Sección Economía, p. 23.

este sistema, sostienen que ésta sería la “única” manera de abastecer de agua a los lugares donde se padece de sed (Barlow, 2001; Kucharz, 2005).

De esta manera, se sostiene que el agua se vende a precios muy por debajo de su “costo de producción”, lo que agrava, se dice, la escasez y la crisis del agua. Entre los obstáculos financieros se señala que las diferentes agencias de gobierno no cuentan con la capacidad financiera y los recursos humanos para revertir la “escasez” o son, algo que aquí no se niega, ineficientes y en algunos casos corruptas, con lo cual se quiere allanar el camino a la privatización del suministro de agua. De modo que surge la pregunta que hacen muchos, y que de una manera sencilla formula Solon (2003): ¿cómo es que nos “venden” la idea de la privatización del agua? Él responde diciendo que: *nos dicen qué es lo que está pasando: que mucha gente no tiene agua suficiente y que de aquí a 25 años esta situación va a ser mucho más grave, y ante eso, lo que se debe hacer es promover más inversión en el agua; ¿de dónde va a salir el dinero para nuevas inversiones para represas, captaciones, tuberías, plantas de procesamiento?, ¿del Estado? No. Los Estados ya no tienen plata. El dinero tiene que venir del único sector que tiene dinero, que es el sector privado.*

Así, el servicio de agua potable privatizado queda en manos de quienes tienen capacidad económica para pagar por él. De este modo, un reducido número de multinacionales han tomado la privatización del suministro de agua como negocio y se apoderan del control de los servicios públicos de abastecimiento de agua en los países en desarrollo e implementan como principal política el alza en las tarifas de suministro

de agua -por ejemplo, en Francia, desde que se privatizó el servicio de agua potable las tarifas se han incrementado en 150 por ciento (Barlow, 2001).

Barlow (2001) sostiene que las intenciones son clarísimas: el agua debe ser tratada como cualquier otra mercancía, y su uso se debe regir, para estas multinacionales, por los principios que rigen el mercado. Se busca tener el máximo beneficio sin considerar la igualdad de acceso ni el carácter sostenible del recurso; la privatización implica que la administración de los recursos hídricos se funda en el principio de la escasez. La Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible indica que las tres cuartas partes de la población que tiene problemas con el acceso al agua potable se encuentra en los países en vías de desarrollo (Barlow, 2001). Es hacia estos países a donde están volteando las multinacionales.

A partir de la presión de las multinacionales dedicadas a los servicios de agua, los gobiernos se alejan de sus responsabilidades y aquéllas sacan provecho de la “escasez del líquido” en el planeta. Tres compañías francesas controlan el 75% del mercado de agua potable en el planeta; estas son la Suez Lyonnaise de Eaux/Ondeo, Vivendi y Saur; otra empresa importante es la eléctrica alemana privatizada RWE que compró Thames Water (GB) y una menor cuota de mercado tiene la constructora norteamericana Bechtel, que trabaja con United Utilities (GB) y Anglian Water (Kucharz, 2005). La Suez y la Vivendi están luchando por controlar el mercado estadounidense, ya que las nuevas leyes americanas han abierto la puerta a una mayor participación del sector privado en los negocios de abastecimiento y depuración del agua en EE. UU. (Barlow, 2001).

Así, el apetito de grandes empresas multinacionales, con apoyo de organismos financieros internacionales, por privatizar los recursos naturales es insaciable, y el agua es una de las joyas en disputa. La actual crisis del líquido -una de cada cinco personas carece de agua potable y hay mayor escasez general- se ha convertido en estímulo para esas compañías que negocian con este recurso natural y cada vez más extienden su presencia. Estas compañías justifican sus intereses expansionistas como una solución a la "crisis del agua" planetaria.

En ese sentido, como ya se vio, no se invierte el dinero público donde hace falta, sino donde las utilidades prometen ser mayores y pueden reflejarse en buenos dividendos para los accionistas (Deckwitch, 2005). "Frecuentemente términos como crisis del agua y la necesidad de inversiones justifican los proyectos de empresas privadas en el exterior. Solamente los empresarios tienen la capacidad de cubrir la elevada necesidad de inversión, dicen representantes políticos de gobiernos nacionales y de la Unión Europea, pero también de instituciones financieras, como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial" (Deckwitch, 2005)<sup>48</sup>.

Las políticas privatizadoras son instrumentadas por las agencias nacionales<sup>49</sup> y en no pocos casos son motivo de conflictos sociales<sup>50</sup>. Y entonces la pregunta es: ¿el agua se va a acabar? La respuesta es no. Lo cierto es que el volumen de agua potable (natural) se está agotando y; por el contrario, se está incrementando el agua con características

---

<sup>48</sup> La Jornada, 19, 20 de Junio de 2005, Sección Sociedad y Justicia, Pp. 40 y 46.

<sup>49</sup> Un estudio de Public Citizen sostiene que el gobierno federal mexicano lleva al país hacia la privatización del agua y que se está recurriendo a un modelo rechazado en otras latitudes. Transnacionales como Sues, RWE, Aguas de Barcelona y Vivendi operan varios sistemas. La Jornada, 3 de julio de 2005, Sección Economía, p.22.

<sup>50</sup> Véase: La Jornada, 28 de junio de 2005, p. 34.

aptas para usos agrícola e industrial. Se menciona que en el siglo XXI, como en ninguna otra época de la historia de la Tierra, el agua dulce estará bajo una mayor presión (Rodda, 2001). Es necesario considerar que, en la mayoría de los casos, la política de precios del agua y otras políticas institucionales fallan en su intento por impulsar usos *eficientes* del agua, demorando la transición hacia ese escenario (Postel, 2000). Por otro lado, está demostrado por diversas experiencias locales que no existen soluciones únicas y que el agua es un recurso de uso común, que debe preservarse en el dominio público y protegerse mediante leyes locales, nacionales e internacionales (Barlow, 2001). En tal sentido, dice Ostrom (2000) que ni el Estado ni el mercado han logrado con éxito que se mantenga un uso productivo, de largo plazo, de los recursos naturales.

El consumo de agua embotellada es otra arista de la privatización del servicio de agua potable, sobre todo el de las grandes corporaciones multinacionales que se dedican a este negocio. Aunque estas compañías usan el término escasez, muy poco enfocan sus baterías a las cuestiones de salud humana, esto es, ofrecen sus productos como de alta calidad y adecuados para la salud. Cuatro transnacionales controlan gran parte del embotellamiento de agua: Coca-Cola, PepsiCo, Nestlé y Danone (Ruiz, 2005).

Estas compañías y sus filiales obtienen agua mediante generosos subsidios estatales y la venden en botellas de plástico a mil o diez mil veces lo que les costó conseguirla (Barlow, 2001). Todas, sin excepción, mencionan los atributos que tiene el agua embotellada por ellos, y hacen gala de las técnicas de “purificación”; como la destilación, la ozonación, los rayos ultravioleta, la desmineralización, la osmosis inversa

y el uso de carbón activado. Todo, sostienen, en beneficio de la salud de quien consume esta agua; sin embargo, en un estudio financiado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), se encontró que el agua embotellada no es más limpia que el agua corriente y su costo está entre 500 y 1,000 veces por arriba del costo del agua de la red pública. Más aún, en algunos casos, la calidad del agua embotellada es exactamente igual a la de la red pública de donde se toma para embotellarla.

El Observatorio de Desarrollo de la Universidad de Costa Rica indica que la industria de embotellamiento de agua ha crecido a un ritmo alarmante. Así, en el año 2000 se embotellaron y comercializaron más de 24,000 millones de litros en el planeta (24 Mm<sup>3</sup>) (Barlow, 2001); las ventas de agua embotellada en ese año alcanzaron los 22,000 millones de dólares (Rendón, 2006). Es decir, en ese año el litro de agua embotellada, con todo y sus impurezas, se vendió en 1.09 dólares; en contraste, el metro cúbico de agua de la red de abastecimiento público valía en el 2005, en México, 0.15 dólares. En el 2003 se alcanzó una cifra de 46,000 millones de dólares por la venta de agua embotellada (Rendón, 2006). Actualmente se calcula que se beben 126 mil millones de litros de agua embotellada al año en todo el planeta (Rendón, 2006).

No se abundará más en el asunto de la privatización del agua. Quien desee hacerlo puede consultar los textos aquí citados. Queda claro que ante los enfoques de gestión que privilegian la privatización del servicio de agua potable, el nuevo desafío en el siglo XXI es abordar el uso y gestión del agua con nuevas visiones, lo que requiere de la

participación de varias profesiones y de los llamados “stakeholders” o interesados (Postel, 2000).

Por otro lado, parece claro que el asunto no es de escasez “global” del agua, sino, más bien, de un notable incremento en el deterioro de la calidad de la misma, que se ve claramente impactada por las actividades humanas en las cuales se usa el líquido; es decir, lo que está escaseando es, como ya se mencionó, el agua de calidad potable. Además, está “escaseando” la inversión pública en el sector; es decir, los recursos económicos públicos se están ejerciendo para mantener a la burocracia, los aparatos de guerra y los partidos políticos.

Como colofón de este capítulo puede decirse que la pobre disponibilidad hídrica efectiva de las diferentes localidades asentadas en la cuenca del Río Valles; la concentración urbana y, con esto, la inequidad en la inversión pública en el sector agua potable; así como el uso de los recursos hídricos con fines extractivos de corto plazo y la falta de ordenamiento en el aprovechamiento de los mismos, han provocado la aparición de problemas ambientales; algunos de los cuales, como se documenta en el siguiente capítulo, aparecieron desde las primeras décadas del siglo XX.

Finalmente, cada vez más la inaccesibilidad a los recursos hídricos para realizar las diversas actividades humanas que requieren este vital líquido se está considerando como un grave problema ambiental; sumado éste a los problemas ambientales que están asociados a los usos del agua. En el siguiente capítulo se hace una revisión amplia sobre los problemas ambientales que afronta el planeta y cómo se han abordado

éstos en las disciplinas científicas. Se hace énfasis en lo que se ha denominado “la construcción social de los problemas ambientales”. Esto como marco de referencia para identificar los problemas ambientales asociados al uso del agua en la cuenca del Río Valles.

## **CAPÍTULO V. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD Y USO DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO VALLES.**

El objetivo de este capítulo es identificar y analizar la problemática ambiental –potencial y real- actual asociada a la disponibilidad y uso del agua en la cuenca del Río Valles. El conocimiento de la problemática ambiental -potencial y real como se define adelante- es un elemento que aquí se considera fundamental para lograr la GIRH.

La sociedad humana ha enfrentado y enfrenta problemas sociales y ambientales reales y potenciales. En algunos tiempos, enfermedades como el cólera o la tifoidea fueron consideradas graves problemas de salud pública; el tabaquismo, el alcoholismo, el VIH-Sida, etc. son hoy considerados como tales. Por otra parte, el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad, la erosión hídrica y eólica, la inaccesibilidad al agua potable, etc. son cada vez más reconocidos como graves problemas ambientales con altas implicaciones sociales.

¿Qué es un problema ambiental? ¿Se requiere únicamente evidencia física para considerar un problema ambiental como tal? En lo que sigue se analizan algunas bases teóricas y conceptuales para formular respuestas a estas preguntas.

La cuantificación física, que generalmente proviene de las ciencias naturales, es un elemento de suma importancia en la identificación y construcción social de un problema

ambiental. Sin embargo, esta cuantificación requiere de la concurrencia de otros elementos que han sido abordados por las ciencias sociales y, más específicamente, por la sociología ambiental.

En tal sentido, como se verá más adelante, aun cuando el científico natural demuestre con datos *duros* que existe cierto grado de contaminación en un sitio y que ésta tiene implicaciones negativas en el ambiente y la salud humana, si esto no es percibido como problema por la sociedad, ésta le restará importancia. De acuerdo con lo anterior, desde la perspectiva de las ciencias sociales un problema ambiental, además de su caracterización física, requiere de un proceso de “construcción social”. Así, la emergente sociología ambiental, sostiene que los problemas ambientales “*graves*” o “*muy graves*” no son reconocidos socialmente y que éstos no salen a la luz pública por la amenaza real que representan. Esta disciplina afirma que es sorprendente la disociación que existe entre el daño ambiental sostenido por los especialistas y la importancia que éstos tienen en el plano de la conciencia pública y de los instrumentos gubernamentales para enfrentarlos; el ambiente y su deterioro, antes de ser reconocidos socialmente como tales pasan por un proceso de valoración, de filtración y de construcción social (Lezama, 2004).

El conocimiento científico de un determinado problema ambiental no se traduce necesariamente en acciones para revertirlo, lo que confirma que este conocimiento, a pesar de ser necesario para la toma de decisiones, no es suficiente. En la actualidad se cuenta con un cuerpo de conocimientos sobre la contaminación ambiental que permitirían tomar decisiones que aún no se toman; entonces, la relevancia que adquiere

un problema ambiental no es necesariamente una función de la magnitud del daño que provocan, de su presencia o existencia física, sino de la manera en que son internalizados por la sociedad humana (Eder, 1996; Lezama, 2004). En tal sentido ésta elige sus preocupaciones y los riesgos a los que puede someterse y a los que decide ignorar; un gran número de comunidades que viven en zonas de alto riesgo, con problemas de contaminación hídrica, inundaciones o sequías prefieren ignorarlos por la inexistencia de alternativas de solución.

La perspectiva constructivista sostiene que los problemas ambientales y los métodos para su estudio no poseen un carácter universal ya que cada sociedad valora en forma muy distinta la naturaleza y el ambiente; la relación ser humano-ambiente es diversa y variada en función del contexto social en el que se le analice, ya sea considerando recortes espaciales o temporales específicos (Lezama, 2004). Sin embargo, la construcción social de los problemas ambientales como tema de investigación ha sido abordada con mayor énfasis por la antropología y la sociología y tiene como antecedente la discusión de la construcción social de la naturaleza y del ambiente. No pocos antropólogos concuerdan en que las concepciones de la naturaleza son construidas socialmente de acuerdo con determinaciones culturales e históricas (Descola, 2001; Ellen, 2001) y que cada sociedad crea sus sistemas de valores, sus puntos de referencia, sus realidades (Jacorzynski, 2004).

Desde la sociología se sugiere que los problemas ambientales siguen el mismo ciclo experimentado por los problemas sociales (Downs, 1972). En tal sentido, en los años 70 del siglo XX se sostenía que éstos no son estáticos y presentan una sucesión de

acontecimientos, la cual es variable ya que cada uno de ellos tiene su propia historia y se proponía un “modelo” de cuatro etapas para su análisis: 1) el intento de un grupo o grupos de afirmar la existencia de condiciones ofensivas, perjudiciales o indeseables y al hacer pública esta existencia estimular la controversia, además de situar el asunto en la esfera política; 2) el reconocimiento gubernamental de la legitimidad de la demanda y, por lo tanto, el establecimiento de mecanismos de solución; 3) el resurgimiento de la demanda por insatisfacción de los grupos con los mecanismos establecidos por las instituciones para la solución del problema; y 4) el rechazo del grupo a la falta de respuestas por las agencias o instituciones y con esto el desarrollo de alternativas, paralelas o contra las establecidas por aquéllas (Spector y Kitsuse, 1973).

Por otro lado, en los años 80 del siglo XX se sostenía que un problema socioambiental existe en relación a otros problemas, que son “empotrados” en un complejo sistema institucionalizado para su formulación y diseminación (Hilgartner y Bosk, 1988). Hilgartner y Bosk (1988) proponen un modelo de análisis en el que destacan seis elementos: 1) un proceso dinámico de competencia entre los miembros de una muy grande “población” de problemas sociales; 2) una arena institucional que sirve de “ambiente” donde los problemas compiten por atención y crecen; 3) la llamada “capacidad de carga” de la arena institucional, la cual limita el número de problemas que pueden ganar atención en un mismo tiempo; 4) los factores políticos, institucionales y culturales que influyen en la probabilidad de sobrevivencia de un problema; 5) los patrones de interacción entre las diferentes arenas, tal como la reacción y la sinergia; 6) las redes de operación que promueven y sostienen el control de problemas particulares y cuyos canales de comunicación entrecruzan las diferentes arenas.

En tal sentido, los enfoques del constructivismo amplían la comprensión de las respuestas de los actores locales a la contaminación y pueden ser utilizados para examinar el significado que tienen los desastres para los residentes de una comunidad, de tal forma que la construcción social de los problemas de contaminación locales se refleje en las actividades de los funcionarios gubernamentales (Aronoff y Gunter, 1992). Existen otros factores como los ideológicos y políticos que se hacen presentes en la construcción social de los problemas ambientales y esto explica por qué las sociedades no siempre seleccionan los riesgos que pueden ocasionarles más daño. Así, un grupo social puede estar interesado en promover la *aparición o desaparición* en el contexto social de un problema ambiental (Hannigan, 1995; Lezama, 2004).

En la argumentación anterior no se menciona el papel que tiene la cuantificación física del problema ambiental; sin embargo, es necesario recordar que la perspectiva constructivista no niega la existencia física y química del problema ambiental; al contrario, se apoya en ella. Empero parte del hecho de que el no considerar la dimensión social de los problemas ambientales impide a su vez una visión integral de éstos y, por lo tanto, se termina proponiendo *recetas* técnicas para la solución de los mismos (Hannigan, 1995; Lezama, 2004).

Lo expuesto antes vislumbra que el abordaje de los problemas ambientales es un asunto complejo que requiere del concurso de un variado número de elementos para reconocerlos y solucionarlos. En los años 90 del siglo XX ya es considerada la cuantificación física como factor importante en el proceso de construcción social de un problema ambiental. Así, se menciona que son seis factores los necesarios para la

construcción social de un problema ambiental: 1) debe tener autoridad científica para la validación de la demanda, es virtualmente imposible para una condición ambiental “transformarse” en un problema sin la confirmación de datos que provienen regularmente de las ciencias físicas o naturales; 2) es necesario tener uno o varios “popularizadores” científicos que puedan tender puentes entre el ambientalismo y la ciencia; 3) un prospecto de problema ambiental debe recibir atención de los medios de comunicación en la que la demanda relevante es “enmarcada” como real e importante; 4) el problema ambiental debe ser dramatizado en términos muy simbólicos y visuales; 5) deben existir incentivos económicos para tomar medidas sobre un problema ambiental; y 6) para un prospecto de problema ambiental debería haber una agencia institucional que asegure la legitimidad y continuidad del mismo (Hannigan, 1995).

De modo que en este trabajo se consideran *problemas ambientales reales y potenciales*. Existen problemas ambientales, sobre todo los de carácter global, de los cuales se tiene evidencia científica y que son reconocidos como tales, a éstos aquí se les denomina *problemas ambientales reales*; sin embargo, en éstos también se engloban aquéllos que, a pesar de no haberse demostrado con anterioridad su existencia física mediante la ciencia, son reconocidos socialmente. Así, aquí se considera que los *problemas ambientales potenciales* son aquéllos que, con evidencia científica o sin ésta, no han sido reconocidos socialmente o que están en vías de ser reconocidos como tales.

En este sentido, *un problema puede tener una existencia física, pero si no es socialmente percibido y asumido como tal, termina siendo socialmente irrelevante,*

entonces, *los valores, las normas y los símbolos sociales aparecen como factores constitutivos de la problemática ambiental* (Lezama, 2004:15). Esto permite decir que el abordaje de los problemas ambientales es un asunto complejo que requiere del concurso de un variado número de elementos para, en principio, reconocerlos y solucionarlos.

En los párrafos anteriores se busca enfatizar que son diversos los elementos que deben considerarse, según sea el caso, en la construcción social y en la percepción de los problemas ambientales. En lo que sigue, se cuantifican y analizan los problemas ambientales presentes en la cuenca estudiada.

### ***5.1.- Problemas ambientales potenciales en la cuenca del Río Valles***

En este apartado se analizan los actuales problemas ambientales en la cuenca estudiada, considerados como potenciales toda vez que aquí se cuantifican pero que en buena medida, como se detalla adelante, no son reconocidos socialmente. Los problemas ambientales han evolucionado, siguen manifestándose los problemas ocasionados por la sequía pero ya están emergiendo otros relacionados con la deforestación, con el acceso al agua potable y con el vertido de las aguas residuales sin tratamiento a los cuerpos de agua. Así, la problemática ambiental actual en la cuenca del Río Valles es causada principalmente por las actividades humanas como la agricultura intensiva y la agroindustria asociada a ella; por la falta de servicios públicos (agua potable y drenaje); y por la falta de recolección y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, tanto de origen doméstico como agroindustrial.

### **5.1.1. Las actividades agrícolas y los problemas ambientales actuales en la cuenca del Río Valles**

La subcuenca “Río El Salto” es la mayor de las subcuencas del Río Valles, cuenta con 1,238.63 km<sup>2</sup>. En esta subcuenca se realiza la actividad agrícola más importante de toda la cuenca del Río Valles tanto de riego y de temporal. En 1976, la agricultura de temporal ocupaba 15,343 ha se incrementó a 23,035 ha en el año 2000, es decir, un crecimiento de 7,691 ha. Esta superficie estaba cubierta de selva baja caducifolia y subcaducifolia y actualmente es ocupada mayoritariamente por el cultivo de la caña de azúcar, el cual ha sido incentivado por la instalación y operación de los ingenios azucareros.

#### **Foto 1. Cultivo de caña de azúcar, Ejido La Mutua, parte alta de la cuenca del Río Valles**



Foto: Germán Santacruz. Octubre, 2006

En la subcuenca “Río El Salto” se encuentran dos de los cuatro ingenios azucareros con que cuenta el estado de San Luis Potosí. La superficie de caña ocupa los llamados valles intermontanos, en los que se ubican los suelos con la mejores características para la producción agrícola (Fotos 1 y 2).

**Foto 2. Cultivo de caña de azúcar, Ejido El Gritadero, parte baja de la cuenca del Río Valles**



Foto: Germán Santacruz. Octubre, 2006

La subcuenca “Río Los Gatos” tiene una extensión de 675.9 km<sup>2</sup>. En ésta la superficie agrícola de temporal creció en 17,760 ha y la que corresponde a pastizales inducidos y cultivados se incrementó en 1,307 ha; sin embargo, la superficie agrícola bajo riego tuvo un incremento de 207 ha. Lo anterior provocó la disminución de la superficie con selva baja caducifolia y subcaducifolia; así, en los últimos 24 años se han perdido 19,563 ha de selva, localizadas principalmente en los llamados valles intermontanos.

La subcuenca “Río Mesillas” tiene una superficie de 768.45 km<sup>2</sup>, su superficie bajo agricultura de temporal ha crecido en 5,765 ha en 24 años; por otro lado, en el mismo período se ha dado un incremento de 11,431 ha en la superficie con pastizales inducidos y cultivados. La superficie “ganada” por la agricultura de temporal y por los pastizales inducidos y cultivados estaba cubierta con vegetación originaria que se constituía principalmente de selva caducifolia y subcaducifolia, de éstas se han perdido 17,397 ha en 24 años, aproximadamente. En esta subcuenca se construyó la Presa La Lajilla<sup>51</sup> cuya finalidad era almacenar agua para el riego de pastizales inducidos y cultivados; actualmente esta presa es “operada” por los ejidatarios de Laguna del Mante, los cuales han cedido parte del volumen de agua concesionado a una empresa agrícola que cultiva cítricos.

Aguas abajo de la cortina de la presa “La Lajilla” (Foto 3) ya no escurre agua por el arroyo principal, lo que genera dos potenciales problemas: 1) efectos ambientales, es decir, efectos en la fauna acuática al no considerarse un caudal ecológico; la decisión de dejar escurrir agua después de la cortina está en manos, según la CNA, de los ejidatarios de Laguna del Mante. 2) Las localidades asentadas aguas abajo de la cortina de la presa y en las inmediaciones de la corriente principal dejan de tener agua para satisfacer sus necesidades básicas tanto en período de lluvias como en estiaje.

---

<sup>51</sup> Véase: Kasuski, S. 1970. “Estudio Agrológico detallado del Proyecto de Riego “Las Lajillas”. Mpio. De Ciudad Valles, S.L.P.” Dirección de Agrología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

**Foto 3. Obra de excedencias, Presa “La Lajilla”, subcuenca “Río Mesillas”**



Foto: Germán Santacruz. Octubre, 2006.

La subcuenca “Río Valles” es la que se ubica en la parte más baja de la cuenca del Río Valles, es la que conecta a la cuenca en estudio con la del Río Tampaón. Tiene una superficie de 515.31 km<sup>2</sup>. Debido a las condiciones edáficas la superficie agrícola se ha incrementado en 11,351 ha de 1976 a 2000; la agricultura de temporal abarca el 81.53% de esta superficie. En 24 años se han perdido 12,043 ha de superficie cubierta de selva. En esta subcuenca es en donde se localiza la mayor zona urbana de la cuenca, que creció en 1,163 ha; este incremento se concentra en la localidad de Ciudad Valles.

Aquí se ha demostrado que la superficie agrícola ha crecido invadiendo la superficie de selva baja caducifolia y subcaducifolia. Además de tener efectos en la disponibilidad hídrica, esto ha provocado la pérdida de suelo fértil y problemas de contaminación de

cuerpos de agua por la descarga a éstos de escorrentía fluvial con agroquímicos<sup>52</sup>. Esta situación causa problemas potenciales en dos sentidos: por un lado, se tiene un proceso de deforestación, que hasta el momento parece ser irreversible, que genera alteraciones al ciclo hidrológico local e incrementa los procesos de erosión hídrica. Es importante recordar que la actividad agrícola, de temporal o de riego, incentivada por las políticas agrícolas ha sido el origen de estos potenciales problemas ambientales.

Vale recordar que la actividad agrícola en la cuenca del Río Valles se basa principalmente en el cultivo de la caña de azúcar, que éste se realiza bajo condiciones de temporal o de riego; aunque en algunas zonas de la cuenca existen áreas en las que predominan los pastizales inducidos y cultivados. Del mismo modo, numerosos documentos<sup>53</sup> históricos demuestran que el cultivo de la caña de azúcar ya se practicaba desde las últimas décadas del siglo XIX en la zona en donde se localiza la cuenca; sin embargo, este tipo de producción ocupaba pequeñas superficies y su procesamiento era artesanal. A partir de la década de los años sesentas del siglo XX

---

<sup>52</sup> “...aquí los cañeros no se esperan a que se presente la plaga, aquí están tirando sistemáticamente, sobre todo herbicidas; el herbicida es el que más emplea, es un herbicida selectivo... no hay control... Aquí cada quien aplica cuando quiere, donde quiere... En algunos casos los cañeros hacen mutis, en otros casos se enojan cuando a veces uno dice bueno aquí está pasando esto y se molestan con uno. En lo personal a mí me han reclamado, me han dicho como dando a entender que soy un exagerado y les digo ustedes tienen las estadísticas chequen cuántas toneladas tiran no sólo en Valles, tomen en cuenta también en el Naranjo y vayan a los hospitales y es alarmante la cuestión del cáncer, yo no los estoy culpando a ustedes como responsables, pero un estudio puede llegar a la conclusión de que allí nadie ha tocado el punto, hay muchísimo cáncer en la zona, cáncer de todo, parejo... Muchas de las cosas apuntan a la fuerte contaminación por agroquímicos y no se le ha puesto atención... Los ingenios buscan romper record siempre y cuando lo logran hacen algarabía. Pues sí, pero a veces es preferible sacrificar esa producción en aras de tener un mejor ambiente y eso, desafortunadamente, no se asimila aún. O sea, queremos siempre más producción para tener más billete, pero para quién, hacer cambiar esa mentalidad cuesta conflictos... A veces el pesticida se tiraba sin necesidad pero era cuestión de que aquí te lo tenías que gastar, porque había que comprar más, había ya contratos con empresas proveedoras de los agroquímicos, entonces se necesitara o no se necesitara tú tíralo... ”. Entrevista con Alejandro Aguilar Fernández, Coordinador del Espacio Cultural del Agua. Ciudad Valles, Octubre de 2006.

<sup>53</sup> Véase: Expedientes 59754, Caja 4512 y 59643, Caja 4504. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.

comienza a cobrar forma el boom cañero en la cuenca, incentivado, como ocurrió en otras zonas de México, por la política agrícola<sup>54</sup> del Estado mexicano.

En resumen, en la cuenca del Río Valles se ha ampliado la frontera agrícola y actualmente ocupa los valles intermontanos que años atrás alojaban a la selva baja caducifolia y subcaducifolia, cuya superficie se ha reducido en 52,838 ha en los últimos treinta años. Con fines comparativos, aunque esto fue realizado en el Capítulo II, puede verse que el suelo superficial en América Latina y el Caribe está siendo dañado por la erosión y la pérdida de nutrientes, salinización (notable en Argentina, Brasil, Chile, Cuba, México y Perú) y por la contaminación agroquímica. La desertificación afecta a 313 millones de hectáreas, causando pérdidas que ascienden a 2,000 millones de dólares estadounidenses anualmente. La región perdió casi 47 millones de hectáreas de bosques entre 1990 y 2000 (la segunda pérdida después de África). La tasa anual de cambio en la cobertura boscosa es -0.2% en el Caribe y -0.4% en Sudamérica; la América Central está perdiendo rápidamente sus bosques porque tiene una tasa de deforestación de -1.2%. El proceso de deforestación continúa por la conversión de los bosques naturales para usos agrícolas y habitacionales, la extracción maderera, la utilización de leña como fuente de energía (especialmente en América Central y Brasil) y los incendios forestales. Las selvas del trópico húmedo han estado sujetas a un rápido proceso de destrucción y fragmentación como resultado de las prácticas de manejo del suelo incompatible con la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales (Estrada y Coates, 2003).

---

<sup>54</sup> Véase: García (1997). La Agroindustria Azucarera de México frente a la apertura comercial. CIESTAAM-UACH-SAGAR-CYTCAÑA. Chapingo, México.

### **5.1.2. Servicios públicos y problemas ambientales actuales en la cuenca del Río Valles**

En las páginas anteriores fue demostrado que numerosas localidades carecen del servicio de agua potable o entubada a pesar de que existe una alta disponibilidad hídrica en la cuenca. La falta de agua potable es considerada, como ya se vio antes, como el principal problema ambiental a nivel planetario.

En el Capítulo III se detallaron las condiciones socioeconómicas de las localidades asentadas en la cuenca del Río Valles; sin embargo, vale la pena destacar que en la subcuenca “Río El Salto” el 53% de las viviendas carecen de servicio de recolección y tratamiento del agua residual. Por otro lado, de las 41 localidades con más de 10 viviendas que existían en el año 2000, sólo 6 contaban con servicio de recolección de aguas residuales domésticas; sin embargo, ninguna contaba con sistemas de tratamiento del agua servida, la cual se vierte en forma directa a los cuerpos de agua; ocasionando, como ya se mostró en el capítulo anterior, contaminación bacteriológica en las fuentes de agua dulce y, por lo tanto, disminución de la disponibilidad de agua para fines domésticos.

En la subcuenca “Río Los Gatos”, el 75% de sus 1,418 viviendas carecían del servicio de recolección de las aguas servidas; más aún, de las 16 localidades con más de 10 viviendas, sólo una contaba con el servicio de recolección de los residuos líquidos domésticos; pero ninguna localidad contaba con sistemas de tratamiento de aguas

residuales, por lo que éstas se vierten de manera cruda a los cuerpos de agua receptores.

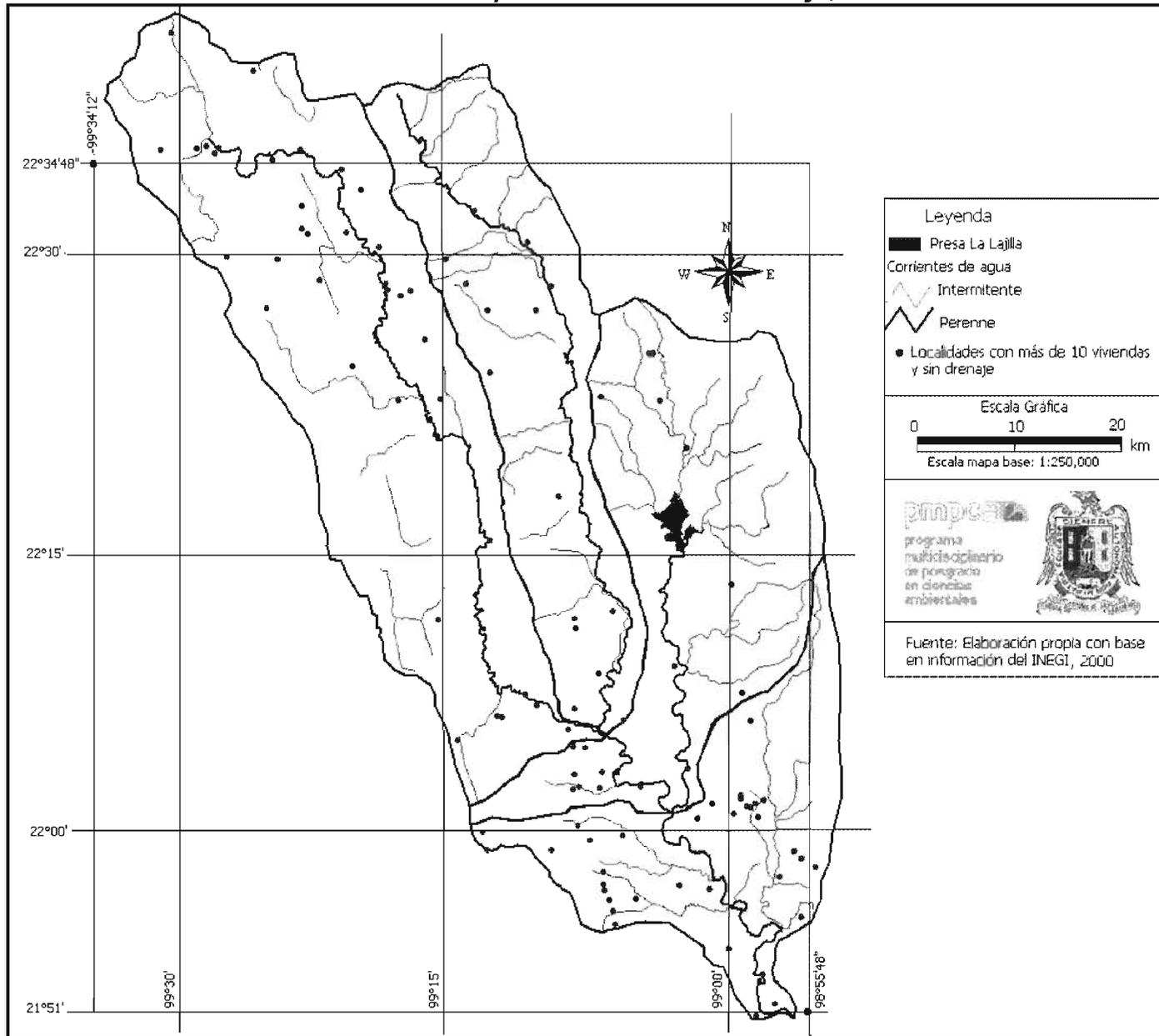
Sólo el 16% de las 1,351 viviendas que existían en la subcuenca “Río Mesillas” en el año 2000 contaban con servicio de recolección de los residuos líquidos domésticos; sin embargo, ninguna de las 17 localidades con más de 10 viviendas cumplía el límite establecido en esta investigación para considerar que tenían ese servicio.

La subcuenca “Río Valles” en sus 515.31 km<sup>2</sup> es la que concentra la mayor población humana y la mayor concentración urbana de la cuenca estudiada. En 2000, el número de habitantes era de 118,167 los cuales vivían en 28,758 viviendas y el 78.07% de éstas contaba con drenaje, lo anterior es una muestra de que la concentración urbana concentra también los mayores y “mejores” servicios. Sólo dos localidades contaban con el servicio de drenaje; sin embargo, sólo una de ellas, el principal centro urbano<sup>55</sup> de la cuenca, tenía el 91.25% de las viviendas ubicadas en localidades clasificadas como de más de 10 viviendas. Las 35 localidades restantes concentraban el 8.75% de las viviendas, ninguna de ellas contaba con sistema de recolección y tratamiento de agua residual doméstica.

---

<sup>55</sup> La localidad de Ciudad Valles es el principal centro urbano de la cuenca del Río Valles, ésta genera una serie de problemas ambientales los cuales se detallarán más adelante.

Figura 13. Localidades con más de 10 viviendas que no cuentan con drenaje, subcuencas del Río Valles, año 2000



La carencia del servicio de recolección y tratamiento del agua residual doméstica y agroindustrial, trae problemas ambientales asociados; por un lado, trae consigo la contaminación de los cuerpos de agua en los cuales son vertidos y provoca la presencia de enfermedades gastrointestinales. Así, la falta de sistemas de saneamiento, aunque en general se desconocen los volúmenes de aguas residuales, está provocando, en términos de calidad, disminución de la disponibilidad de agua para fines domésticos. Por ejemplo, la localidad de Ciudad Valles, cabecera municipal del municipio del mismo nombre, que extrae de manera sistemática agua del Río Valles desde la década de los años veinte del siglo XX cuando tenía 10,000 habitantes<sup>56</sup>, cuenta con una red de drenaje y con una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, sin embargo, al mismo río retornan 8.8 Mm<sup>3</sup>/año de agua residual, ocasionado impactos al ambiente y a la salud humana<sup>57</sup> aguas abajo del punto de vertido.

En adición a lo anterior, de las 112 localidades con más de 10 viviendas asentadas en la cuenca ninguna cuenta con sistema de disposición y tratamiento de sus residuos sólidos, éstos son quemados o se depositan en tiraderos a cielo abierto. Destaca el caso de la localidad de Ciudad Valles, que genera grandes volúmenes de residuos

---

<sup>56</sup> El 27 de febrero de 1922<sup>56</sup> el Sr. Trinidad Fernández de Jáuregui solicita a la Secretaría de Agricultura y Fomento concesión para utilizar las aguas del Río Valles en usos públicos, argumenta que: "...teniendo suma urgencia la población de Valles, del uso para servicios públicos y de baño del agua del Río de Valles". Expediente 650, Caja 9424, Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.

<sup>57</sup> Edgar Rico, habitante de la localidad El Pujal, la cual se localiza en la parte final de la cuenca y en la margen izquierda del Río Valles, sostiene que "no se bebe agua del río, sólo se usa para el lavado de ropa, trastes y para bañarse porque trae contaminación de arriba y del Hospital". Este mismo argumento es el que da el Sr. Alfredo Mateo habitante de la misma localidad. Entrevista efectuada el 7 de octubre de 2006.

sólidos municipales para ser depositados sin ningún control en un tiradero<sup>58</sup> a cielo abierto (Foto 4).

**Foto 4. Tiradero a cielo abierto de la zona urbana de Ciudad Valles, parte baja de la cuenca del Río Valles**



Foto: Germán Santacruz. Octubre, 2006.

### **5.1.3. Los problemas ambientales reales, la percepción rural- urbano en la cuenca del Río Valles**

Los problemas ambientales son considerados de orden global, regional y local; existen dos visiones sobre éstos, una que impulsan los países desarrollados; y otra la que

---

<sup>58</sup> En tal sentido, se menciona que el relleno sanitario que necesita Ciudad Valles costará cinco millones de dólares. El Mañana de Valles, 8 de octubre de 2006.

tienen los países del llamado Tercer Mundo que, en la mayoría de los casos, tienen percepciones distorsionadas de la problemática ambiental que se tiene en los primeros.

En América Latina, durante el período de la Conquista se inició la introducción de diferentes formas de explotación de los bosques, el suelo y el agua; un gran número de éstas no consideraban su buen uso y conservación. Así, se buscó extraer la mayor cantidad de recursos (oro y plata) para la Corona Española. A estas actividades se fueron incorporando actividades agrícolas y ganaderas. Los sistemas agrícolas y la idea de contar con suelos ilimitados se convirtieron en factores para el establecimiento de métodos culturales que impactaban considerablemente al suelo (Aguilar-Robledo, 1993, 2000, 2001, 2004; Gligo, 1992). La conquista española de las tierras americanas es un evento crucial en la discusión sobre las modificaciones ambientales antes y después de la llegada de los españoles; sin embargo, de acuerdo a lo visto antes, aún no se puede hablar de problemas ambientales (Hannigan, 1997; Lezama, 2004).

Los problemas ambientales que se presentan en América Latina están siendo considerados como tales desde hace más de cuatro décadas. Antes, se consideraba que el aumento de la población humana del planeta, pero sobre todo su concentración en los centros urbanos; el derrame de petróleo en los océanos y las emisiones de dióxido de carbono, constituían en los inicios de la década de los setenta del siglo XX las principales amenazas al bienestar del ser humano. En la década siguiente, la percepción de los problemas ambientales se amplía y ya se consideran como tales al llamado efecto invernadero, la contaminación del mar, la deforestación, la pérdida de la biodiversidad y la lluvia ácida; se discutía, además, el cambio climático global, el

adelgazamiento de la capa de ozono, los residuos tóxicos, la contaminación del agua superficial y subterránea, la disponibilidad de agua dulce, la degradación ambiental de los países en desarrollo, la pérdida del suelo y la desertificación (Castro, 2000; Rodríguez y Espinoza, 2003).

A pesar de lo expuesto antes, los problemas ambientales contemporáneos forman parte de una crisis más amplia, que carece de precedentes en la historia de la especie humana. La crisis ambiental actual tiene un alcance global, afecta a todas las modalidades contemporáneas de relación de los humanos con el mundo natural y se desarrolla con intensidad creciente; por ello, es necesario ir más allá de la tendencia, hoy dominante de considerar a la biosfera como un mero contexto para el desarrollo de relaciones económicas y políticas entre las sociedades humanas (Castro, 2000).

Actualmente, hay que destacar dos fenómenos importantes que acrecientan los problemas ambientales. Por un lado, el *incremento de la población* o, más bien, la concentración de ésta en centros urbanos y su desigual distribución geográfica; por otro, *el capitalismo como economía dominante* que, conjuntamente con el nivel tecnológico, han tenido repercusiones dramáticas a nivel ambiental. Ambos fenómenos han llegado a generar paisajes tan antropizados que es cada vez más difícil reconocer lo natural e incluso han puesto en riesgo la misma supervivencia de la humanidad (Meléndez, 2002).

Así, la llamada “crisis ecológica” se caracteriza por un crecimiento económico que tiene como característica la acumulación de capital motivada por los patrones tecnológicos y

los modelos de consumo (estilos de vida), sustentados en una apropiación desigual y destructiva de la naturaleza (Montes y Leff, 2000).

Sin embargo, los esfuerzos por percibir y entender los problemas ambientales han hecho que el ser humano busque comprender cuál es el tipo de relación entre él y el ambiente. Al admitirse que toda actividad humana, económica y sociocultural tiene lugar en un contexto biofísico y que interfiere en él, se hace necesario transformar la calidad e intensidad de esas relaciones (Negrao, 2002)

Por otro lado, es necesario tener presente que las transformaciones ambientales son las que dan origen a la problemática ambiental. Éstas dependen de la capacidad o incapacidad del ser humano para establecer relaciones tecnobiológicas que reemplacen la homeóstasis de los ecosistemas naturales (Maya, 1996).

En ese mismo sentido, la dinámica de los ecosistemas es diferente a la de los sistemas sociales. A lo largo de la historia aquéllos se han visto perturbados, de manera progresiva, por el *reciente* poder antrópico de los seres humanos. Lo que queda claro es que éstos interfieren en los ecosistemas propiciando cambios bruscos, en cortos espacios de tiempo en comparación con las tendencias evolutivas conformadas a lo largo de muchísimos años (González, 2000).

Así, la percepción y prioridad de los problemas ambientales en América Latina y el Caribe han evolucionado en forma sustantiva en la última década. En particular, como consecuencia de la agudización de sus impactos en la calidad de vida de los habitantes

de la región y en la integridad de su patrimonio natural, así como de la mayor prioridad que las amenazas ambientales han llegado a ocupar en la agenda global. Algunos de esos problemas eran conocidos de tiempo atrás pero se han agravado -como se registra en los casos de la deforestación, el declive de la biodiversidad, el agotamiento y contaminación del agua, la pérdida de los suelos y el deterioro ambiental de los centros urbanos (Mondeja, 2003; Rodríguez, y Espinoza, 2002).

El deterioro ambiental en América Latina y el Caribe ha empeorado en los pasados 30 años, pero, sobre todo, ha empeorado el impacto que éste tiene sobre la población regional. El número de personas que vivían en la pobreza era 225 millones en 2003, casi 44% de la población total. Además, América Latina y el Caribe son las regiones con la mayor inequidad de ingreso en el mundo (GEO ALC, 2003).

A pesar de la existencia de estos problemas ambientales (globales o regionales) no existe un discurso ambiental unificado (Montes y Leff, 2000). Más bien, como ya se mencionó al inicio de este apartado, existía (o existe) una visión en función de los diferentes intereses y preocupaciones, de los países industrializados que, en buena medida, se contraponen a la de los países del Tercer Mundo. Los primeros asumen una perspectiva conservacionista; impulsan la idea de remediación de la contaminación, proponen el control demográfico y, sobre todo, el modelo económico y tecnológico desarrollado por ellos (Montes y Leff, 2000; Gallopin, 2000; Gutman, 2000).

Por otro lado, al abordar la temática ambiental es necesario reconocer la diversidad de condiciones y problemas que actualmente enfrenta América Latina y el Caribe. Los

países que la componen tienen territorios, poblaciones, economías y ecosistemas de una gran diversidad, lo cual hace que los retos ambientales adquieran tonalidades y dimensiones diferentes entre los distintos países o subregiones.

Aquí se destaca que América Latina enfrenta graves problemas ambientales y dentro de éstos está, por un lado, la disponibilidad de agua y los problemas asociados a su uso y, por otro, los asociados a la inaccesibilidad al líquido, en la cantidad y calidad necesarias para la realización de las actividades humanas. Así, se habla de una crisis del agua a nivel planetario que, como se vio antes, es puesta en duda por diversos científicos e investigadores.

En la cuenca del Río Valles, principalmente en las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles”, los mayores volúmenes de agua se emplean en la agricultura para el riego de la caña de azúcar; en el sector agroindustrial, para el procesamiento de la caña de azúcar, fundamentalmente en tres ingenios; y para uso público-urbano, principalmente las zonas urbanas de El Naranjo y Ciudad Valles.

Así, los problemas ambientales, aunque no todos, están asociados a estos usos del agua; sin embargo, antes ya se demostró que la cuenca del Río Valles enfrenta un proceso de deforestación, principalmente en los valles intermontanos, provocado por el crecimiento de la frontera agrícola debido al incremento de la superficie agrícola del cultivo de la caña de azúcar. En tal sentido, la cuenca ha perdido, en el período de 1970 al año 2000, 545.15 km<sup>2</sup> (54,515 ha) que representan el 17.04 % de la superficie total de la cuenca y el 28.6 % de la superficie de selva que se tenía en 1970. El cultivo de la

caña de azúcar, aunque aquí no se documenta de manera cuantitativa, implica el uso de agroquímicos; se verá más adelante que según algunos líderes de opinión en la cuenca que participan en el comité de cuenca del Río Valles, este uso está provocando contaminación en el Río Valles y, por lo tanto, es percibido como un problema ambiental.

Por otro lado, se ha demostrado que existen problemas ambientales asociados a la falta de servicios públicos como el drenaje y el agua potable. En general, ninguna de las localidades asentadas en la cuenca cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales y existen localidades que aún no cuentan con sistema de drenaje colectivo. En general, los desechos líquidos generados por los habitantes de estas localidades se vierten de manera directa a los cuerpos de agua que, en la mayoría de los casos, sirven de fuente de agua para uso doméstico de localidades asentadas aguas abajo del punto de vertido. Se demostró que el agua del Río Valles, en diferentes puntos, está contaminada por agentes bacteriológicos, químicos y físicos, que rebasan los límites establecidos en la normativa ambiental y de salud para emplear a este cuerpo de agua como fuente segura de suministro de agua para uso doméstico.

En general, los problemas enunciados en los párrafos anteriores son los que se han detectado y cuantificado aquí. Pero, cada vez más la problemática ambiental local, y con ello la disponibilidad hídrica, está cobrando atención de diversos sectores sociales. En tal sentido, pulsar la percepción de los directamente impactados por la problemática ambiental cobra relevancia. Así, ¿cuál es la percepción urbano-rural en torno a la disponibilidad hídrica y a la problemática ambiental en la cuenca del Río Valles?

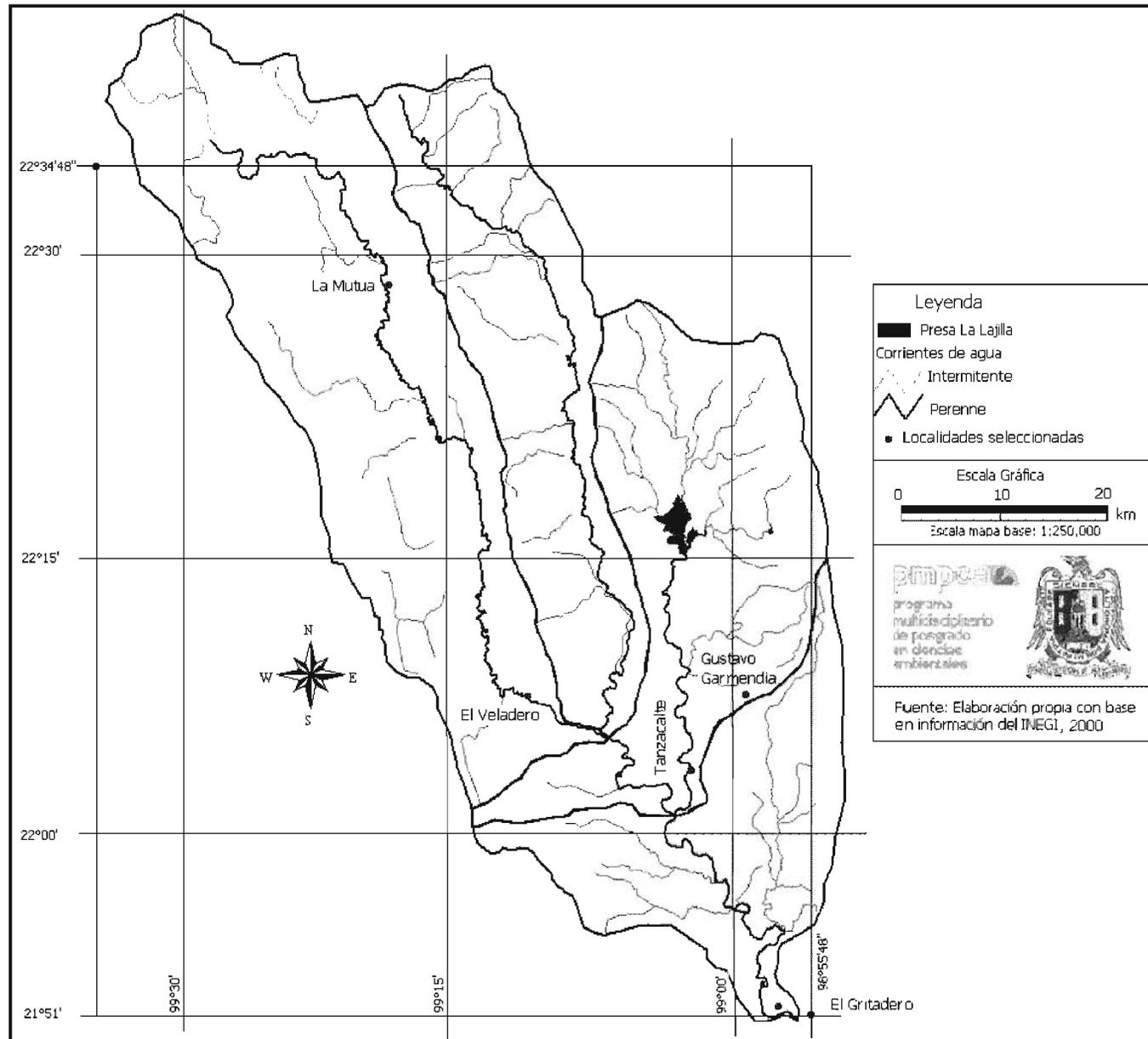
### **5.1.3.1. La percepción de la problemática ambiental en algunas localidades rurales de la cuenca del Río Valles**

#### **5.1.3.1.1. La percepción en torno a la disponibilidad hídrica**

Para dar respuesta a una parte de la pregunta anterior fue necesario conocer y localizar espacialmente mediante un sistema de información geográfica las localidades rurales que en el año 2000 no contaban con sistemas de agua entubada, de ese universo se seleccionaron localidades de acuerdo a los siguientes criterios: 1) la localidad debía tener más de 10 viviendas; 2) no debía contar con red de drenaje; y 3) debería haber cuando menos una localidad por cada zona de la cuenca, es decir en la parte baja, media y alta de la cuenca.

Se seleccionaron 5 localidades (Figura 16) donde se aplicó una encuesta que recaba información sobre la localidad y sobre el encuestado (género, ocupación, nivel de estudios, número de integrantes del grupo familiar, etc.); e identifica, por otro lado, problemas asociados a la disponibilidad del agua y, en general, a la problemática ambiental. Estas 5 localidades, a pesar de estar distribuidas espacialmente en la cuenca, no representan estadísticamente la percepción general de la problemática ambiental. Solo es una ilustración del abanico de percepciones, con una eventual diferenciación de acuerdo con la posición geográfica en la que se vive. Es conveniente mencionar que todas las localidades seleccionadas ya contaban con una red de suministro de agua entubada al momento de realizar la encuesta.

**Figura 14. Localidades seleccionadas para la aplicación de la encuesta en la cuenca del Río Valles**



### ***a) Percepción en torno al uso doméstico del agua***

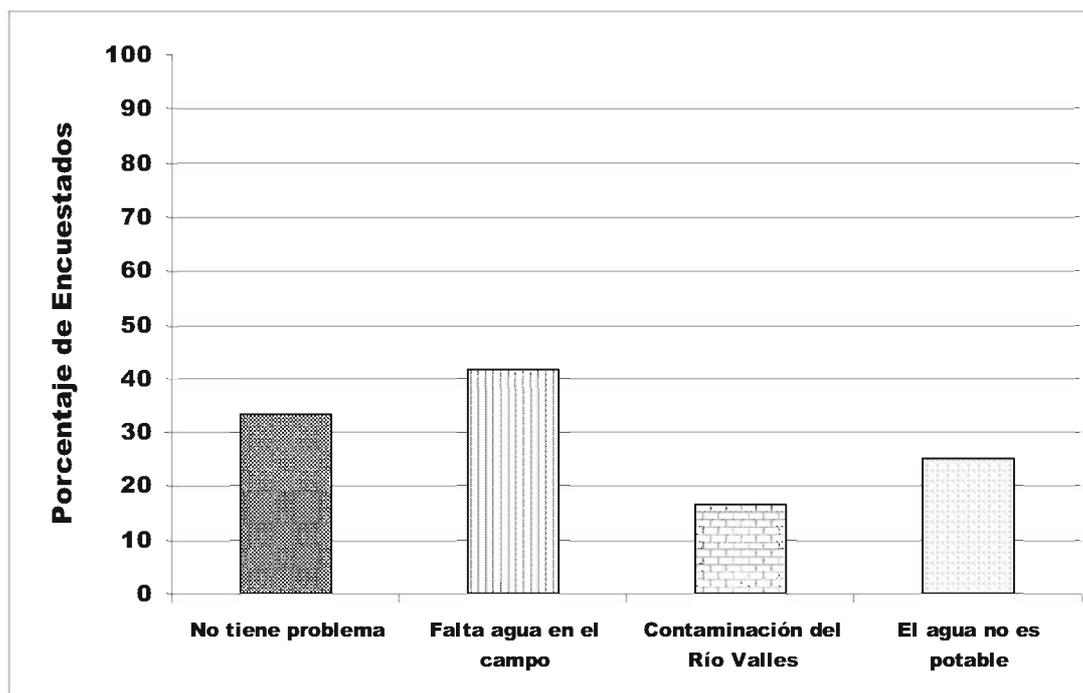
#### ***El Gritadero, Municipio de Ciudad Valles***

La localidad El Gritadero se localiza en la margen izquierda del Río Valles, muy próxima a la convergencia de éste con el Río Tropaón; partiendo de El Pujal, el acceso a ella consiste en un camino de terracería de aproximadamente 3 km. En el año 2000 contaba con 27 viviendas y 121 habitantes; la población económicamente activa (PEA) estaba conformada por el 27.3% de la población total y el 78.8% de la PEA desarrollaba actividades en el sector primario.

Se seleccionó el 44.4% de las viviendas para la aplicación de la encuesta; el 41.6% de los encuestados fueron mujeres, el 58.3% resultaron ser mayores de 50 años, el 33.3% no cuenta con estudios y el 50% cuenta con estudios a nivel primaria. De acuerdo con lo anterior, la localidad presenta un notable rezago educativo, sólo cuenta con una escuela primaria, de modo que los lugareños que quieran estudiar la secundaria u otro nivel superior tienen que desplazarse a El Pujal o a Ciudad Valles.

La preocupación de los encuestados en relación con la disponibilidad del agua es de dos tipos (Gráfica 19): por un lado está la disponibilidad de agua en sus viviendas y, por otro lado, la preocupación por la disponibilidad de agua en los campos agrícolas.

**Gráfica 19. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en El Gritadero, zona baja de la cuenca del Río Valles**



Fuente: Elaboración propia con resultados de la encuesta, 2006.

A pesar de que todas las viviendas contaban con agua entubada, sólo el 33.3% de los encuestados manifestó no tener problemas con la disponibilidad de agua; el 25% considera que el agua no es potable y el 16.6% considera que el Río Valles está contaminado. A pesar de su relativa cercanía al Río Valles en esta localidad se emplea agua subterránea para usos domésticos, la cual es suministrada mediante una red independiente y se extrae con un sistema de bombeo (Foto 5).

El agua subterránea suministrada es considerada como de buena calidad; sin embargo, el 100% de los encuestados respondió que no es adecuada para beberla. El 25% de los encuestados consume el agua cruda y ninguno de éstos manifestó padecer

enfermedades diarreicas asociadas al agua consumida; por otro lado, sólo 8.3% hierve el agua y el 33.3% la clora. Es notable que a pesar de que el agua que se usa en las viviendas es subterránea, la población no confía en que sea potable, en tal sentido el 33.3% manifestó beber agua de garrafón.

**Foto 5. Obra de captación y extracción de agua subterránea, El Gritadero, Ciudad Valles**

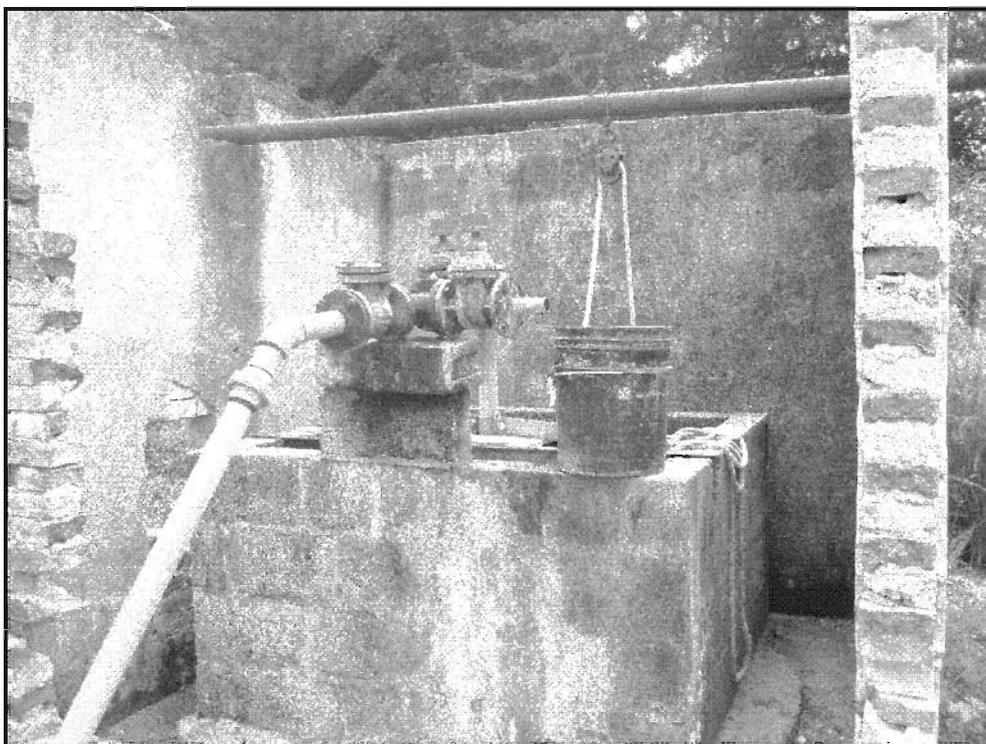


Foto: Germán Santacruz. Noviembre, 2006.

Por otro lado, el 91.6% de los encuestados considera que el agua se suministra en cantidades suficientes para cubrir las necesidades domésticas; sin embargo, el 75% considera que el principal problema es el tandeo del servicio y, a pesar de éste, el 100% considera que el pago de \$20 mensuales que realiza por el servicio es justo.

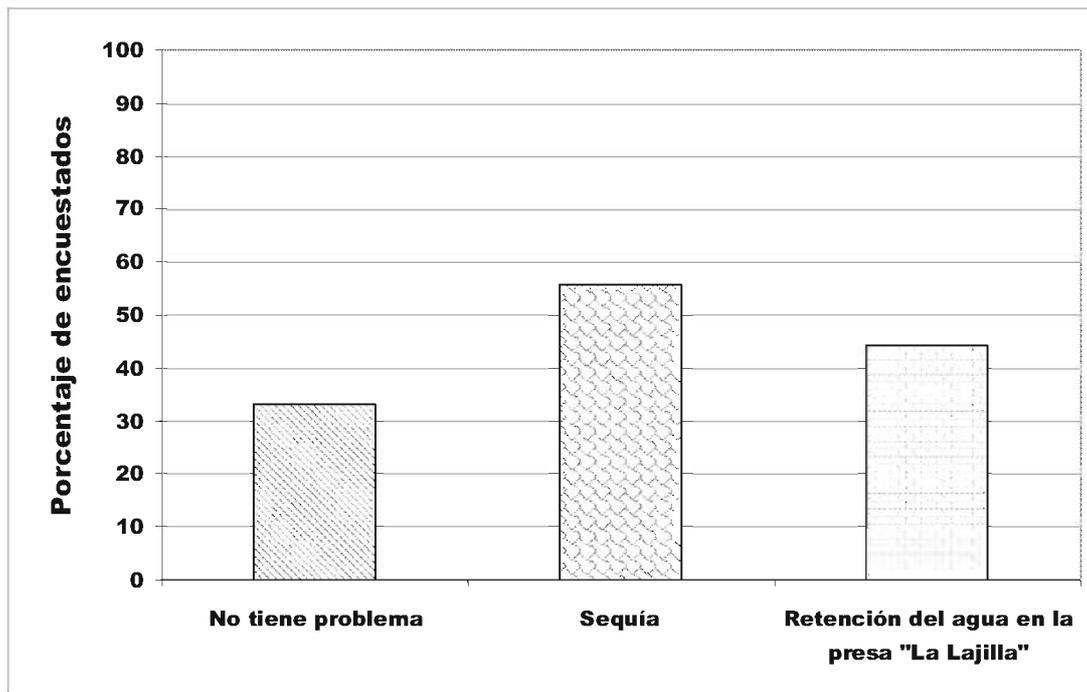
### ***Tanzacalte, Municipio de Ciudad Valles***

Tanzacalte se localiza al norte de la cabecera municipal del municipio de Ciudad Valles, su acceso es a través de un camino de terracería de aproximadamente 9 km desde la zona urbana de Ciudad Valles; Se ubica en la margen izquierda del cauce del Río Mesillas. En el 2000 contaba con 20 viviendas y con 82 habitantes; el 34.1% de ellos constituían la PEA y el 53.3% de ésta realizaba actividades en el sector primario.

Se seleccionó el 40% del total de viviendas para la aplicación de la encuesta; el 66.6% de los encuestados fueron mujeres, el 77.7% son mayores de 50 años, el 33.3% no tiene estudios y el 66.6% cuenta con estudios a nivel primaria.

La percepción de la disponibilidad hídrica en esta localidad con respecto a la anterior es notablemente diferente; el 33.3% de los encuestados manifestó no tener problema con la disponibilidad de agua (Gráfica 20). Por otro lado, el 44.4% considera que la falta de agua, tanto para uso doméstico como para uso agrícola se debe a la presencia de la presa La Lajilla ubicada aguas arriba de la localidad.

**Gráfica 20. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en Tanzacalte, cuenca media del Río Valles, 2006**



Fuente: Elaboración propia con resultados de la encuesta, 2006.

La presa La Lajilla es vista por varios habitantes de Tanzacalte como la causante de la falta de agua en su localidad. Esta presa tiene una capacidad de almacenamiento de 45 millones de m<sup>3</sup> de agua (Foto 6), los cuales se destinaban desde 1970 al riego de pastos<sup>59</sup> inducidos y cultivados. Actualmente la extracción de agua se hace mediante potentes equipos de bombeo (Foto 7) operados por los ejidatarios de Laguna del Mante, los cuales han cedido parte de su volumen de agua concesionado a una empresa agrícola que produce cítricos.

<sup>59</sup> Véase: Kasuski, S. 1970. "Estudio agrológico detallado del Proyecto de Riego "Las Lajillas", Mpio. de Ciudad Valles, S.L.P." Dirección de Agrología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Lo anterior provoca que las localidades asentadas aguas abajo de la cortina de la presa y en las inmediaciones de la corriente principal carezcan de agua para satisfacer sus necesidades básicas tanto en período de lluvias como en estiaje. Por otro lado, tal condición se puede hacer más crítica ya que existen voces<sup>60</sup> que manifiestan que: “...cuando se venga muy crítica la situación aquí para Valles, podríamos traer agua de la presa La Lajilla para uso urbano... se planteó un proyecto para entubar esa agua para en caso de emergencia ver la posibilidad de traerla por el cauce...es una posibilidad...son aguas nacionales, pero existe la concesión para el Ejido Laguna del Mante”.

**Foto 6. Vista del vaso de almacenamiento de la presa La Lajilla, municipio de Ciudad Valles**



Foto: Germán Santacruz, Octubre, 2006.

---

<sup>60</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles, 6 de Octubre de 2006.

**Foto 7. Caseta de bombeo en la presa La Lajilla, municipio de Ciudad Valles**

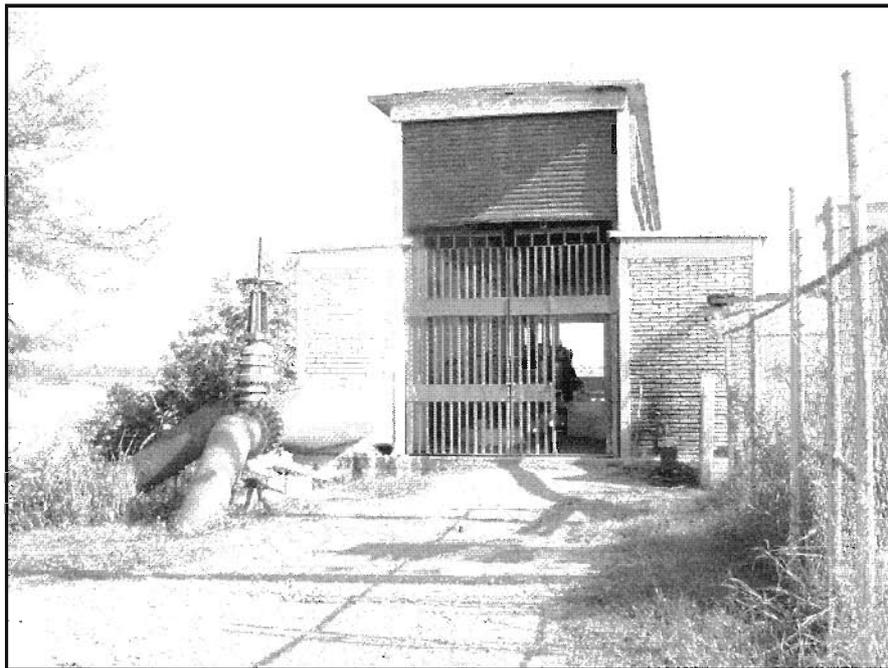


Foto: Germán Santacruz, Octubre, 2006.

La localidad de Tanzacalte cuenta con una red de agua entubada y mediante un sistema de almacenamiento y bombeo se extraen el poco caudal (Foto 8) que se capta en la porción de la cuenca ubicada aguas abajo de la presa y que, por otro lado, no son aprovechados por otras localidades.

El 100% de los encuestados manifestó que el agua no es adecuada para beber, sólo el 11.1% bebe el agua entubada, pero antes la hierven o la cloran y el 88.8% emplea agua de garrafón para beber. El 100% considera que el agua que se le suministra es suficiente para realizar sus actividades domésticas, aunque el 44.4% considera que el tandeo es el principal problema en el abasto de agua. A pesar de lo anterior, todos los encuestados manifestaron pagar por el servicio, pero el 11.2% considera que el pago (\$20 mensuales) es excesivo.

**Foto 8. Cauce del Río Mesillas próximo a la localidad Tanzacalte, municipio de Ciudad Valles**



Foto: Germán Santacruz. Octubre, 2006.

**Gustavo Garmendia (La Unión), municipio de Ciudad Valles**

La comunidad de Gustavo Garmendia se localiza a 14 km de Ciudad Valles, sobre la carretera que conecta a ésta con la localidad de Antiguo Morelos, Tamaulipas. Según el censo del año 2000 contaba con 115 viviendas y con 451 habitantes, el 30.5% de éstos constituían la PEA, el 50% de ésta realizaba actividades en el sector primario y el 40.5% lo hacía en el sector terciario, fundamentalmente en la zona urbana de Ciudad Valles.

Se seleccionaron 40 viviendas para aplicar la encuesta; el 76.3% de los encuestados fueron mujeres; el 36.8% no cuenta con estudios, el 44.7% únicamente tiene estudios a

nivel primaria y el resto cuenta con secundaria o bachillerato; así, el 63.2% cuenta con algún nivel de educación.

**Foto 9. Tinacos en el solar del Comisariado Ejidal de Gustavo Garmendía, municipio de Ciudad Valles**



Foto: Germán Santacruz, Octubre, 2006.

El 52.6% de los encuestados manifestó no tener problemas relacionados con la disponibilidad de agua. Aquí es importante mencionar que pocos días antes de realizar la encuesta fue inaugurado<sup>61</sup> el sistema de abasto de agua entubada en la localidad (Foto 9); los encuestados manifestaron que desde hace más de 33 años estaban

---

<sup>61</sup> En un comunicado del 23 de septiembre de 2006 del Gobierno del Estado de San Luis Potosí se destaca que fue inaugurado el sistema de agua potable después de más de 10 años de gestiones y se menciona que el alcalde de Ciudad Valles manifestó a los habitantes que “su sueño, se ha hecho realidad”. Véase: [http://www.slp.gob.mx/ver\\_noticia.cfm?id=5564](http://www.slp.gob.mx/ver_noticia.cfm?id=5564)

solicitando ese servicio. Este sistema está conectado a la red de agua de Ciudad Valles, es decir, fue necesario instalar más de 14 km de tubería de conducción.

A pesar de lo anterior, el 21% de los encuestados (Gráfica 21) manifestaron no tener agua entubada y manifiesta que el sistema de suministro no es el adecuado<sup>62</sup> porque en algunos casos no llegó hasta sus viviendas o; por otro lado, porque en el momento en el que se realizó la obra no contaban con los mil quinientos pesos que costaba la conexión a la red, es decir el costo de la obra fue compartido.

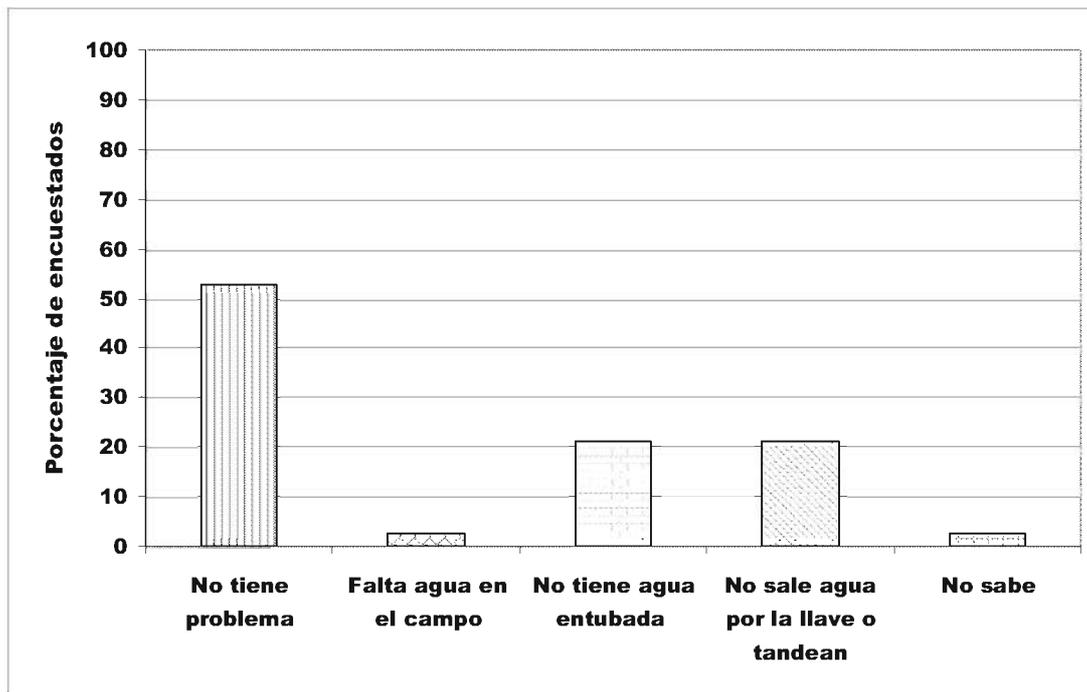
Por otro lado, el 21% de los encuestados, a pesar de que cuenta con agua entubada en su vivienda, manifestó que no sale agua de la llave y que tandeán el servicio; generalmente los encuestados hacen uso de pozos artesianos para abastecerse de agua.

El 68.42% de los encuestados considera que el agua entubada o la que se extrae de los pozos artesianos no es buena para beber, motivo por el cual el 94.7% manifestó que consume agua de garrafón. Sin embargo, el 89.4% considera que el agua es suficiente para realizar sus actividades domésticas, aunque el 57.84% manifestó que el tandeo es un problema en el suministro del agua entubada. Sólo el 92.59% de los que cuentan con agua entubada la pagan y el 76% de éstos consideran que el pago que realizan por el servicio es justo.

---

<sup>62</sup> En tal sentido, una de las encuestadas manifestó que el proyecto de agua entubada fue mal planeado y que su puesta en marcha se ha demorado excesivamente; sostiene que es mejor abastecerse mediante la extracción de agua subterránea que conectarse a la red de Ciudad Valles, ya que actualmente *“por la llave sale puro aire”*.

**Gráfica 21. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en Gustavo Garmendia, año 2006**



Fuente: Elaboración propia con resultados de la encuesta, 2006.

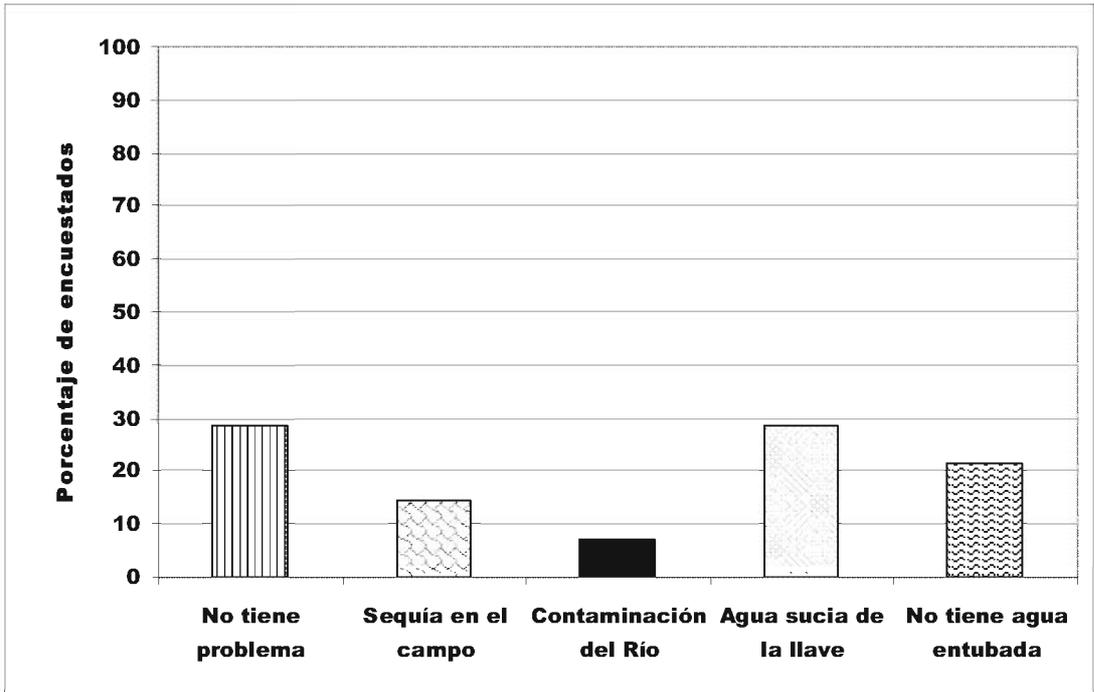
### ***El Veladero, Municipio de Ciudad Valles***

El Veladero se localiza a 24 km de Ciudad Valles y sobre la margen derecha del Río Valles, el centro de población está muy próximo al cauce del río; en el 2000 contaba con 30 viviendas y con 142 habitantes; la PEA estaba constituida por el 28.8% de éstos, sólo el 21.9% se dedicaba al sector primario y destaca que el 65.85% se dedicaba al sector secundario.

Se seleccionaron 14 viviendas para la aplicación de la encuestas; el 78.57% de los encuestados fueron mujeres; el 50% contaba con más de 40 pero menos de 50 años;

un porcentaje similar al anterior no contaba con estudios y el 42.8% únicamente contaba con estudios a nivel primaria. El 28.57% manifestó no tener problemas con la disponibilidad de agua y el 7.14% considera que la disponibilidad de agua en su localidad es afectada por la contaminación del Río Valles; sin embargo, el 71.4% considera que la contaminación del río se debe a las descargas de los ingenios azucareros ubicados aguas arriba de esta localidad. El 21.42% manifestó que no tiene agua entubada y consideran que ése es el principal problema con respecto a la disponibilidad hídrica; el 28.57% considera que a pesar de tener agua entubada ésta sale sucia de la llave (Gráfica 22).

**Gráfica 22. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en El Veladero, 2006**



Fuente: Elaboración propia.

La encuesta revela que el 78.57% de los encuestados cuentan con agua entubada y que la principal fuente de suministro es el Río Valles (Foto 10); el 85.14% considera que la cantidad de agua suministrada cubre los requerimientos de sus actividades domésticas y de aseo personal; el 100% considera que no tiene problemas con la dotación de agua en su domicilio; sin embargo, el 78.57% considera que el agua que se emplea en la casa no es buena para beber; en tal sentido, el 21.42% bebe el agua entubada tal como llega a su vivienda y el 71.42% compra agua embotellada para el cocinado de alimentos y para beber. El 100% de los encuestados que cuentan con el servicio de agua entubada manifestó que paga por el servicio y el 85.71% de éstos considera que ese pago es justo.

***Foto 10. Obra de captación para el suministro de agua en El Veladero***



Foto: Germán Santacruz. Noviembre, 2006.

### ***La Mutua, Municipio de El Naranjo***

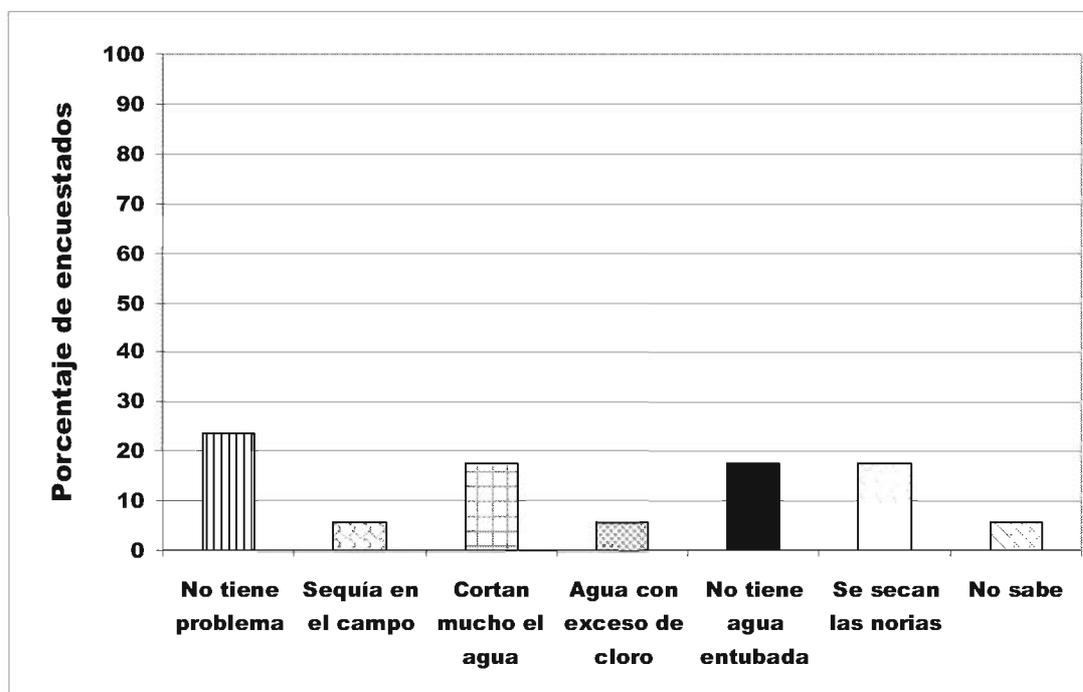
La Mutua se localiza en la parte alta de la cuenca, el centro poblacional se ubica sobre la margen izquierda del Río Valles y muy próximo al cauce principal de éste; se encuentra a 6 km al sur de la cabecera municipal de El Naranjo. En el 2000 contaba con 24 viviendas y con 103 habitantes; el 28.15% de éstos constituían la PEA, de la cual el 44.8% desarrollaba actividades en el sector primario y el 31.03% desarrollaba actividades en el sector terciario.

Del total de viviendas se seleccionaron el 70.83% para la aplicación de la encuesta; el 52.9% de los encuestados fueron mujeres, el 41.7% de los mismos no contaban con estudios y el 47.5% contaba con estudios a nivel primaria. En esta localidad se perciben diversos problemas asociados a la disponibilidad del agua (Gráfica 23); el 23.52% de los encuestados considera que no tiene problemas con la disponibilidad de agua; de los que cuentan con agua entubada, el 17.64% considera que existe demasiado tandeo en el servicio y el 5.88% considera que el agua entubada tiene exceso de cloro. Por otro lado, sólo 17.64% manifestó no contar con agua entubada y un porcentaje similar respondió que las norias se están secando.

La red de agua entubada en La Mutua está conectada a la red de agua de la cabecera municipal de El Naranjo, la cual, a su vez, es alimentada mediante agua extraída del Río Valles; eso a pesar de que la Mutua se encuentra próxima al cauce del río. Por otro lado, el 82% de los encuestados consideran que el agua suministrada es suficiente para realizar sus actividades domésticas y el 58.8% respondió que tiene problemas con el

suministro de agua ya que el servicio se hace mediante tandeos; el 82% manifestó que paga por el servicio de agua entubada y el 35.29% considera que este pago es injusto. Este último porcentaje resulta superior al que se presenta en las otras localidades debido a que los encuestados consideran que actualmente con la red de agua entubada pagan más que cuando hacían uso del agua de los pozos artesianos.

**Gráfica 23. Problemas asociados a la disponibilidad de agua en La Mutua, cuenca alta del Río Valles, 2006**



Fuente: Elaboración propia con resultados de la encuesta, 2006.

A pesar de que un alto porcentaje considera que el agua es suficiente para sus actividades domésticas, el 94.11% manifestó que el agua no es buena para beber y ese mismo porcentaje respondió que en su casa se emplea el agua embotellada. Lo anterior refleja que la población percibe que la calidad del agua entubada que se le suministra

no es adecuada para consumo humano, a pesar de que La Mutua se encuentra en la parte alta de la cuenca.

Como se vio anteriormente, la inversión pública para dotar de agua potable a las localidades es incipiente, el principal argumento esgrimido por las agencias gubernamentales encargadas del ramo es que no existe los recursos económicos para tal fin. Otro argumento, también esgrimido por las mismas agencias, es que la dispersión geográfica de las localidades. Puede decirse, sin temor a equivocarse, que esos argumentos son el primer paso para que los diferentes niveles de gobierno piensen en la conveniencia de la privatización del servicio de agua potable.

Por otro lado, puede verse que en la cuenca estudiada las localidades que no cuentan con el servicio, si quieren contar con él tienen que pagar una “cuota de instalación”, es decir se comparte el costo de instalación, tal situación se presentó recientemente, como ya se indicó, en la localidad Gustavo Garmendia, en la que sus habitantes tuvieron que pagar \$1,500 (mil quinientos pesos mexicanos) por vivienda; así, quien tenía esa cantidad se vio beneficiado con el servicio.

Es importante destacar que las localidades que ya cuentan con el servicio de agua entubada pagan entre \$30 y \$50 mensuales por éste; en general, todos los encuestados consideran que el pago es justo; sin embargo, el agua, primero, les llega mediante tandeo –lo cual resulta paradójico en una cuenca con alta disponibilidad hídrica-, segundo, no consideran, porque no lo es, que el agua suministrada es potable. Así, entre el 33.3% y 94.7% de los encuestados consume agua embotellada. En un

estudio realizado en la Huasteca Hidalguense se encontró que el 55% de los encuestados en diversos municipios emplean agua de garrafón para beber (Soares et al. 2006). Lo que demuestra que los encuestados no tienen confianza en la calidad del agua que reciben.

Como ya se vio, el agua embotellada es otra arista de la privatización del servicio de agua potable. Si se considera que una familia de cuatro personas consume dos garrafones de agua (aproximadamente 40 l) por semana y considerando que el precio por garrafón oscila entre 10 y 20 pesos, así, esta familia gasta entre 100 y 200 pesos al mes, esto da una clara idea de la magnitud del negocio.

En tal sentido, en un estudio realizado por Agustín de la Rosa se reporta que en San Luis Potosí se tiene una venta de 36 millones 500 mil garrafones de agua por año; lo que equivale a 730 mil metros cúbicos de agua al año. Según el mismo estudio el costo a quien tiene autorizado la explotación del agua es de 290 pesos por cada mil metros cúbicos de agua y esa tarifa se revisa cada tres meses. Así, el costo por litro es de apenas 29 cienmilésimas de peso, de modo que "en el caso de un garrafón de 20 litros, el costo que nos vende Ciel es de tres mil 447 veces mayor al costo que paga por el agua y el costo de un litro que nos vende Ciel es 24 mil 86 veces mayor a como se la vende Conagua"<sup>63</sup>.

En tal sentido, México ocupa la segunda posición en el ranking de consumo de agua embotellada, sólo es superado por Italia con 183 litros de agua embotellada por

---

<sup>63</sup> Véase: La Jornada de San Luis, sección Política y Sociedad. 11 de junio de 2007.

habitante por año (Rendón, 2006; Guillen, 2005). Para los europeos el consumo de agua embotellada es una nueva moda, porque el líquido que obtienen del grifo es de la misma calidad (Guillen, 2005). En el caso mexicano, se dice que es un proceso silencioso de privatización de un servicio que el gobierno federal está obligado a prestar y que, a pesar de considerar al agua como un elemento de seguridad nacional, ha permitido la incursión de empresas como Coca-Cola, PesiCo, Danone y Nestlé (Guillen, 2005).

En México se consumen 169 litros por habitante por año (Rendón, 2006), es decir, en total se consumen 16 millones 900 mil m<sup>3</sup> de agua embotellada; quizá la cifra no es nada alarmante, pero sí lo es lo jugoso del negocio, ya que si el litro de agua embotellada se vende a un dólar, las ventas anuales ascienden a *16 mil millones de dólares*<sup>64</sup> ¿En cuánto compran el agua de la red pública estas embotelladoras? ¿Por qué no se les incrementa, a ellas sí, el precio del agua? Entonces, la discusión sobre el precio del agua debería girar en torno a esta pregunta: ¿si la gente paga por el servicio de agua potable, acaso el gobierno no debería comprometerse a entregar un líquido de calidad potable y con esto dejar de fomentar el enriquecimiento de las embotelladoras? A modo de comparación, en España consumen 136 litros por persona por año de agua embotellada (4 millones 500 mil litros), lo que coloca a ese país como el sexto consumidor de agua en el planeta. En los Emiratos Árabes se consumen 163 litros por habitante por año; en Bélgica 148 litros; en Francia 141 litros; en Estados Unidos 90 litros (Rendón, 2006). En China se embotellaron 20,000 millones de litros de agua en el

---

<sup>64</sup> Recuérdese que México requiere de 3 mil millones dólares anuales para revertir el rezago en la infraestructura de agua potable y saneamiento

2002; al igual que en México, la cifra es alarmante, pero más el negocio que ascendió a 7 mil 500 millones de dólares, más aún cuando dos tercios de las principales ciudades chinas sufren con el abasto de agua (Kucharz, 2005).

### ***b) Percepción en torno al uso agrícola***

En la mayoría de las localidades, con excepción de Gustavo Garmendia, los encuestados realizan actividades en el sector primario, en general lo hacen en el sector agrícola, practicando la agricultura de temporal y con la caña de azúcar como cultivo predominante. El que realicen agricultura de temporal implica que la producción de caña está sujeta a la presencia o ausencia de precipitación pluvial.

De acuerdo con lo anterior, en El Gritadero el 41.6% de los encuestados considera que hace falta agua en el campo. En Tanzacalte el 55.5% considera que el principal problema que enfrentan es la sequía<sup>65</sup> la cual se asocia con los problemas de sequía que, en general, está afrontando la cuenca del Río Valles<sup>66</sup>. En Gustavo Garmendia el 2.63% considera que hace falta agua en el campo, recuérdese que un alto porcentaje de los encuestados de esta localidad se emplea en el sector terciario. En El Veladero el 14.28% considera que hace falta agua en los campos agrícolas y asocia esto a la sequía<sup>67</sup>. En La Mutua el 5.88% considera que existe sequía en el campo y que ella

---

<sup>65</sup> Sin embargo, el problema de sequía ya era percibido en la década de los 20's del siglo XX. Véase: Expediente 13805, Caja 894. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.

<sup>66</sup> En tal sentido, puede verse que la Unión Local de Cañeros de la Confederación Nacional Campesina solicita al Gobierno del Estado de San Luis Potosí declare a la región zona de desastre ya que debido a la **sequía** cientos de hectáreas cultivadas de caña se están perdiendo, (*El Mañana de Valles*, 10 de octubre de 2006).

<sup>67</sup> Véanse las declaraciones de los representantes de la Asociación Ecologista "Viva La Huasteca" que indican que "*la sequía para el próximo año será fatal porque no correrá agua por el Río Valles*" y sostienen que esta crisis se

ocasiona graves problemas a la producción agrícola; el 80% de los encuestados considera que llueve menos y un porcentaje similar considera que hace más calor; 26.6% considera que existen menos árboles y que ésta es la causa de que llueva menos y de que la temperatura se incremente.

De acuerdo con los encuestados de las cinco localidades la falta de agua es la limitante en la producción agrícola y manifiestan su deseo de poder regar; pero, por otro lado, indican que no cuentan con riego en las parcelas agrícolas por tres razones: 1) tienen el permiso para regar pero no cuentan con los recursos económicos para construir las obras de irrigación; 2) tienen las obras de irrigación pero no tienen para pagar quién riegue o no tienen el permiso (concesión) para usar el agua; y 3) no tienen el permiso y mucho menos los recursos económicos para construir las obras de irrigación. Por otro lado, los encuestados, que en general son ejidatarios, tienen claro porqué no pueden contar con la concesión de agua, cuando, según su dicho, los pequeños propietarios sí la obtienen porque representan un grupo con mayor poder económico y mejor organizado.

#### ***5.1.3.1.2. La percepción en localidades rurales en torno a la problemática ambiental en la cuenca del Río Valles***

En lo que se refiere a la problemática ambiental la encuesta revela que el 100% de los encuestados en El Gritadero no están conectados a una red de drenaje y el agua

---

ahondará porque los agricultores “no hacen caso y utilizan en forma criminal el agua, al sacar en grandes cantidades para el riego de sus cultivos”, (El Mañana de Valles, 008 de Octubre de 2006).Énfasis agregado.

residual doméstica y de aseo personal se descarga a letrinas; sin embargo, esto no es percibido por aquéllos como un problema ambiental. Por otro lado, el 91.6% percibe que existen problemas ambientales en su localidad. El 54.5% consideran que existen menos árboles y el 18.18% considera que la sequía es el principal problema y, en buena medida, lo asocian a la falta de árboles. El 27.27% percibe que el principal problema ambiental que enfrentan es la contaminación del Río Valles, a pesar de que la localidad no extrae agua de él para uso doméstico y; por otro lado, que no existe “contacto directo” de los habitantes de la localidad con el río.

En Tanzacalte no existe red de drenaje colectivo, por lo que todas las viviendas cuentan con letrinas en las que se deposita el agua residual doméstica. El 77.7% de los encuestados percibe que existen problemas ambientales en esta localidad y en general los asocian con la sequía; así, el 14.2% considera que existen menos árboles y el 100% percibe que llueve menos.

El 100% de las viviendas de Gustavo Garmendía cuentan con letrinas en las cuales se vierte el agua residual doméstica; esta localidad no cuenta con un sitio adecuado en donde depositar los residuos sólidos municipales y se queman o se tiran en lugares inapropiados, esta misma problemática se repite en las dos localidades anteriores. Lo anterior no es percibido por los encuestados como un problema ambiental; sin embargo, el 68.2% percibe que existen problemas ambientales en su localidad y los asocia a la sequía; el 50% considera que hace más calor y un porcentaje similar percibe que llueve menos.

En El Veladero, el 51.47% de los encuestados manifestaron que su agua residual doméstica se vierte de manera directa a una letrina; el 21.42% manifestó no contar con letrina y que vierte el agua residual directamente al suelo; el porcentaje restante indica que no sabe qué pasa con esa agua. El 64.28% percibe que existen problemas ambientales en su localidad y el 77.77% manifestó que el principal problema es que, a pesar de que la encuesta se realizó en los meses de octubre y noviembre, hace más calor; el 66.66% de los que perciben problemas ambientales en la localidad manifestaron que llueve menos y lo asocian a los problemas de sequía; destaca, por otro lado, que sólo 11.11% percibe a la contaminación generada por los ingenios como el principal problema ambiental.

En La Mutua, al igual que en las otras localidades, el agua residual doméstica se vierte a letrinas; por otro lado, el 80% de los encuestados consideran que llueve menos y un porcentaje similar considera que hace más calor; el 26.6% percibe que existen menos árboles y que ésa es la causa de que llueva menos y que la temperatura se incremente. Puede verse que la problemática ambiental gira en torno a la disponibilidad de agua en el campo y en las casas habitación; sin embargo, destaca que el 6.6% percibe que la contaminación por el uso de agroquímicos es también un problema ambiental en su entorno.

### ***5.1.3.2.- Los problemas ambientales asociados a la disponibilidad y uso del agua en la cuenca del Río Valles: la percepción de actores sociales en el ámbito urbano***

Teniendo como antecedente la percepción que se tiene en algunas localidades rurales de los problemas ambientales en la cuenca del Río Valles se procedió a entrevistar a actores sociales que tienen cierto grado de conocimiento con respecto a tal problemática, sobre todo con una marcada percepción urbana.

En tal sentido, la Tabla 15 muestra los problemas ambientales percibidos por dichos actores; en la misma tabla, puede verse que esta percepción, salvo algunas excepciones, se limita en buena medida al entorno urbano en el cual se mueve la mayoría de estos actores y, por lo tanto, como se verá más adelante, sus acciones priorizan la solución de la problemática ambiental detectada en el citado entorno.

Además, se verá que, en buena medida, la problemática ambiental percibida por la población de las localidades encuestadas no coincide con la percibida por los entrevistados y, como se mencionó antes, esto tiene que ver con que los entrevistados no ven la problemática ambiental en términos regionales o incluso en términos de los límites de una cuenca hidrográfica. Esto, como se verá más adelante, ocasiona debilidades en las acciones de gestión hídrica emprendidas por el comité de cuenca del Río Valles.

**Tabla 15. Problemas ambientales identificados por actores sociales de la Cuenca del Río Valles, 2006**

Sector	Entrevistados	Problemas ambientales detectados
Académico	1	Contaminación urbana del Río Valles
		Contaminación por agroquímicos
		Basurero municipal de Ciudad Valles
Organizaciones Civiles	3	Contaminación urbana del Río Valles
		Deforestación
		Basurero municipal de Ciudad Valles
		Rastro municipal de Ciudad Valles
		Uso de agroquímicos en la producción cañera
Gubernamental	4	Contaminación urbana del Río Valles
		Rastro municipal de Ciudad Valles
		Contaminación por agroquímicos
		Deforestación
Agroindustrial	2	Contaminación urbana del Río Valles Descargas de agua residual de las pequeñas localidades.

Fuente: Elaboración propia., con base en entrevistas efectuadas a los actores sociales.

Un integrante del sector académico<sup>68</sup> percibe e identifica tres problemas ambientales: dos ampliamente ligados al ámbito urbano de Ciudad Valles. Uno de ellos se refiere a la contaminación que generan las aguas residuales que, sin tratamiento, son vertidas al Río Valles; y el otro tiene que ver con el basurero municipal de Ciudad Valles; por último, con una visión menos urbana de los problemas ambientales, el entrevistado

<sup>68</sup> Entrevista con el M. en C. Dagoberto Pedraza, Profesor-Investigador de la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca de la UASLP, Octubre, 2006.

considera que el uso de agroquímicos está provocando impactos en el ambiente y en la población humana.

Las organizaciones civiles de corte ambientalista o ecologista como “Viva la Huasteca” y “Espacio Cultural del Agua” tienen, al igual que el anterior entrevistado, una visión más amplia con respecto a la problemática ambiental; sin embargo, no dejan de considerar que por su magnitud la zona urbana, constituida por la cabecera municipal de Ciudad Valles, está generando graves impactos ambientales negativos. Estas asociaciones consideran a la deforestación y al uso de agroquímicos en la producción cañera como problemas ambientales.

En la entrevista realizada al representante<sup>69</sup> de la organización ambientalista “Viva la Huasteca”, él indica que esa organización nació en el año 2001 debido a la preocupación de varias personas por la alta mortandad de peces en el Río Valles. Sostiene que en una de sus primeras reuniones los integrantes de esta organización se preguntaron: “¿Qué es lo que vamos a atacar? Bueno, pusimos luego, luego, agua, la tala, la protección a los animales, la protección al aire, todo lo pusimos, bueno... nosotros nos trazamos objetivos, entonces dijimos a qué le vamos a dar prioridad y en ese tiempo<sup>70</sup>, en esos años el problema más grave lo tenía el Río Valles, bueno dijimos nuestra prioridad es el agua, porque Valles se surte del Río Valles, es el principal afluente y único para una ciudad de casi 200 mil habitantes y de otras comunidades; claro, dijimos, hay otros problemas, la tala inmoderada, están matando animales... pero

---

<sup>69</sup> Entrevista al Ing. Sergio Calvillo, representante de la organización ambientalista “Viva la Huasteca”, 6 de octubre de 2006.

<sup>70</sup> Se refiere al año 2001.

dijimos el principal objetivo es salvar al Río Valles y no era fácil. ¿Por qué? Porque estaba muy contaminado ¿contaminado de qué?, de varios contaminantes... los principales contaminantes eran los ingenios de azúcar... En el río descargaban sus aguas el Ingenio “Plan de San Luis” y el Ingenio “Plan de Ayala”; no tenían planta de tratamiento, descargaban por las noches sus aguas residuales al río... Y luego, todos los poblados que había aguas arriba. Uno de los grandes contaminantes es la misma ciudad; imagínate una ciudad de casi doscientos mil habitantes, imagínate todas sus aguas negras... Y entonces empezamos a apretar a los ingenios...ellos decían que no y nosotros que sí... teníamos que andar en las madrugadas, en las noches cuidando las descargas de ellos... Teníamos muchos amigos de nosotros que vivían sobre la orilla del río y les encargábamos... Nos decían, no mira estos cuates abren entre la una y la cinco de la mañana;... se sentía el olor a fermentado de las aguas del ingenio... Los ingenios sí han mejorado, pero a base de mucha presión y de mucho pleito... Nos llegaron a amenazar, nos dijeron si cierra el ingenio es por culpa de ustedes y por su culpa se van a quedar más de quinientas gentes sin trabajo, aparte los cañeros, si siguen ustedes molestando y nos veían como apestados;... pero nosotros en cada reunión insistíamos... Lo bueno que nos ha sucedido es que los medios de difusión, tanto periódicos como estaciones de radio, estaciones de televisión, nos dieron mucha, mucha difusión, mucho apoyo, incondicional, porque nunca hemos pagado un centavo por la difusión, por hacer las denuncias...”

En referencia al Ingenio San Miguel El Naranjo “Viva la Huasteca” dice que “por lo retirado nosotros no lo hemos podido controlar, no le hemos podido atacar, pero eso está dentro de nuestros objetivos, ese ingenio está tirando sus desechos a unas

cavernas, sin saber a dónde va a salir, qué mantos está contaminando, pero no lo están tirando al río...”

Otro factor de contaminación que detecta “Viva la Huasteca” es la zona urbana de Ciudad Valles. Así, su representante dice que: “...en unas lagunas facultativas se trata un sesenta por ciento del agua residual de Valles, pero ya se está construyendo una segunda planta...o sea, sí hemos avanzado...Sí se pueden hacer las cosas a base de presión, no queda de otra, *esto lo hemos sacado a base de pura presión, si no hubiésemos hecho esa presión la CNA no hubiese hecho nada*<sup>71</sup>. En toda la Huasteca no hay plantas tratadoras, el drenaje más grande son los ríos...El Naranjo está echando su agua negra al río...La mayoría de los pueblos ya tienen su drenaje, pero todos van a descargar a los arroyos y sus ríos...Las oficinas gubernamentales siempre hablan que las cosas están muy bien, pero la realidad es que no...”

La asociación ambientalista también sostiene que el problema más grave es que “[los] gobierno[s] federal y estatal le está[n] apostando mucha lana al turismo alternativo y la salida aquí puede ser eso, porque ya la caña dejó de ser negocio, pero si los ríos no los paran se acaba el negocio...La cascada de Micos está muy contaminada...Por ejemplo, aquí ya no llueve como antes...ya está acabando el período de lluvias y todavía no ha llovido...a punta de chingadazos(sic) el ingenio ya no contamina”<sup>72</sup>.

---

<sup>71</sup> Énfasis agregado.

<sup>72</sup> Entrevista con el C.P. Alejandro Flores González, Presidente del Grupo Ecologista “Viva la Huasteca”, Octubre de 2006.

Para la organización Espacio Cultural del Agua, en voz de su coordinador<sup>73</sup>, "...el problema más agravante [sic] del río ha sido el problema de la contaminación; aquí los ingenios azucareros empezaron a instalarse en la década de los sesentas, particularmente el Ingenio Plan de Ayala, en 1963 empieza a instalarse; desde esa época las descargas de agua, de residuos industriales, van directamente al río y empieza el problema de contaminación...El río se convirtió en un drenaje...Toda la contaminación producto de la ciudad y las fábricas iba allí, y *en 1982 se inicia un movimiento en Valles de reclamo de la sociedad de ya no tolerar más una situación de ese tipo, del río muerto prácticamente*<sup>74</sup> y desde esa época se inicia ese movimiento... Fue un movimiento que tuvo un amplio respaldo de la sociedad;...fue un golpe directo al gobierno, porque al gobierno pues no le gustó la situación, porque los ingenios en aquella época eran del gobierno...Entonces, no le gustó al gobierno esa situación de reclamo y hubo un choque muy fuerte;...hasta 1994, cuando se instala la primera planta de tratamiento, que nada más le da servicio al cincuenta por ciento de la población. Como quiera, la lucha continúa, la situación de mortandad de peces que se presentaba en el río cada ciclo, cada zafra, se seguía dando de todas maneras, y entonces esto obligó a formar una especie como de comité, todavía no se llamaba comité del Río Valles, tenía un nombre así como grupo interdisciplinario para el rescate del río, eso sería como en el '98 o '99 por ahí. Después, la Comisión Nacional del Agua, ya previendo lo de la nueva ley, que ya contempla lo que es el funcionamiento de los comités, pues le da ese nombre, pero desde aquella época se empiezan a integrar todas las dependencias que tenían que ver con el medio ambiente para ver qué se

---

<sup>73</sup> Entrevista con el Ing. Alejandro Aguilar Fernández, Coordinador del Espacio Cultural del Agua, Octubre de 2006

<sup>74</sup> Énfasis agregado.

podía hacer por el río y una de las cosas, la mortandad de peces siempre normalmente se presentaba en la época de estiaje, cuando el río llevaba su más bajo nivel y con mayor concentración de los contaminantes, pues provocaba que el oxígeno, el poco que había, causara estragos no sólo de peces de muchos otros organismos...y desde esa época se ha venido manejando el tandeo”.

Un problema actual detectado por el Ing. Aguilar Fernández es el rastro municipal de Ciudad Valles, que se localiza en la zona urbana y descarga sus desechos líquidos al Río Valles. La clausura de este rastro provocó la confrontación de la CNA con el gobierno municipal. El Ing. Aguilar Fernández indica que “el rastro municipal es una fuente de contaminación, se ubica casi en el centro de la ciudad, históricamente siempre ha estado allí; [en] lo que no estamos de acuerdo es que las aguas tratadas del rastro las van a conectar al drenaje de la ciudad, debió haber sido un tratamiento independiente”... Por otro lado, menciona que “...la empresa Ron Potosí ya empezó [a] hacer pruebas porque va a volver a entrar en funcionamiento. No estamos en contra de que vengan empresas, al contrario, que haya fuentes de empleo, la preocupación pues es la que siempre hemos tenido porque esa empresa tenía antecedentes de contaminación, cuando empezó a hacer sus pruebas empezaron el mal olor y a quejarse la gente y ahorita la empresa quedó rodeada de casas, entonces la gente reclama...hasta ahorita está en ojos de la gente que no vaya a ver un problema de contaminación...”

Otro problema detectado por el Ing. Aguilar Fernández es el uso de agroquímicos, sobre todo en la producción de caña, en tal sentido menciona que “...aquí los cañeros

no se esperan a que se presente la plaga, aquí están tirando sistemáticamente, sobre todo herbicidas; el herbicida es el que más emplea, es un herbicida selectivo...no hay control...Aquí cada quien aplica cuando quiere, donde quiere...En algunos casos los cañeros<sup>75</sup> hacen mutis, en otros casos se enojan cuando a veces uno dice bueno aquí está pasando esto y se molestan con uno, en lo personal a mí me han reclamado, me han dicho como dando a entender que soy un exagerado y les digo ustedes tienen las estadísticas, chequen cuántas toneladas tiran no sólo en Valles, tomen en cuenta también en el Naranjo y vayan a los hospitales y es alarmante la cuestión del cáncer. Yo no los estoy culpando a ustedes como responsables, pero un estudio puede llegar a la conclusión de que allí, nadie ha tocado el punto, hay muchísimo cáncer en la zona, cáncer de todo, parejo...Muchas de las cosas apuntan a la fuerte contaminación por agroquímicos y no se le ha puesto atención, ahorita empezaron ellos a trabajar lo que es el control biológico, pero para eso se necesita que todos participen, no sólo el pequeño propietario, sino también los ejidatarios, por que si unos aplican y otros no, no va [a] dar resultado esto...Los ingenios buscan romper récord siempre y cuando lo logran hacen algarabía; pues sí, pero a veces es preferible sacrificar esa producción en aras de tener un mejor ambiente y eso, desafortunadamente, no se asimila aún, o sea, queremos siempre más producción para tener más billete, pero para quién, hacer cambiar esa mentalidad cuesta conflictos...A veces el pesticida se tiraba sin necesidad pero era cuestión de que aquí te lo tenías que gastar, porque había que comprar más, había ya contratos con empresas proveedoras de los agroquímicos, entonces se necesitara o no se necesitara tú tiralo..."

---

<sup>75</sup> Se refiere a los representantes cañeros ante el Comité de Cuenca del Río Valles.

Por otro lado, el Ing. Aguilar Fernández indica que el lavado de coches en las orillas del Río Valles es otra fuente de contaminación (Foto 11), pero menciona que ésta es de menor magnitud cuando se compara con la que generan las pequeñas localidades que no cuentan con sistemas de saneamiento y vierten de manera directa sus aguas residuales al Río Valles o cuando un productor de caña va al río y enjuaga un depósito que contenía plaguicidas. En tal sentido, sostiene que "...sí, es contaminación, pero no en el grado de lo que está impactando la ciudad, la industria;...un productor arriba que vaya a enjuagar el envase de pesticida es muchísimo más fuerte que esto, pero la gente lo reclama<sup>76</sup> por que lo ve, o sea *la gente reclama lo que ve*<sup>77</sup>..."

**Foto 11. Lavado de autos en la parte baja de la cuenca del Río Valles**

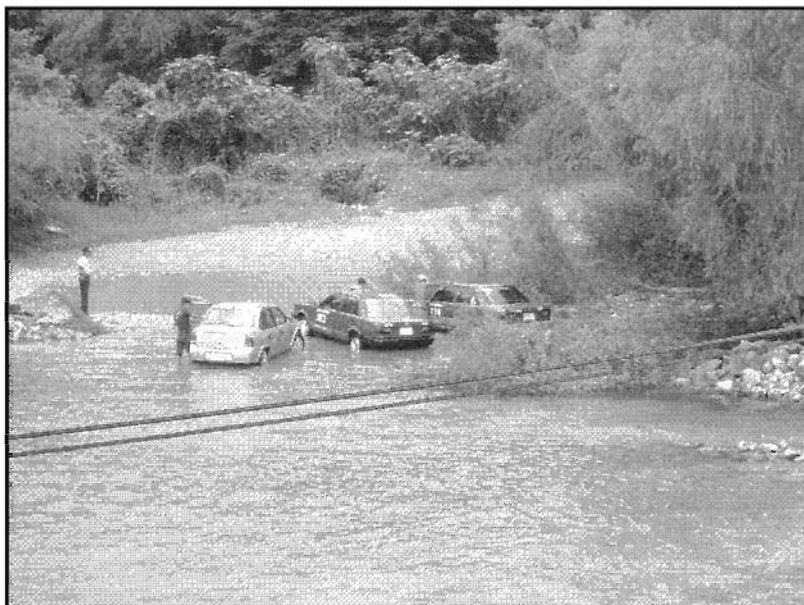


Foto: Germán Santacruz, Octubre, 2006.

---

<sup>76</sup> El Ing. Aguilar Fernández se refiere a que la población de Valles reclama el lavado de automotores con agua del Río Valles.

<sup>77</sup> Énfasis agregado

Por otro lado, para el sector gubernamental, con una visión más urbana o local, el *problema central* en la cuenca del Río Valles es por las descargas de agua residual sin tratamiento de Ciudad Valles; aunque uno de los entrevistados, que pertenece al nivel municipal, identifica al uso de agroquímicos, usados en el combate de plagas y enfermedades de la caña de azúcar, como fuente de contaminación y, por lo tanto, como un grave problema ambiental. Este mismo entrevistado destaca como otro grave problema ambiental a la deforestación.

Una funcionaria<sup>78</sup> de la CNA identificó que los ingenios azucareros eran parte del problema ambiental en la cuenca del Río Valles, que éstos generaban contaminación a partir del vertimiento de aguas residuales al río y que provocaban, según ella, fenómenos hidroecológicos. En tal sentido, la entrevistada indica que “la mortandad de peces en el período de estiaje, que comprende de marzo a mayo, y el nivel de los ríos desciende dramáticamente, concuerda con el período de zafra y el calor aumenta y como van cortando empiezan a regar, baja el nivel del río, que apenas permite que la fauna sobreviva, pero si le agregamos todas las descargas tanto industriales como las urbanas pues nos traía como consecuencia que haya una mortandad de peces tremenda y bueno eso hacía que los grupos ecologistas, que los medios de comunicación, las mismas dependencias de los otros sectores, la SEGAM [y] la SERMANAT se preocuparan...”

---

<sup>78</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 7 octubre de 2006.

Ante la contaminación producida por el vertimiento del agua residual doméstica de las pequeñas localidades, la entrevistada manifiesta que “hay un decreto del año 2001, que [sostiene que] poblaciones mayores de 2,500 habitantes van a tener que estar tratando sus aguas [desde] el primero de enero de 2010, y en poblaciones mayores de 20,000 habitantes ya tienen que estar tratando al cien por ciento sus aguas [desde el] primero [de] enero del [19]97. Por ejemplo, Valles está tratando el 50% de sus aguas y el resto, se espantarían ustedes de ir a ver las descargas directas al río...es una cosa indiscriminada, hasta da horror ver cómo se está descargando todo al río...la CNA les condonó [al ayuntamiento] el pago de la descarga... Pero en caso de incumplimiento la CNA va a embargar los recursos del Ramo 33 para empezar esas acciones...y las pequeñas localidades se quedaron un poco rezagadas...La localidad que más nos está afectando sobre el Río Valles es La Hincada, ahí se está viendo la posibilidad de conectarse lo que es la colonia de los trabajadores y la colonia de los obreros a la planta del ingenio, para ya quitar ese problema...”

Otro foco de contaminación del Río Valles es el rastro municipal de Ciudad Valles. En tal sentido la Ing. Villa Hernández indica que “...ahorita estamos también ya con los rastros municipales, que estaban descargando de manera directa a los ríos; entonces, ya empezó el operativo de la Comisión Nacional del Agua, se cerraron algunos de ellos, se les interpuso una medida de seguridad, cerramos sus instalaciones de operación, hasta que no nos hicieron también un programa de acciones, también avalado por el cabildo de los ayuntamientos, con medidas a que pongan sus plantitas de tratamiento y que ya no las descarguen hacia el río...”

En el sector agrícola<sup>79</sup>, los principales usuarios del agua para riego son los productores de caña de azúcar. Al respecto, el Sr. Federico Safi manifiesta que “...el punto que interesó a más usuarios y a más gentes relacionadas con el uso del agua fue la contaminación, este punto nos hizo coincidir a todos de que necesitábamos hacer algo para resolver el problema de contaminación, de alguna manera nos unificó a favor de la no contaminación...prácticamente ya está resuelto el problema<sup>80</sup>, nada más que se concluya la planta tratadora de agua del uso urbano con eso concluye, pero vale la pena mencionar que está prácticamente resuelto este problema de la contaminación de lo que se refiere a Ciudad Valles y a las industrias de Ciudad Valles, pero es necesario resolver el problema de contaminación que hacen algunas comunidades que están en la parte de arriba y que las aguas negras de las comunidades las están descargando todavía de manera directa al río, entonces se está[n] proponiendo pequeñas unidades de saneamiento en estas comunidades...”

#### ***5.1.4. Discusión de las percepciones en torno a la disponibilidad hídrica y a la problemática ambiental en la cuenca del Río Valles***

La cuenca del Río Valles se caracteriza por tener una alta concentración urbana y; por otro lado, por una notable dispersión de las localidades rurales en las que viven aproximadamente el 15% de los habitantes de la cuenca. Estos últimos se caracterizan por desarrollar actividades productivas en el sector primario y por tener bajos niveles de

---

<sup>79</sup> Entrevista con el Sr. Federico Safi, Presidente de la Unión Estatal de Cañeros, 7 de octubre de 2006.

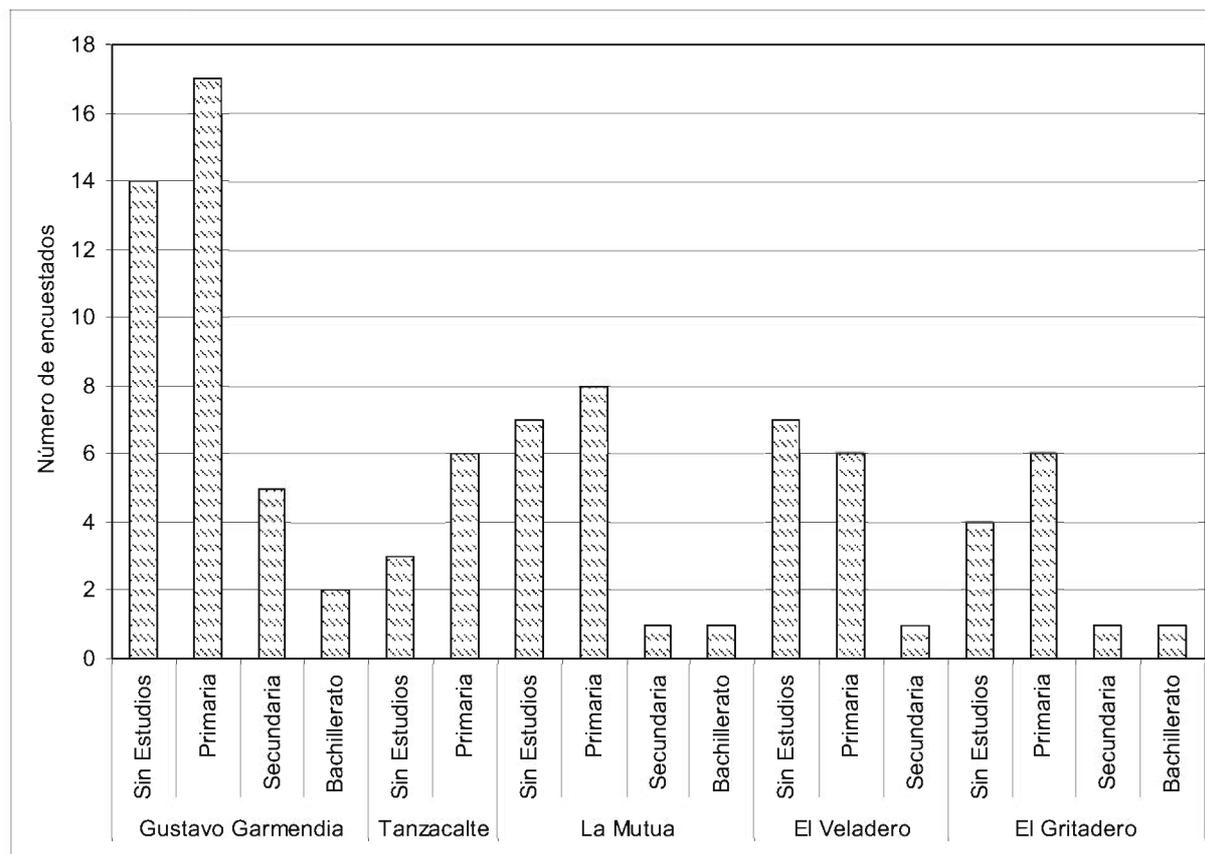
<sup>80</sup> En tal sentido, Edgar Rico, habitante de la localidad El Pujal, la cual se localiza en la parte final de la cuenca y en la margen derecha del Río Valles, sostiene que “no se bebe agua del río, sólo se usa para el lavado de ropa, trastes y para bañarse por que trae contaminación de arriba y del Hospital”, énfasis agregado. Este mismo argumento es el que da el Sr. Alfredo Mateo, habitante de la misma localidad.

escolaridad, es decir, un alto rezago educativo. De modo que la relación entre el bajo nivel socioeconómico con el bajo nivel de instrucción educativa provoca que en las localidades rurales se perciban problemas más inmediatos. En contraparte, los entrevistados, los cuales viven en la zona urbana, poseen un mayor nivel educativo y socioeconómico lo que ocasiona que perciban problemas ambientales con implicaciones de mediano y largo plazo, ya que en buena medida tienen cubiertas las necesidades primarias que condicionan a los habitantes de las localidades rurales.

Los anteriores son factores condicionantes para que en la cuenca se tengan dos formas de percibir e identificar la problemática ambiental en la misma: la rural y la urbana. Así, la percepción de la problemática ambiental en la cuenca del Río Valles, está limitada, salvo por algunas excepciones, al entorno –rural o urbano- en el que se desenvuelven los encuestados o los actores sociales entrevistados, en el caso urbano. De acuerdo a este factor es como priorizan o perciben los problemas ambientales.

Sin embargo, algunos de los problemas ambientales potenciales aquí identificados como la inaccesibilidad al agua potable y sus problemas adicionales; la pérdida de vegetación original y el uso de la leña; la falta de sistemas de recolección y tratamiento del agua residual doméstica y, con ello, del deterioro de la calidad de los cuerpos de agua; la falta de sistemas de recolección y tratamiento de los residuos sólidos municipales; el uso de agroquímicos, sobre todo, en las áreas de agricultura intensiva; que son problemas que requieren soluciones de largo plazo, todavía no tienen incidencia generalizada en la percepción de los encuestados y entrevistados.

**Gráfica 24. Nivel de escolaridad de los encuestados en la cuenca del Río Valles, 2006**



Así, en algunas localidades rurales se percibe una gama de problemas ambientales, que van desde que hace más calor, que llueve menos (sequía), que cada vez hay menos árboles (que pueden relacionarse con las modificaciones al ciclo hidrológico local); la contaminación del Río Valles; hasta problemas más inmediatos asociados a la disponibilidad del agua tales como falta de agua entubada para uso doméstico o la falta de agua para el riego en los campos agrícolas, o que el agua entubada se suministra mediante tandeos y problemas más graves como la percepción de que el agua entubada no es “buena” para beber y, por lo tanto, emplea el agua embotellada con la

idea de que ésta es adecuada para el consumo humano. En este caso, cabe destacar que la mayoría de los encuestados tienen estudios básicos (Gráfica 24) y que su percepción ambiental, por un lado, se ve limitada por este factor y, por otro lado, que ésta tiene que ver más con su experiencia y actividades cotidianas en el hogar y en su entorno agrícola. De modo que mientras los problemas enunciados antes persistan, no tiene caso que perciban o identifiquen otro tipo de problemas.

La percepción rural muestra que las localidades rurales, valga la redundancia, actualmente no han ejercido su papel de sujetas, quizás habría que decir que no han sido incentivadas o carecen en términos reales, de capacidad de gestión o de la llamada participación social para identificar y resolver los problemas ambientales que les atañen. Esto se refleja, como ya se anotó, por ejemplo, en la inequidad en la inversión pública para resolver los problemas de falta de sistemas de agua potable y de tratamiento del agua residual doméstica y, con ello, que, por ejemplo, los habitantes rurales, pero también los urbanos, dejen de deteriorar su ya magra economía con la compra de agua embotellada.

En contraparte, los entrevistados urbanos poseen estudios a nivel licenciatura y maestría. De modo que ellos recurren, aunque es probable que no de manera sistemática, a esos conocimientos, a su experiencia y actividades cotidianas, lo que les permite incorporar otros elementos a su percepción de la problemática ambiental. Sin embargo, a pesar de lo anterior, las citas correspondientes a los entrevistados permiten ver que existe una visión urbana, muy local, de la problemática ambiental de la cuenca. Lo que tiene que ver con el sesgo que genera el entorno inmediato del entrevistado

Así, puede verse que la parte gubernamental (CNA, Ayuntamiento) tiene una visión urbana, de aquí, como se verá más adelante, sus acciones se limitan a identificar y controlar, más que a prevenir, la problemática ambiental que enfrenta la zona urbana de la cuenca.

El sector civil (ONG's), con una visión menos urbana, pero de corto plazo, considera o identifica problemas que tienen que ver con fuentes puntuales y difusas de contaminación ambiental y, como se vio, ha jugado un rol muy importante mediante acciones de presión para que se resuelva y se remedie la problemática ambiental de la cuenca, aunque su debilidad es que tiene como foco de atención la problemática ambiental urbana. Este sector, representando por las asociaciones ambientalistas, ha incidido en la construcción de la conciencia ambiental, aunque más en la zona urbana que en la zona rural de la cuenca; a pesar de que, como se refleja en las entrevistas, su participación, sobre todo en el Comité de Cuenca del Río Valles, ha sido poco valorada tanto por los representantes gubernamentales como por los usuarios.

Las acciones de este sector permiten concluir que en la cuenca ya se están presentando procesos de construcción social de un problema ambiental. Por ejemplo, el origen de una de esas organizaciones civiles tuvo que ver con la mortandad de peces, que se constituye en la evidencia física de un problema ambiental, ante lo cual, como puede verse en las respuestas de los representantes de esta organización, no se buscó evidencia científica, además de que el causante de esta mortandad estaba plenamente identificado. Aquí está presente el primero de los seis factores que enuncia Hannigan (1995) para la construcción social de un problema ambiental: *debe tener autoridad*

*científica para la validación de la demanda, es virtualmente imposible para una condición ambiental “transformarse” en un problema sin la confirmación de datos que provienen regularmente de las ciencias físicas o naturales*<sup>81</sup>. Las organizaciones ambientalistas “Proyecto Verde” y “Viva La Huasteca” se constituyeron en los “popularizadores” de la problemática ambiental, éste es el segundo factor considerado por Hannigan (1995).

El tercer elemento es el papel de los medios de comunicación en los que la demanda es enmarcada como real e importante. Esto puede verse cuando el representante de una de las organizaciones ambientalistas sostiene que “...lo bueno que nos ha sucedido es que los medios de difusión, tanto periódicos como estaciones de radio, estaciones de televisión, nos dieron mucha, mucha difusión, mucho apoyo, incondicional, por que nunca hemos pagado un centavo por la difusión, por hacer las denuncias...<sup>82</sup>”.

Las imágenes de la mortandad de peces aparecen en los periódicos, en los televisores, de modo que el problema ambiental fue “dramatizado” en términos simbólicos y visuales, éste es el cuarto factor. Aunque las organizaciones ambientalistas sostiene que *esto lo hemos sacado a base de pura presión, si no hubiésemos hecho esa presión la CNA no hubiese hecho nada*<sup>83</sup>, la CNA ha tomado algunas medidas que impiden que el causante de la mortandad de peces siga contaminado; así, las acciones de esta

---

<sup>81</sup> Énfasis agregado.

<sup>82</sup> Entrevista al Ing. Sergio Calvillo, representante de la organización ambientalista “Viva la Huasteca”, 6 de octubre de 2006.

<sup>83</sup> Énfasis agregado.

institución, en el problema particular analizado, representa los factores cinco y seis enunciados por Hannigan (1995).

Finalmente, la problemática ambiental que produce la generación y disposición de residuos sólidos municipales, tanto del área urbana como de la rural, no está en el escenario actual. Asimismo, la falta de agua entubada o, más bien, el agua entubada de mala calidad, la falta de sistemas de recolección y tratamiento de las aguas residuales domésticas en las pequeñas localidades, no son percibidos como problemas de alto impacto ambiental. Por ello, es necesario encontrar algunas respuestas a la pregunta de ¿cuáles son las acciones del sector público, específicamente de la CNA, amparado por las leyes y regulaciones ante la problemática ambiental asociada a la disponibilidad, uso y contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles?

## **CAPÍTULO VI. LA GESTIÓN HÍDRICA ¿OFICIAL O PARTICIPATIVA?: EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO VALLES**

La problemática asociada a la disponibilidad y uso de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles es compleja, por lo cual es fundamental analizar las acciones, sociales y/o gubernamentales, para resolver la problemática ambiental detectada en la cuenca en estudio, identificar las formas de gestión de los recursos hídricos en la cuenca y concluir si está en condiciones de ser considerada como autónoma.

Históricamente el aprovechamiento de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles se ha desarrollado más en las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles”, donde actualmente se localizan los mayores usuarios, agrícolas y urbanos. En esas mismas subcuencas se han presentado los mayores conflictos por el agua y en ellas es en las que se han implementado las mayores acciones sociales para controlar la problemática aquí estudiada.

### ***6.1. Conflictos sociales por el uso del agua en la cuenca del Río Valles: un breve recuento histórico***

La Asociación Mundial del Agua señala que la gestión del agua está directamente relacionada con la gestión de conflictos (Mestre, 2005). Actualmente no se han presentado, de manera sistemática, conflictos sociales asociados al uso del agua en la cuenca del Río Valles; sin embargo, en las primeras décadas del siglo XX éstos sí

tuvieron lugar. La mayoría de las disputas se presentaron en las subcuencas “Río Los Gatos” y “Río Valles”, en las que en esas épocas y hoy están presentes los mayores aprovechamientos hidráulicos y, con ello, los mayores impactos negativos al ambiente.

El aprovechamiento de los recursos hídricos para riego agrícola en la cuenca del Río Valles generó manifestaciones de inconformidad e incluso, en algunos casos, conflictos sociales. Por ejemplo, la solicitud formulada por la Sra. Cora Taussend de Rascón ocasionó que vecinos de Valles manifestaran<sup>84</sup>, mediante escrito de fecha 10 de febrero de 1896, al ministro de Fomento que: “Hemos visto en el Periódico Oficial del Estado, solicitudes de aguas tanto de la Sra. Cora Taussend vda. de Rascón...que entre otros puntos se refieren á el agua del Salto en Micos, conocido con el nombre de ‘El Abra de Caballeros’ cuyas aguas caen sobre el río de Valles, afluente del Panuco”. En tal sentido, los vecinos mencionan que: “...los condueños conservamos nuestros derechos y acciones con la esperanza...apoyados en la equidad que caracteriza á nuestro Gobierno, podamos utilizar esas aguas, como de facto; por una y otra margen del río, hemos comenzado á utilizarlas en el riego de estos terrenos”. Con esto le solicitan al ministro que: “En tal virtud...suplicamos tenga presente nuestros derechos y el porvenir de toda esta zona...”. Es evidente la aparición de un conflicto por el uso del agua del Río Valles; sin embargo, el 7 de mayo se le indicó a la Sra. Cora, por parte de la Secretaría de Fomento, Colonización e industria, que manifestara si insistía en su solicitud. El 14 de septiembre se le comunicó que en virtud de no haber contestado, se

---

<sup>84</sup> Véase: Expediente 59754, Caja 4512, Foja 21. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.

le daba por desistida y se archivaba su solicitud. Con esto al parecer quedó disuelto el conflicto por el uso de los recursos hídricos.

El día 6 de enero de 1904 el Ing. Octavio Bustamante formula al Secretario de Fomento una solicitud<sup>85</sup> en la cual manifiesta se le conceda el uso para aprovechamiento en fuerza motriz de las aguas del Río del Naranja, solicitando en conjunto 50 metros cúbicos por segundo. A partir de esta solicitud el Lic. Eduardo Ramírez, en representación del Sr. Jorge Lee (tutor de la menor Cora Alice), presenta su oposición a la solicitud anterior mediante escrito dirigido al Secretario de Fomento, Colonización e Industria, el día 15 de febrero de 1904. El principal argumento de esta oposición es que: “El río de los Naranjos está situado en los terrenos de la antigua hacienda de San Ignacio del Buey, que algunos llaman de Rascón, y ésta pertenece a la menor Cora Alice Monro...”.

El Lic. Ramírez hacía alusión a diversas leyes mexicanas que regulaban el uso y aprovechamiento del agua en esa época; en su escrito manifiesta que: “Ahora bien, todo el territorio que comprendía la antigua jurisdicción de Villa de Valles, está amparad[o] por diversas Mercedes de los Reyes de España, en las cuales se expresa, que los habitantes del territorio tienen el goce exclusivo de las aguas en cuyo uso y posesión se hallan, conforme al título de composición expedido según orden real, por el Virrey Marqués de Cadereita, en México a diez y seis de diciembre de mil seiscientos cuarenta y tres. De esta merced otorgada por el Rey Don Felipe cuarto, ya tiene

---

<sup>85</sup> Véase: Expediente 59616, Caja 4503. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.

conocimiento la Secretaría del digno cargo de Ud, y *con éxito ha servido de fundamento para negar varias solicitudes relativas a las aguas que riegan el Partido de Valles*<sup>86</sup>”.

En esos términos se manifestaba el oponente a la solicitud de concesión del Ing. Bustamante, haciendo referencia a regulaciones y mercedes concedidas por la Corona Española, muy a pesar de que en 1904 México ya disfrutaba de su independencia de España. En alcance al anterior escrito, el Lic. Ramírez le dice al Secretario de Fomento el día 27 de marzo de 1904 que: “...ciudadanos de los Estados Unidos de América y negociantes de la ciudad de Nueva York, han hecho proposiciones al Sr. Dr. Jorge H. Lee, tutor de la menor, dueña de los terrenos de San Ygnacio del Buey ó Hacienda Rascón, para comprar sus tierras, maderas, corrientes, cascadas, comprometiendose á introducir un millon de pesos oro, por lo menos, en los siguientes objetos: aumentar la capacidad del platío de caña...instalando una maquinaria moderna...un Yngenio Moderno en el que pueden elaborarse, á lo menos 8,000 toneladas de azúcar anualmente..”.

A lo anterior, el Ing. Bustamante responde, mediante escrito de fecha 19 de mayo de 1904 dirigido al ministro de Fomento, que: “Pero á mayor abundamiento, las razones alegadas por el opositor, me inducen á hacer la solicitud indicada, pues que en vez de fundar su derecho, demuestran la improcedencia de la oposición”. Además abunda que: “Finalmente, no creo inútil hacer notar a esa Secretaría que las pretensiones aducidas por la parte opositora, sí son manifiestamente opuestas al texto de la ley de la materia pues la forma en que pretende utilizar las aguas del río constituye una amenaza para

---

<sup>86</sup> Énfasis agregado

los ribereños inferiores, sobre todo si se tiene en cuenta que reputándose investido de derechos propios, pretende proceder para la realización de sus proyectos sin el acuerdo ó inspección de la autoridad competente”. Con lo anterior solicita que: “...se sirva ordenar la Secretaría que continúe la tramitación de la solicitud que tengo presentada, en lo que recibiré gracia y justicia”.

En otro caso, el 9 de octubre de 1921, el Presidente Municipal de Ciudad Valles le manifiesta<sup>87</sup> al Gobernador de San Luis Potosí que: “Ha llegado a conocimiento de esta Presidencia Municipal, que una compañía<sup>88</sup> ha obtenido concesión de la Secretaría de Agricultura y Fomento, para utilizar las aguas del Río Valles en una gran proporción...se digne hacer saber a dicha Secretaría, que en la temporada de verano del presente año, el agua del río descendió a menos de la mitad de su más bajo nivel ocasionando con esto, que los regadíos y empresa de luz que utilizan el agua, se vieran imposibilitados de trabajar y además como esa es la única agua que se utiliza en esa región para todos los usos domésticos y para tomar, resultaría que al tomar del río la Compañía, no digo la mitad del caudal sino la cuarta parte que fuera, no sobraría agua ni para las necesidades de la población, pues la corriente no llegaría al pueblo y la poca que llegara lo sería en condiciones absolutamente imposible de aprovecharse...Suplico a Ud se digne interponer su valiosa influencia acerca del Gobierno General para que al verificar la concesión a la Compañía que aprovechará el agua citada, se tomen en consideración las razones expuestas y se haga en términos que este Pueblo no vaya a sufrir las perjuicios indicados”.

---

<sup>87</sup> Véase: Expediente 9021, Caja 623. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.

<sup>88</sup> No se indica el nombre de la compañía.

El uso de agua con fines público-urbanos también generó conflictos sociales, aunque en menor escala. Esto puede verse en el documento<sup>89</sup> enviado por el Sr. Trinidad Fernández al Secretario de Agricultura y Fomento el día 2 de septiembre de 1925 en el cual le notifica que: “Hechos los trabajos de instalación de la bomba y tanque receptor y colocada buena parte de la tubería, surgieron dificultades que me orillaron a desistir de mi proyecto, entre otras la destrucción de la bomba y motor causada por los aguadores... quienes se consideraron perjudicados con el nuevo sistema; esta situación anormal pudo desde luego haberse remediado por las autoridades locales y sólo lo hicieron hasta que me dispuse a abandonar mi empresa... trajeron por resultado la desconfianza de los consumidores hasta el grado de sólo contar con 20 suscriptores de los 100 que estaban contratados” y “No fué sino posteriormente cuando, contando con las seguridades necesarias se comenzó nuevamente a trabajar”.

Otro de los conflictos que se generaron, como actualmente sucede en muchas poblaciones de México y de otros países, tuvo relación con la tarifa por el suministro de agua, la cual, en este caso, pasó de \$2.00 pesos mensuales a \$10.00 pesos mensuales. Por esta razón, el 27 de julio de 1932 se constituyó la Unión de Consumidores de Agua Potable de Ciudad Valles y en un comunicado de ésta al Secretario de Agricultura y Fomento del 30 de julio de 1932 manifiesta que: “El objeto que persigue esta Agrupación, es el de hacer que la Empresa de Aguas Establecida en esta Población, rebaje las cuotas que actualmente cobra por llave de agua y aumente el número de horas de servicio”. En tal sentido, el 30 de diciembre de 1932 la citada

---

<sup>89</sup> Véase: Expediente 650, Caja 9424, Fojas 64 y 65. Fondo: Aprovechamientos Superficiales, Archivo Histórico del Agua.

agrupación le informa al Sr. Fernández que está autorizado para que: "...a partir del día primero de enero del año entrante, la tarifa definitiva para cada suscriptor de este servicio y exclusivamente para casas particulares sea de cinco pesos mensuales, no pudiendo el consumidor abastecer de agua a otra u otras familias sin antes tener un arreglo previo con la Empresa".

En los primeros años del funcionamiento de la hidroeléctrica Micos en la subcuenca "Río El Salto" se presentaron conflictos sociales por el uso del agua de dos tipos: 1) entre usuarios que aprovechaban el agua para la generación de energía eléctrica; y 2) entre usuarios con aprovechamientos hidroeléctricos versus los usuarios con aprovechamientos agrícolas.

El primer caso se puede documentar con el escrito del 14 de junio de 1947, dirigido a la Comisión Nacional de Irrigación, en el cual se menciona que: "En virtud de las dificultades existentes entre el C. Ing. Roberto Carballo Santander representante de la Compañía Hidroeléctrica del río Micos, S.A. y el C. Ing. Mariano Niño Salgado propietario de obras que aún tienen en construcción para la producción de fuerza motriz destinada a industrias propias, procedí a hacer la inspección correspondiente... Es precisamente en el límite de la copropiedad, es decir donde la Compañía Hidroeléctrica verifica el aprovechamiento propiamente dicho lugar en donde ésta ha construido un muro de piedra con mortero de cal bajo la tubería de presión y cortando transversalmente el canal de conducción del Ing. Salgado, por lo que han tenido dificultades dado que el citado Ing. acompañado de sus peones lo destruyó por entorpecer el paso de las aguas dejando así expedido el curso del canal..."

El segundo caso de conflictos, es decir, entre usuarios con aprovechamientos hidroeléctricos y usuarios agrícolas con aprovechamientos aguas arriba del punto de extracción de los primeros, se puede probar con el documento, a nombre de la Hidroeléctrica del Río Micos, del 11 de julio de 1947; en éste se asienta que: “La Cía. Hidroeléctrica del Río Micos, S.A. comenzó a dar servicio de energía eléctrica a las poblaciones de Valles y Micos y al rancho de “Santa Rosa” en el estado de San Luis Potosí en el año de 1938, utilizando para ello las aguas del Río de los Naranjos, Micos o Valles afluente del río Tampaon que a su vez es uno de los principales afluentes del Río Panuco...Cuando la Compañía solicitó por primera vez su concesión el estiaje mínimo del río era de 10.3<sup>90</sup> metros cúbicos por segundo tomadas las lecturas por la Compañía Impulsora en el lugar denominado el Salto que dista aproximadamente 60 kilómetros río arriba de la planta de Micos. Desde el año pasado se ha venido notando una escasez casi absoluta de agua en el tiempo de secas<sup>91</sup>. Este año un ingeniero de la Secretaría de recursos Hidráulicos aforando en el punto cercano al que usaba la Cía Impulsora para sus lecturas, encontró que el estiaje mínimo pasado fué de aproximadamente 3.5 metros cúbicos por segundo.”

“...Últimamente supo la Cía Hidroeléctrica del Río Micos, S.A. que la Financiera de las Huastecas, proyecta desarrollar para la agricultura hasta 9.000 hectáreas en el Naranjo que como ya se dijo antes queda aproximadamente sesenta kilómetros río arriba de Micos y al respecto solicitó la ayuda de la Secretarías de Agricultura y Recursos

---

<sup>90</sup> Compárense estos valores con los caudales ecológicos estimados antes.

<sup>91</sup> Nótese que ya en esos años se hablaba del problema de sequías, lo que para algunos actores en la zona parece ser un problema actual. La Huasteca –donde está el límite boreal de los climas tropicales húmedos y subhúmedos- han registrado sequías desde, por lo menos, la época colonial (Veáse: Aguilar-Robledo, 1999).

Hidráulicos. Para llevar a cabo este proyecto se piensa utilizar las aguas del Río de los Naranjos, Micos o Valles en forma casi total.

Como de seguir la situación en las condiciones en que está es decir que los bombeos quiten por completo el agua a la Cía. durante el tiempo de mayor sequía y por otro lado de llevarse a cabo el proyecto mencionado anteriormente, la Cía no podría trabajar sus máquinas durante los meses en que más se necesita la energía en la región perjudicándose gravemente con esta situación tanto la región como la propia Cía. Hidroeléctrica del río Micos, S.A. ésta ha solicitado de la Secretaría de Recursos Hidráulicos,

I.- Que se evite el uso ilegal de las agua imponiendo a los agricultores las sanciones máximas que la ley aplica en estos casos...”.

El anterior es el dicho de la Compañía Hidroeléctrica del Río Micos, S.A., el cual es avalado en un informe enviado al Director de Aprovechamientos Hidráulicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, por el Jefe de Reglamentación de esa misma secretaría. En el informe se anota que: “...La Compañía se ha visto obligada a suspender sus servicios en los años pasados y teme fundadamente que en el año actual se repitan las suspensiones del servicio a causa de que el río tiene más aprovechamientos ilegales cada día.

En la actualidad, la Ciudad de Valles y la zona agrícola que se desarrollan rápidamente necesitan urgentemente luz y fuerza eléctrica para sus necesidades urbanas y

agrícolas. Es por lo tanto, justificada la queja de la HidroEléctrica de Micos, para que se le garantice su concesión de 3 M3., pues de lo contrario, podrán presentarse serias dificultades en la región, por la suspensión del servicio eléctrico, que no solo privaría de luz a algunas poblaciones, sino de fuerza a industrias locales que traería conflictos de carácter obrero”.

Aquí es necesario insistir en que los aprovechamientos por los que se queja la Compañía Hidroeléctrica se localizaban aguas arriba del punto donde ella derivaba el agua para su aprovechamiento. Aquí cabe la pregunta ¿por qué las agencias gubernamentales de esa época encargadas de la gestión y concesión de aprovechamientos hidráulicos no previeron o consideraron los aprovechamientos agrícolas, tanto aguas arriba como aguas abajo del punto de extracción de la Hidroeléctrica? Aún más, considerando que según el citado informe: “En el momento de la inspección, el agua del río Micos, Salto, Valles o Los Naranjos se derivan totalmente por el canal de la Hidroeléctrica de Micos”. ¿Por qué no se consideraron los cambios ambientales ocasionados por la derivación total del agua del río para la generación de electricidad? Se verá más adelante que esta problemática sigue ocurriendo, aunque para el caso de la hidroeléctrica “Camilo Arriaga” o “El Salto”.

## ***6.2. La gestión del agua en la cuenca del Río Valles: ¿autonomía o control del Estado?***

Los párrafos anteriores muestran que los conflictos por el uso del agua en la cuenca inician en las primeras décadas del siglo XX, que, por otro lado, no eran de gran

magnitud y que éstos se circunscriben a dos de las cuatro subcuencas del Río Valles. Hoy puede verse que si bien los conflictos sociales no han emergido, la problemática ambiental que afrontan, o que afrontarán en el corto plazo, los habitantes de la cuenca comienza a emerger y que ésta debe ser encauzada y atendida por las agencias gubernamentales encargadas del ramo.

La problemática ambiental, potencial o real, de la cuenca del Río Valles fue abordada en el capítulo anterior. La cuenca en estudio tiene una extensión de 3,178.71 km<sup>2</sup>, según el sistema de información geográfica generado en esta investigación. Abarca porciones importantes del municipio de Ciudad Valles y dentro de ella se localizan en forma total los municipios de El Naranjo y Nuevo Morelos -este último perteneciente al estado de Tamaulipas. Sin embargo, abarca pequeñas porciones de otros municipios potosinos y tamaulipecos.

Por otro lado, a pesar de la existencia de la problemática ambiental identificada, analizada y documentada en el capítulo anterior, la CNA como organismo del gobierno federal y que tiene la obligación, por ley, de identificar, regular y dar respuesta a la problemática ambiental relacionada con el aprovechamiento de los recursos hídricos reconoce y ha reconocido, sólo a la contaminación por residuos líquidos domésticos urbanos y agroindustriales. La problemática ambiental existente en la cuenca es compleja y, como se verá más adelante, la respuesta gubernamental e, incluso, la social es parcial ya que responde únicamente a la problemática de las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles”, en las que se presentan los mayores usos y los mayores impactos ambientales negativos.

En tal sentido, se reconoce por diversas agencias gubernamentales, federales, estatales y municipales, que es en la época de estiaje<sup>92</sup> cuando se magnifican los principales problemas de contaminación y a los que denominan “emergencias hidroecológicas”.

Por otro lado, en un documento interno de 2004 de la Comisión Nacional del Agua (CNA) se indica que “la Administración Pública Federal tiene como estrategia fundamental la descentralización y desconcentración de funciones de la Comisión Nacional del Agua y el establecimiento de Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares”. Así, como “con el establecimiento y operación de los Consejos, Comisiones y Comités de Cuenca por iniciativa de los propios actores en el escenario del agua, se crea un foro permanente de carácter regional en el que se analiza integralmente la problemática del agua, se suman voluntades y recursos en la búsqueda de soluciones consensuadas”.

En el mismo documento se indica que los Consejos, Comisiones y Comités de cuenca “funcionan con la participación de los tres niveles de gobierno, los usuarios organizados y todas aquellas organizaciones sociales interesadas en participar en el análisis de los problemas, en la toma de decisiones y en la ejecución de programas y acciones en materia de agua”.

---

<sup>92</sup> Recuérdese que aquí ya se mostró que, desde los años 20 y 30 del siglo XX ya era reconocido el problema de la sequía por las agencias gubernamentales encargadas del manejo de los recursos hídricos; más aún, la sequía era reconocida por los usuarios del agua.

La CNA, amparada en la Ley de Aguas Nacionales, impulsó, sólo a partir de la preocupación de la sociedad, la creación del Comité de Cuenca del Río Valles. Esta acción de la CNA, impulsada y presionada por la sociedad civil, es relevante porque en mayo de 2006 sólo existían en México 19 comités de cuenca reconocidos y avalados por la CNA (CNA, 2006), dentro de éstos se encuentra el Comité de Cuenca del Río Valles que fue instalado el 10 de diciembre de 2002.

Según la CNA, los motivos para la creación del Comité de cuenca del Río Valles son las descargas de aguas residuales provocadas por la industria y la creciente población urbana, lo que se agudiza cuando se presenta la época de estiaje, provocando la “desaparición” de la flora y fauna característica del río y, con esto, emergencias hidroecológicas.

En abundancia de lo anterior, en el documento interno referido antes se sostiene que el volumen de agua residual sin tratamiento descargado por el uso público-urbano es de 8.2 Mm<sup>3</sup>/año, que generan 1,495 ton/año de DBO. A pesar de que el sector industrial descarga 4.4 Mm<sup>3</sup>/año, la mitad del uso público-urbano, genera 2,037 ton/año de DBO. Lo anterior provoca, según el mismo documento, la disminución de oxígeno disuelto en el río, provocando mortandad de flora y fauna. Esta caracterización, valga la insistencia, como se verá en los documentos generados por la CNA y el Comité de Cuenca del Río Valles, corresponde a las subcuenca “Río El Salto” y “Río Valles”. La CNA no define

qué considera como emergencia hidroecológica<sup>93</sup>, pero indica que entre el año 2000 y 2002 se presentaron 8 de éstas en la cuenca del Río Valles.

Ante la gravedad de la problemática, indica la CNA, se requiere “la implementación de acciones coordinadas y consensadas [sic] con una amplia participación de los habitantes y autoridades en la región. Ante esto y en respuesta a la demanda social de la región y dentro del marco de la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento se plantea la integración del ‘Comité de cuenca del río Valles’ para que oriente sus esfuerzos y actividades hacia una solución con la participación activa y coordinada de los tres niveles de gobierno, los usuarios y la sociedad en su conjunto” (Documento interno, CNA, 2004).

El 16 de agosto de 1999 quedó instalado el Consejo de Cuenca del Río Pánuco, que cuenta con organizaciones de apoyo que se integran a nivel de subcuenca, microcuenca y acuífero, con “la finalidad de resolver problemas que por su gravedad o complejidad requieren de atención especializada o temporal” (Documento interno, CNA, 2004). Por otra parte, la CNA propone la integración del Comité de Cuenca del Río Valles como grupo de trabajo donde participen los usuarios del agua, sociedad en general y las dependencias. A pesar de que en estos argumentos las dependencias – federales, estatales y municipales – están colocadas al final, con el objetivo de mostrar una gran participación social, los usuarios quedan “en manos” de la capacidad de “gestión” y “convocatoria” de la CNA, ya que se busca “...un foro de participación

---

<sup>93</sup> La emergencia hidroecológica puede definirse como un estado excepcional en el que se encuentra un tramo del río, en el cual las condiciones de flujo de agua se encuentran por debajo de los caudales ecológicos, lo que provoca disminución del oxígeno disuelto y, por ello, la mortandad de la fauna acuática existente en el mismo.

donde se coordinen y concierten programas y acciones para resolver la problemática existente”.

En tal sentido, el documento interno de 2004 indica que los objetivos del Comité de Cuenca del Río Valles son promover el ordenamiento de la distribución, uso y aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la cuenca con la participación responsable y organizada de los usuarios del agua; la instrumentación y ejecución de programas interinstitucionales dirigidos al saneamiento de las descargas; la vigilancia y preservación de la calidad del agua; y la promoción de una nueva cultura del agua en la población.

Por otro lado, en el Acta Constitutiva<sup>94</sup> y de Instalación del Comité de Cuenca del Río Valles se indica que los objetivos de éste, que en buena medida no coinciden con los considerados en el documento interno de 2004 de la CNA, son promover el mejoramiento de la calidad del agua en la cuenca y propiciar su saneamiento; promover el ordenamiento y regulación de los usos del agua; mejorar la eficiencia en los usos actuales del agua; promover el manejo y gestión integral de la cuenca y la preservación de sus recursos naturales; contribuir al mejoramiento de la educación y la cultura de la sociedad en relación a la importancia del agua y de los recursos naturales; y participar

---

<sup>94</sup> Esta acta fue firmada por el Gerente Regional Golfo Norte de la CNA, por el titular de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, por el presidente municipal de Ciudad Valles, por el Secretario Técnico del Comité Técnico de Cuenca del Río Valles que es el mismo Gerente Estatal de la CNA en San Luis Potosí, por un representante de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, por los vocales titulares del sector industrial y de servicios, agrícola y pecuario, y público-urbano; como invitados firman la Asociación Ecologista Proyecto Verde, A.C. y el Presidente de la Unión Estatal de Cañeros. Así, el Comité de Cuenca del Río Valles se constituyó el 10 de diciembre de 2002.

en la solución de conflictos asociados a la competencia entre usos y usuarios del agua y sus bienes inherentes en la cuenca.

El Comité de Cuenca del Río Valles está integrado por los presidentes municipales<sup>95</sup> en turno de Ciudad Valles y El Naranjo; por un secretario técnico, responsabilidad que es asumida por el Gerente Estatal de la CNA en San Luis Potosí; por un representante de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí; por tres representantes (un titular y dos suplentes) por cada uno de los usos agrícola-pecuario, industrial y de servicios, así como del público-urbano existentes. Todos los anteriores tendrán derecho a voz y voto.

En la primera reunión del comité, el 12 de febrero de 2003, el acuerdo principal fue que los Ingenios Plan de Ayala, Beta San Miguel y Plan de San Luis dieran a conocer el manejo específico de sus procesos de descarga. Esto es relevante porque se consideraba que los ingenios eran los que generaban las principales descargas de agua residual al Río Valles, en cantidad y calidad. En el 2006 la asociación civil *Ciudadanos por Valles* denunció la contaminación del río e indica que la CNA ha respondido diciendo que la actual planta de tratamiento está operando y que tampoco hay descargas de los ingenios Plan de Ayala y Plan de San Luis; la asociación sostiene

---

<sup>95</sup> Es necesario recordar que los presidentes municipales en México tienen un periodo máximo de gestión de tres años. En tal sentido depende de la preocupación que puedan tener los alcaldes en términos de gestión del agua y con esto el apoyo que le de al Comité. De acuerdo con la Quím. Rosario Ledesma, encargada de los Consejos de Cuenca de la Gerencia Estatal de la CNA en San Luis Potosí, el presidente municipal de Ciudad Valles en la gestión 2003-2006 no manifestó interés en contribuir y fortalecer al Comité de Cuenca del Río Valles.

que la principal prueba de contaminación del río son los malos olores, las enfermedades, la mortandad de peces y el agua putrefacta<sup>96</sup>.

En el mismo sentido, puede verse que en la 5ª reunión, celebrada el 2 de mayo de 2003, se estableció que en apoyo a las acciones de saneamiento que realizaba el comité y con base en los programas ecológicos de los ingenios, éstos se comprometían a tener cero descargas de su proceso de lavado de caña hacia los ríos. Empero el 23 de mayo de ese mismo año, en su primera reunión extraordinaria, el Comité de Cuenca del Río Valles recibió la denuncia de la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Ayuntamiento de Ciudad Valles en la que manifiesta que el 21 de mayo de 2003 el Ingenio Plan de Ayala contaminó el Río Valles, afectando con ello la toma de abastecimiento de agua de la población de Ciudad Valles. En consecuencia la CNA determinó la clausura temporal de la obra de toma del ingenio; sin embargo, ésta se realizó el día 31 de mayo de 2003, diez días después de que se presentó la contingencia.

Por otro lado, el 23 de abril de 2004 se acordó que el comité solicitara a la Superintendencia de la Hidroeléctrica Camilo Arriaga, que realice acciones para evitar que los lodos sean arrojados al río cuando se limpia la presa derivadora.

En relación con el uso de los recursos hídricos para riego, el principal acuerdo de la reunión del 18 de marzo del 2003 fue que el Comité ordenará las extracciones de los volúmenes de agua para este fin. Según el seguimiento que hace la CNA, el 23 y 28 de

---

<sup>96</sup> Véase: Periódico El Mañana de Valles, Sección Información General, 24 de junio de 2006.

abril del 2003 se iniciaron los programas de tandeo para el uso agrícola. El tandeo se levantó el 5 de septiembre del 2003, después de que los agricultores hicieron la solicitud en la reunión del 24 de junio de ese mismo año. La época de estiaje ha provocado que el Comité de Cuenca del Río Valles gestione reuniones con autoridades ejidales de Laguna de Mante y con el Grupo Santa Engracia, S.A. para elaborar, según el acuerdo del 29 de agosto de 2003, un programa de manejo de volúmenes en la Presa “La Lajilla”, lo que permitiría: “un volumen de seguridad en el puente Las Garzas, confluencia del río Valles, en época de estiaje”.

El 4 de febrero de 2004, el representante de los usuarios agrícolas propone ante el Comité la realización de estudios y proyectos “...para la construcción de represas a lo largo del río Naranjos o Valles, considerándose los siguientes puntos: Vado La Hincada, puente La Morita y Micos o bien donde la CNA considere viable”. En esa misma reunión se acordó que el programa de tandeo agrícola se iniciara el 6 de marzo a propuesta de la CNA quien argumentó la escala crítica del río.

En el acuerdo del 23 de abril de 2004 puede verse que el comité está preocupado por los efectos que otros aprovechamientos hidráulicos, fuera del ámbito de acción que la CNA le fijó, pueden tener en la disponibilidad de agua, principalmente para fines agrícolas. En tal sentido, el comité solicitó a la CNA que haga una revisión de los efectos que puede tener la perforación de pozos profundos en los municipios de Ocampo y Tula, Tamaulipas en los niveles del Río El Naranjo. En otros acuerdos puede verse la preocupación por impulsar sistemas de riego “más eficientes” para aumentar el agua disponible, aunque no se indica en qué se empleará el agua sobrante. En la

reunión del 18 de enero de 2006, el Comité de Cuenca del Río Valles, acordó aplicar los tandeos en la temporada de estiaje, así como continuar con la instalación de medidores en cada uno de los aprovechamientos hidráulicos que extraen agua del Río Valles, para evitar emergencias hidroecológicas, aunque no se dice cómo los medidores evitarán las emergencias, acción que tiene que ver con las políticas impulsadas por la CNA.

En los párrafos anteriores puede verse que las preocupaciones de la CNA y, por extensión, del Comité de Cuenca del Río Valles, giran en torno a dos aspectos: por un lado, está la “atención” que se le brindó, o brinda, al problema de contaminación del agua por las descargas de agua residual producto del procesamiento de la caña de azúcar en los ingenios; por otro lado, está la preocupación por la disminución de la disponibilidad hídrica en época de estiaje. Además, los diversos arreglos para resolver estos problemas son siempre de corto plazo.

Las debilidades del Comité de Cuenca del Río Valles, aquí detectadas y que se reflejan en las entrevistas formuladas a los representantes de los usuarios ante el comité, así como a los representantes de las asociaciones ecologistas que han participado en la constitución y seguimiento de las actividades del mismo y, que, como se ha mencionado antes, han jugado un papel muy importante en la identificación de la problemática ambiental, pueden ser las que a continuación se detallan:

1) El espacio territorial en que tiene alguna incidencia este comité se circunscribe a dos subcuencas –“Río El Salto” y “Río Valles”- de la cuenca hidrográfica del Río Valles<sup>97</sup> lo cual aquí se considera como una debilidad del comité. A pesar de que, en cierta medida, en este caso se respetan los límites hidrográficos, los que continúan prevaleciendo son los límites administrativos. Es claro que en esas dos subcuencas se localizan los principales usos –agrícolas, agroindustriales y público-urbano- y, con esto, por ejemplo, la mayor cantidad de agua residual sin tratamiento vertida a los cuerpos de agua; sin embargo, en el capítulo anterior se ha mostrado que en las otras dos subcuencas existen problemas ambientales –disminución de la disponibilidad hídrica, contaminación de cuerpos de agua, procesos de deforestación, por mencionar algunos- a los cuales no se les está brindando atención.

En tal sentido, tanto para el comité como para la CNA, en las otras subcuencas no existen graves problemas porque existen pocos usuarios. Así, la Ing. Villa Hernández indica que “...ahí nada más tenemos un ejido, Laguna del Mante, que se les a invitado a las reuniones, o sea ahí nada más son dos usuarios, una empresa y el ejido, el ejido le cedió parte de su volumen de agua, pero también se les invita a las reuniones del comité. La presa<sup>98</sup> es del ejido, la presa la opera el ejido y nada más le da servicio al ejido, entonces ahí no hay mayor problema, el ejido riega casi nada, [la] que riega es la empresa; la empresa se asoció con el ejido para rentarles las tierras y que le cedieran una parte del agua”.

---

<sup>97</sup> Entrevista con la Química Rosario Ledezma, encargada del Programa de Consejos de Cuenca, Comisión Nacional del Agua, 15 de Agosto de 2006.

<sup>98</sup> Se refiere a la presa La Lajilla..

En relación con la subcuenca “Río Los Gatos”, la Ing. Villa Hernández indica que “En és[a] sí tenemos problemas porque se seca totalmente en período de estiaje, pero les damos el mismo trato que a los del Río Valles, para nosotros es Río Valles y sus afluentes entran dentro de la misma norma; por ejemplo, ya tenemos más de cuatro años que no se otorga ninguna concesión, ya no se está otorgando ni una sola gota de agua de concesión para uso agrícola...La Comisión Nacional del Agua en el noventa y nueve armó un operativo, porque aquí no había nada, estábamos en una verdadera anarquía, en el noventa y nueve se hace el operativo para regularizar a todos los usuarios de uso agrícola, industriales y, de una vez, metimos en el paquete a lo que es el uso público-urbano...Y en el papel ya todas las comunidades registradas en el INEGI tienen su concesión de agua...*en el papel ellos tienen asegurado su volumen de agua, para cuando hagan su sistema de agua potable*<sup>99</sup>...”.

Para el representante de “Viva la Huasteca”, en contra de lo que opina la CNA, en relación con la subcuenca “Río Los Gatos”: “allí no hay tanto problema. ¿Por qué no hay tanto problema?. En primer lugar, porque ahí no hay poblaciones grandes...ese río es importante porque de allí toman mucha agua muchos agricultores...pero cuando pasa la temporada de lluvias ya deja de circular y nada más quedan lo que nosotros llamamos pozas...”. En la subcuenca “Río Mesillas”, “ahí no hay problemas, no hay localidades grandes, hay puros ejidos, pero la mayoría de esos ejidos son pequeños poblados de 200 ó 300 habitantes y la mayoría pues tienen sus baños de tipo letrina, que no escurren, no es significativo, no hay ningún tipo de industria...Pero en tiempo de sequía, cuando riegan la caña, también se acaban el agua y hay problemas de esos...”

---

<sup>99</sup> Énfasis agregado.

Como se mencionó, el Río Mesillas y sus tributarios alimentan la presa La Lajilla, operada por el Ejido Laguna del Mante, cuyos integrantes abren y cierran compuertas. Este ejido cedió una parte del volumen de agua que tenía concesionado a una empresa agrícola que produce cítricos. De tal modo que, generalmente, durante todo el año el río aguas abajo de la presa no lleva agua, lo que ocasiona problemas de acceso al líquido, tanto para consumo humano como para riego, en las localidades que se encuentran en las inmediaciones del cauce.

En los párrafos anteriores puede observarse que la CNA, secundada por el comité de cuenca del Río Valles, a pesar de la problemática ambiental en torno a la disponibilidad y uso del agua que se ha identificado aquí, ha realizado acciones encaminadas con un sentido correctivo más que preventivo, a solucionar la problemática urbana o relacionada con las demandas del sector urbano, que, como se ha visto, se desarrolla más en las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles”. De este modo, puede concluirse que, a pesar del esfuerzo ciudadano, la CNA aún no está preparada y en condiciones para ceder la gestión del agua a los ciudadanos y que la presión que ejerce sobre las asociaciones, a pesar de no ser muy evidente por estrategia política, es avasallador.

2) El Comité de cuenca del Río Valles, realiza acciones reactivas, de corto plazo, encaminadas a resolver, no de manera estructural, problemas que de otro modo no serían atendidos; por ejemplo, la pérdida de cobertura vegetal; la falta de infraestructura para el suministro de agua potable; la falta de infraestructura de saneamiento y, con esto, la contaminación de los cuerpos de agua de toda la Cuenca del Río Valles; el uso de leña, que tiene efectos graves en la salud humana y que es uno de los factores preponderantes en la pérdida de vegetación original y; finalmente, en donde converge

toda esta problemática: la disminución de la disponibilidad hídrica. Estos problemas estructurales, que invocan la gestión integral de los recursos hídricos reconocida en el papel por la CNA, no son considerados por el Comité de Cuenca del Río Valles. Sin embargo, ha tenido logros muy importantes en la solución de problemas ambientales estructurales, como es la reducción de la contaminación del Río Valles por las descargas de uno de los ingenios azucareros, pero en otros no desconocidos por el Comité no han buscado resolverlos.

Para el Ing. Valdez Galicia, el comité se creó "...para sanear las aguas del Río Valles...aquí participa la Comisión Nacional del Agua, la presidencia municipal, los usuarios agrícolas, los usuarios industriales, los usuarios urbanos; ya como invitadas de importancia están las agrupaciones de ecologistas que también participaron...no como integrantes del comité, pero sí importantes para que se llevará a cabo esto. Creo que todos han colaborado para el éxito, porque los industriales pusieron todo a la disposición para lograr hacerse eficientes en el agua, y no regresar esa agua contaminada al río, tienen sus plantas...se puede decir que cumplieron al cien [por ciento]. En lo que corresponde al uso agrícola, se tiene una disposición enorme y una conciencia también de la gente porque teníamos que aceptar un tandeo para no perjudicar el caudal del Río Valles. En tiempos de calor sí es peligroso por la contaminación que todavía no está al cien por ciento cubierto eso y los peces, la ecología, el ecosistema. Entonces, también hubo mucha disposición de los usuarios agrícolas y pecuarios y los que se tardaron más en cumplir y que todavía no cumplen es el uso urbano [sic], hay una planta pero no es suficiente, se acaba de poner una piedra para el inicio de una planta tratadora de agua para con eso tener el cien por ciento de

saneamiento...El gobierno municipal fue el último que reaccionó ante esa demanda que tenía el Río Valles...<sup>100</sup>”

El Ing. Valdez Galicia sostiene que los usuarios agrícolas aceptaron el tandeo agrícola e indica que “...en el caudal del río hay una cota mínima y de allí no podemos bajarla por que ya se rompe el ecosistema, entonces había que conservarla y la manera de conservarla es el tandeo y la otra manera también los usuarios están haciendo esfuerzos y falta camino por recorrer en eso ha sido hacernos eficientes en los riegos, que ya no sea riego ‘rodado’, sino más bien de aspersión, microaspersión o goteo, pero vamos caminando sobre eso...el tandeo se fija como un acuerdo con la Comisión Nacional del Agua...<sup>101</sup>”

En ese sentido, el Sr. Safi añade que “En principio todos los usuarios están respetando el tandeo, es muy importante para este respeto que los usuarios están agrupados en asociaciones de productores y que las dirigencias de las asociaciones de productores han hecho conciencia de que se necesita este uso tandeado del agua y eso ha facilitado que el productor acate la instrucción, especialmente con las asociaciones de cañeros<sup>102</sup>”.

El Sr. Safi explica que el tandeo consiste en que: “...cuando el nivel del agua del río llega a un nivel bajo en donde la contaminación y el cuidado del ecosistema se hace

---

<sup>100</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles, 6 de Octubre de 2006.

<sup>101</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles, 6 de Octubre de 2006.

<sup>102</sup> Entrevista con el Sr. Federico Safi, Presidente de la Unión Estatal de Cañeros, 7 de octubre de 2006.

más crítico, allí es cuando se determina el tandeo, y el tandeo es de todos los usuarios que hay, se reparte el uso del agua a la mitad una semana y a la mitad la otra semana. De esta manera bajas a la mitad el consumo del agua de todos los días; hay usuarios que dejan de usar el agua una semana, mientras la otra mitad la está usando y luego al revés...Se hace público y hay una vigilancia de que se cumpla con este acuerdo...Si el nivel del agua del río siguiera bajando a niveles más críticos se suspende totalmente el riego, igual si se recupera a niveles normales se quita el tandeo y se sigue el riego general...<sup>103</sup>”

Para el Ing. Alejandro Aguilar, el tandeo “...es una calendarización de cuándo debe uno de regar; les toca regar a la productores una semana [y] otros se tienen que esperar a que les toque su turno, de tal manera que no estén regando todos al mismo tiempo y con ello garantizar un volumen que no [ponga] en riesgo a la fauna silvestre y bueno ese tandeo hasta estas fechas ha dado resultados, ya no se han presentado desde el 2001 a la fecha ya no ha habido mortandad de peces...<sup>104</sup>”

Por otro lado, con respecto al uso del agua por parte de la hidroeléctrica “Camilo Arriaga” para generación de energía eléctrica, el Sr. Safi indica que “...ahí esta hidroeléctrica realmente lo que está haciendo un poco de daño es por una cascada<sup>105</sup> muy bonita que hay allí y cuando el río trae poca agua se acaba la cascadita, hay una afectación turística, más que otra cosa...”.

---

<sup>103</sup> Entrevista con el Sr. Federico Safi, Presidente de la Unión Estatal de Cañeros, 7 de octubre de 2006.

<sup>104</sup> Entrevista con el Ing. Alejandro Aguilar Fernández, Coordinador del Espacio Cultural del Agua, 11 de octubre de 2006.

<sup>105</sup> El Sr. Safi se refiere a la cascada “El Salto”, localizada en los terrenos del ejido El Salto, Municipio El Naranjo.

Esta hidroeléctrica deriva a través de una presa y un canal aproximadamente 20 m<sup>3</sup>/s de agua, ocasionando que la caída El Salto, una de las principales de la Huasteca Potosina, desaparezca por completo y que un tramo de dos kilómetros del río permanezcan secos todo el año (Fotos 12 y 13), esto sin considerar los efectos en la flora y fauna. En este problema la CNA y el comité no realizan acciones correctivas.

**Foto 12. Lo que queda de la cascada “El Salto”, cuenca alta del Río Valles, 2006.**



Foto: Germán Santacruz, Octubre de 2006.

**Foto 13. Canal de conducción de la hidroeléctrica “Camilo Arriaga”, Municipio El Naranjo, 2006**



Foto: Germán Santacruz, Octubre de 2006.

Por otro lado, el comité ha sido el escenario para que los representantes de los usuarios estructuren diversas propuestas encaminadas a “reducir” los efectos de la sequía tanto en el sector agrícola como en el sector urbano; sin embargo, éstas han tenido poco eco en la CNA. Así, el sector agrícola ha propuesto algunos mecanismos para reducir los efectos del tandeo; sin embargo, esto puede ser motivo de conflictos, la propuesta se centra en que “...se le dieron a la Comisión Nacional del Agua tres proyectos, en forma muy general, no a detalle, para poner una represa y almacenar agua y en dado caso que tuviéramos un bajo nivel brusco, allí responder muy rápido a cubrir una demanda de la población de aquí de Ciudad Valles, que es lo crítico, pero también está un estudio por parte de la Comisión Nacional del Agua que dice que es muy poquito el volumen de agua que se puede acumular; pero nosotros no hemos quitado el dedo del renglón, por la cantidad que sea éste creo que vale la pena ir acumulando el agua. Sentimos que no se ha hecho un estudio para ver la conveniencia de estas retenciones

y si el estudio demuestra que no es costeable, que no es significativo, bueno pues no se hará, pero si el estudio demuestra que sí, habrá que hacerlo. Entonces, lo que nosotros pedimos es hacer un estudio para dar realmente una valoración de lo que esto puede ayudar...pero la producción de caña depende más del temporal de lluvias que del riego de las cuencas...”<sup>106</sup>

Otra propuesta del representante del sector agrícola ante el comité está relacionada con la presa La Lajilla. En tal sentido, el Ing. Valdez Galicia dice que “...cuando se venía muy crítica la situación aquí para Valles, podríamos traer agua de la presa La Lajilla para uso urbano...se planteó un proyecto para entubar esa agua para en caso de emergencia ver la posibilidad de traerla por el cauce...es una posibilidad...son aguas nacionales, pero existe la concesión para el ejido Laguna del Mante”<sup>107</sup>

De todo lo anterior, se desprende que las principales acciones del Comité de Cuenca del Río Valles estuvieron encaminadas a reducir la contaminación producida por los ingenios azucareros y establecer un programa de tandeo agrícola en la época de estiaje. En tal sentido, la Ing. Villa sostiene que este programa consiste en que “...no todos a la vez pongan sus equipos de bombeo, entonces los regulamos a quién le va a tocar una semana, a quién la siguiente, se les da un calendario, desde el Naranjo hasta acá y aparte apoyarlos, por que los está apoyando para que cambien sus equipos de riego...hasta ahorita no ha habido problemas...han aceptado el tandeo agrícola,

---

<sup>106</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles, 6 de Octubre de 2006

<sup>107</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles, 6 de Octubre de 2006

cambiar sus equipos de riego y que acepten la instalación de medidores volumétricos, un poco de manera concertada y otra porque hemos hecho visitas de inspección, por que las multas son un poco elevadas...*ya sabemos que la CNA no es nada más de balde, que tiene un rostro amable cuando te da un título, pero también tiene el rostro normativo cuando no cumples*<sup>108</sup>...pero ellos cuando entran al tandeo, cuando entran a un uso eficiente, cuando entran a instalar su medidor lo hacen más por conciencia, saben que si se acaba el río se acaba la economía de la zona...el 90 % de la gente vive alrededor del cultivo de la caña, entonces si se acaba el río se acaba el cultivo de la caña..."<sup>109</sup>

3) El Comité de cuenca del Río Valles, es una entidad que depende en gran medida del impulso y la capacidad de "gestión" de la CNA, es decir, no es un órgano netamente ciudadanizado, pero que, por su naturaleza jurídica, no recibe apoyo financiero de la CNA para su operación. Aunque probablemente si fuera "ciudadanizado" no sería atendido por la CNA.

En tal sentido, puede decirse que es una organización "híbrida", considerando la definición de Mestre (2005), quien sostiene que un organismo de cuenca "*es un ente gubernamental que tiene como objeto la gestión de una cuenca, ya sea parcial, amplia o restringida; puede ser sólo de gestión del agua, como en México; puede ser de gestión de recursos naturales, como está ocurriendo en varios países y en contraste están las organizaciones de cuenca que [son] de tipo social, y sus actores pueden ser*

---

<sup>108</sup> Énfasis agregado.

<sup>109</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, Encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua. 06 de Octubre de 2006.

*usuarios del agua, académicos, empresarios; personas que se involucran, se informan e inciden en la toma de decisiones, es decir, se empoderan de los procesos que tienen que ver con la gestión del agua” (Mestre, 2005, p. 25). Más aún, en su acta constitutiva puede verse que el Comité podrá reunirse siempre y cuando convoque el Secretario Técnico, es decir, el Gerente Estatal de la CNA en San Luis Potosí. El Comité de Cuenca del Río Valles se ha reunido 14 veces desde su creación, es decir tres o cuatro veces por año. En tal sentido Mestre (2005, p.25) sostiene que “en algunos casos, las organizaciones del agua cuentan con la presencia del gobierno...cuando hay presencia gubernamental, sus representantes solamente tienen voz pero no voto”.*

Así, en opinión de la Ing. Rosa Elba Villa Hernández<sup>110</sup>, funcionaria de la CNA, el Comité de Cuenca del Río Valles es un organismo auxiliar del Consejo de Cuenca del Río Pánuco, pero que no está constituido jurídicamente como los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), razón por la cual no recibe “los apoyos correspondientes”, aquí se refiere principalmente al apoyo económico para su operación; así, “cada quien hace la parte que le corresponde” y generalmente los usuarios “apoyan” a la CNA con la parte logística, sobre todo para realizar las reuniones del comité.

En sí, sostiene la Ing. Villa Hernández, el comité “se creó porque era una problemática ya existente, fue la necesidad de la gente de organizarnos para hacer algo al respecto...pero la responsable directa de los ríos es la CNA...no nos quedo de otra más

---

<sup>110</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de Octubre de 2006.

*que entrarle*<sup>111</sup>. La única manera de entrarle era invitar a todos los actores, fue como se invitó a los ganaderos, cañeros, las industrias, las dependencias involucradas...entonces no fuimos comité auxiliar, éramos un acuerdo más bien interinstitucional para ver la problemática de la contaminación del Río Valles, le llamamos Río Valles por que es la parte donde más se nos presentaba el fenómeno, la parte alta de El Naranjo no tanto porque desde allá viene y ya después de eso la misma CNA le da de manera alterna como organismo auxiliar, *pero de hecho nosotros ya estábamos organizados*<sup>112</sup>. Ya nada más fue darle la formalidad...cuando nosotros nos formamos y nos constituimos también quisimos entrar al Consejo de Cuenca para que se nos diera una serie de apoyos para llevar a cabo todas las actividades, se nos negaron en aquel entonces...y ya después llega otro gerente<sup>113</sup> y él dice, oye es que sí vamos a constituirlo como un organismo auxiliar y ya se dio la formalidad...y tengo entendido que fue uno de los más avanzados, de los que más ha logrado en tan poco tiempo y por qué fue, porque no fue creado de manera burocrática, la coordinación ya existía...*lo único que nosotros necesitamos era coordinarlo*<sup>114</sup>... Y fue un proceso interesante el que se dio, más porque ya cuando le dimos la formalidad como comité y ya entró todo el apoyo por parte de la Comisión Nacional del Agua, se sintió la presión de la gente de que teníamos que llevar a cabo acciones importantes, entonces se presenta otro fenómeno de mortandad de peces, en donde se puso en riesgo la población por un problema que tuvo el ingenio, entonces pudimos ponerle una medida

---

<sup>111</sup> Énfasis agregado.

<sup>112</sup> Aquí puede verse que, en efecto, el “comité” ya funcionaba, con el propósito de identificar la problemática ambiental existente en el Río Valles y que afectaba a la zona urbana del municipio de Ciudad Valles; incluso puede verse que la Ing. Villa Hernández se asume, en esta parte de la entrevista, como una ciudadana y no como funcionaria de la CNA.

<sup>113</sup> Se refiere al gerente estatal de la CNA.

<sup>114</sup> Énfasis agregado.

de seguridad al ingenio, y esa medida pues fue con todo el respaldo de la sociedad, porque el ingenio<sup>115</sup> se defendió e interpuso un amparo y no nos ganaron el amparo, pero a nosotros como CNA nos hubiese podido ganar el amparo facilito porque no cumplimos con todas las reglas del proceso como el que se llevó a cabo, pero fue rechazado el amparo porque no era nada más la CNA, ahí estaba el ayuntamiento, el organismo operador, ahí estaban los mismos cañeros, se concertó con los cañeros antes de llevar a cabo ese cierre...los cañeros sacaron un desplegado en donde se le daba todo el respaldo a la acción emitida por la CNA, eso fue importantísimo...”<sup>116</sup>

Con respecto a lo anterior, recordando que la Ing. Villa Hernández mencionó que “...no nos quedó de otra más que entrarle”, el Ing. Aguilar Fernández indica que: “...con todo respeto, a la CNA le tembló la mano para cerrarle la toma de agua al ingenio, tuvo que consultar dentro del comité qué decía la sociedad civil, oye pues cómo vas a cerrar la principal fuente generadora de empleos, pues sí pero está contaminándote el agua que estás bebiendo y es agua que están bebiendo los cañeros, los cañeros viven aquí en Valles, ni modo que tomen agua de otro lado...”<sup>117</sup>

En otra parte de la entrevista, el Ing. Aguilar Fernández sostiene que: “...*la Comisión Nacional del Agua debe separarse y dejar operar a los organismos y no querer tener el control, el gobierno como que da ciertas libertades, formen su comité, ustedes*

---

<sup>115</sup> Se refiere al Ingenio Plan de Ayala.

<sup>116</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de Octubre de 2006.

<sup>117</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de Octubre de 2006.

*resuelvan el problema nosotros los apoyamos, pero tampoco quiere soltar el mando, suelta para que en un momento dado no exista un compromiso con la Comisión Nacional del Agua y se le pueda hacer con justa razón alguna observación o reclamo como dependencia, o sea no te puedo yo decir nada porque tú me estás financiando*<sup>118</sup>...El comité no es autónomo al cien por ciento, tiene su muy particular forma, aquí se ponen fuertes, aquí se ponen hasta a veces agresivas, a veces no se tiene el tacto por algunos grupos de organizaciones civiles de decir las cosas, pero yo creo que no es con el ánimo de ofender, es con el ánimo de decir las cosas están mal, miren ya tenemos mucho tiempo aquí caminado y no vamos a ningún lado, y de repente hay reclamos fuertes a la dependencia, al gerente, y pues no les gusta que les llamen la atención en público, no les gusta que la gente les reclame en público, entonces cuidan ese tipo de situaciones...”<sup>119</sup>

Por otro lado, parece ser que las razones por las que el comité no se ha constituido legalmente como asociación, son: 1) la falta de interés y tiempo de los usuarios (o representantes de los usuarios); y 2) la falta de apoyo de la CNA para que se lleve a cabo tal constitución. Sin embargo, este organismo está “presionando” a los usuarios para que se constituya y “ellos lo van hacer, no los presiones”, ya que el comité está “pensando todo de manera conjunta, no es nada más el agua”<sup>120</sup>.

---

<sup>118</sup> Énfasis agregado.

<sup>119</sup> Entrevista con el Ing. Alejandro Aguilar Fernández, Coordinador del Espacio Cultural del Agua, 15 de octubre de 2006.

<sup>120</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de octubre de 2006.

Así, para un sector de la CNA, el más próximo a la problemática de la cuenca y del comité, lo único que le falta a este último es la figura legal para evitar *burocratizar* al comité. En tal sentido, se pone de ejemplo que la experiencia del Comité de Cuenca del Río Valles, como organismo de participación social, se iba a presentar en el IV Foro Mundial del Agua; sin embargo, “como los burócratas burocratizamos las cosas<sup>121</sup>” esto no se realizó, ya que estos burócratas, en manos de quienes quedó esta acción, “nunca habían participado y no sabían cuál era el origen, el nacimiento, cómo es la estructura y cómo estaba operando el comité de cuenca y lo burocratizaron”<sup>122</sup>. En otra parte de la entrevista la Ing. Villa Hernández, contradictoriamente, manifiesta que “...aquí no hay tutela, porque ellos, no necesitamos andar detrás de ellos...porque no es oficial, no es burocrático, es a conciencia, ellos lo van a seguir haciendo...”<sup>123</sup>.

Esta sentencia permite ver que las acciones clave que se plantea el comité están permeadas e influenciadas por la CNA; por otro lado, permite ver, al menos dos niveles de burócratas de la CNA; uno, el más próximo, en todos los sentidos, al comité, que en la medida de sus posibilidades “apoya” las acciones de éste, siempre y cuando no afecte la decisión del segundo nivel, que; por un lado, desconoce la problemática y; por otro, dicta políticas y acciones que inciden en el funcionamiento del comité. Estas acciones<sup>124</sup> han provocado confrontaciones entre la CNA, y con ella el comité, con las

---

<sup>121</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de octubre de 2006.

<sup>122</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de octubre de 2006.

<sup>123</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de octubre de 2006.

<sup>124</sup> La acción que molestó al presidente municipal de Ciudad Valles y que provocó que éste dejará de asistir, a pesar de fungir como presidente del Comité de Cuenca del Río Valles, fue el cierre del rastro municipal. Así, el presidente

autoridades municipales de Ciudad Valles, lo que, a decir de la CNA, no lo ha debilitado, ya que éste “es reconocido por la sociedad, los medios, las dependencias, tiene un peso y no lo hemos politizado. El comité se ha mantenido muy autónomo e independiente de cualquier candidato, por que no nos interesa la política...quien esté va [a] operar...es darle un empujoncito para que se consolide y buscar a la gente idónea para que lo lleve a cabo...Para mí la gente idónea es el grupo ecologista<sup>125</sup>, porque hasta los mismo cañeros tienen sus intereses económicos”. En tal sentido, la Ing. Villa Hernández sostiene que “hay un grupo ecologista en la zona que es Proyecto Verde que tiene muchos años trabajando y era uno de los grupos que más estaban utilizando eso, y cada que se presentaba ese fenómeno...era la parte sensible de la sociedad, que no estábamos haciendo nada como CNA...y ya empieza a haber algo de fauna...”<sup>126</sup>.

En el Comité de Cuenca del Río Valles han participado, como testigos y vigilantes de las acciones, dos grupos ecologistas: “Proyecto Verde” y “Viva la Huasteca”. Los representantes de este último se dicen ecologistas por que “no son capaces de matar ni una hormiga, menos tocar un árbol...no hay escuela donde te digan tienes que ser así con el medioambiente...a tí te duele cuando sientes que están atacando el medio ambiente...tú ya naces con eso<sup>127</sup>”. En tal sentido, para argumentar su participación en el comité, el representante de “Viva la Huasteca” sostiene que “...por ser de aquí de la

---

municipal quiso crear su propio organismo. Según la Ing. Villa Hernández, “eso sí le pegó un poco al comité de cuenca”.

<sup>125</sup> La Ing. Villa Hernández, se refiere al grupo ecologista “Proyecto Verde” y, en particular, al Coordinador del Espacio Cultural del Agua.

<sup>126</sup> Entrevista con la Ing. Rosa Elba Villa Hernández, encargada de la Ventanilla Única-Zona Huasteca, Comisión Nacional del Agua, 6 de octubre de 2006.

<sup>127</sup> Entrevista con el Ing. Sergio Calvillo, representante del grupo ecologista “Viva la Huasteca”, 6 de octubre de 2006.

región, conozco muy bien el río desde donde nace hasta donde se junta con otro río y nace el Río Tampaón, así es que no lo desconozco, lo conozco muy bien”<sup>128</sup>.

Añade que “he visto cómo se ha ido degradando [el Río Valles] y sé las causas, sé lo que se ha hecho y sé lo que no se ha hecho...la problemática del río se viene generando desde hace mucho tiempo...en el mes de abril el río baja su nivel y en ese mes, en el año, 2001 se presentó una mortandad de peces terrible en el río...de verdad daba lástima ver tanto pez muerto”. “Nosotros sabíamos de donde venía el problema, lo sabíamos perfectamente bien...para nosotros los ambientalistas, claro todo el medioambiente es muy importante, pero qué puede ser más importante que el agua, sin agua no eres nada...y en este país no le hemos dado la importancia al agua...Mira, aquí por oficinas de medioambiente, olvídate, hay como veinte, pero nadie hace nada...Los ambientalistas no somos políticos y la mayoría de los que están en dependencias de gobierno son políticos y ellos cuidan mucho la imagen de la dependencia, ya sea estatal, municipal o federal, a ellos para eso les pagan y a nosotros no nos paga nadie, yo estoy aquí por que yo quiero hacerlo ...Y vamos a reuniones y no le debo ningún favor a ninguna dependencia, ni recibimos a veces ni un café para no tener ningún compromiso con ellos, somos totalmente independientes”<sup>129</sup>.

Para la agrupación ecologista “Viva la Huasteca” el Comité de Cuenca del Río Valles es poco funcional porque “las reuniones las comanda el presidente municipal y el gerente

---

<sup>128</sup> Entrevista con el Ing. Sergio Calvillo, representante del grupo ecologista “Viva la Huasteca”, 6 de Octubre de 2006.

<sup>129</sup> Entrevista con el Ing. Sergio Calvillo, representante del grupo ecologista “Viva la Huasteca”, 6 de Octubre de 2006.

de la Comisión Nacional del Agua, viene SERMANAT, viene la SEGAM, viene salubridad, la Comisión Nacional Forestal, y toda esa gente trae sus secretarios, así es que mira cuando nos juntamos en la cuenca del Río Valles...nos juntamos no menos de cincuenta personas...de funcionarios y todos sabes lo que hacen...echarse flores uno con otro; tú Comisión Nacional del Agua, le dice el presidente municipal, te felicito fulano de tal porque la CNA está haciendo muy bien las cosas, gracias a ustedes todo está muy bien, les agradezco que se preocupen por el agua...Luego el de la CNA se la regresa al presidente municipal, no pero es que es gracias a usted presidente municipal, qué hubiéramos hecho si usted no estuviera en la presidencia municipal...Y así se la pasan échale flores a uno y el otro se las regresa y todo está muy bien...Los usuarios somos los agrícolas...nosotros somos invitados como organizaciones no gubernamentales, como asociaciones ambientalistas...Nosotros no somos bien vistos en el comité, por que nosotros no nos prestamos a echarle flores a nadie, nosotros decimos la verdad de lo que está pasando<sup>130</sup>...yo también soy usuario<sup>131</sup>, tengo concesión del río, extraigo agua del río y tengo mi representante ante el comité, cada usuario tiene su representante...La CNA copa [coopta] a los representantes: ¿quién da las concesiones para usar el agua de los mantos? pues la CNA. Entonces, qué hacen los productores de caña de azúcar –nos dicen- oye no le grites mucho al gerente de la CNA, le vamos a pedir otras concesiones, no les digas nada, le vamos a pedir más agua...nada más como que le dices y como no le dices, nada más cumple,...Nosotros los ambientalistas somos únicos contra cincuenta o sesenta que estamos en una mesa

---

<sup>130</sup> Énfasis agragado.

<sup>131</sup> El Ing. Calvillo tiene una concesión otorgada por la CNA para extraer agua del Río Valles, que usa en riego agrícola.

que decimos que las cosas no andan bien y los otros cincuenta dicen que todo está bien”<sup>132</sup>.

El Ing. Aguilar Fernández, del Espacio Cultural del Agua, sostiene que “...el comité ha tenido fuerza, pero también al comité le ha faltado mucho la cuestión del apoyo de recursos, el comité debería estar operando como lo COTAS, [que] reciben un apoyo, tienen una oficina, tienen personal, tienen vehículo y para bajar recursos para proyectos. Nosotros nos hemos quedado en eso, o sea, aunque se inauguró formalmente y se constituyó formalmente, no se ha hecho, digámoslo así, por los cauces legales que debe ser; la asociación civil se debe constituir legalmente, cosa que no está definido, mientras no se haga eso pues no podemos acceder a los recursos...”. En otra parte de la entrevista sostiene que: “...tiene sus logros el comité y ha trabajado y ha hecho cosas importantes, pero también necesita más, no quedarnos con lo que hemos hechos...”<sup>133</sup>

Los usuarios agrícolas, principalmente el sector cañero, tienen representantes con voz y voto en el Comité de Cuenca del Río Valles. Para ellos<sup>134</sup>, “la creación de los comités de cuenca es positiva y en el Comité de Cuenca del Río Valles ha habido algunos avances...estamos en un proceso hasta de entendimiento de lo que esto significa, del gran compromiso que conlleva y de cómo podemos manejar mejor esta gran

---

<sup>132</sup> Entrevista con el Ing. Sergio Calvillo, representante del grupo ecologista “Viva la Huasteca”, 6 de Octubre de 2006.

<sup>133</sup> Entrevista con el Ing. Alejandro Aguilar Fernández, Coordinador del Espacio Cultural del Agua, 15 de octubre de 2006.

<sup>134</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles. Entrevista con el Sr. Federico Safi, Presidente de la Unión Estatal de Cañeros.

responsabilidad. Sí es cierto que ha habido algunos avances, particularmente en el aspecto de saneamiento de la cuenca, en esto ha habido un poquito más de conciencia de todos los actores y ya algunas soluciones para que el Río Valles esté en un proceso de saneamiento que todavía no está al cien por ciento, pero que sí podemos decir que vamos a más de la mitad...pero tenemos mucho que aprender todavía de lo que representa manejar una cuenca tan importante como ésta...”.

Para el Ing. Valdez Galicia el Comité de Cuenca del Río Valles “...no beneficia en forma directa al agricultor, en forma indirecta sí porque si no hubiéramos puesto un orden, entonces hubiera llegado el momento de decir nadie riega, paren todo, lo que hubiera sido una decisión desesperada, alocada, entonces hubiera sido un desorden. En ese sentido, sí nos ayudó a que en forma ordenada todos tuviéramos agua”. En tal sentido, el Sr. Safi añade que “En mi opinión lo más importante del comité de cuenca es que involucra a los usuarios del agua y a la ciudadanía a que se hagan responsables del agua. [A] los usuarios no nos importaba mucho [lo] que pasaba, simplemente usábamos el agua y ya, entonces al integramos en un comité de cuenca nos enteramos y hacemos conciencia de cuáles son los problemas del agua y qué uso debemos hacer de ella para que nos alcance para todos, aquí nos hacemos conscientes de cuidarla, de hacer un uso eficiente, racional, ordenado...que se involucren los usuarios y la ciudadanía en proteger el agua...”<sup>135</sup>

---

<sup>135</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles, 7 de octubre de 2006.

Del mismo modo, el Ing. Valdez Galicia sostiene que "...aquí hemos avanzado mucho porque la Comisión Nacional del Agua pues la realidad es que nos ha escuchado mucho a nosotros dos<sup>136</sup>, hemos platicado mucho con ellos, nos ha escuchado, ha tomado en cuenta nuestras opiniones y yo creo que hemos trabajado de la mano ellos y nosotros...la Comisión Nacional del Agua va sobre la misma ruta de que se forme este comité..."<sup>137</sup>.

---

<sup>136</sup> El Ing. Valdez se refiere a él y al Sr. Federico Safi

<sup>137</sup> Entrevista con el Ing. Manuel Valdez Galicia, Vocal titular del Sector Agrícola y Pecuario ante el Comité de Cuenca del Río Valles, 7 de octubre de 2006.

## **CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

La cuenca del Río Valles se localiza en la parte húmeda de los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí, este último considerado como un estado seco. La cuenca estudiada tiene características que, en menor o mayor magnitud, se presentan en otras cuencas, de tamaño similar. Éstas van desde que se puede considerar como una cuenca dominada por un centro urbano, hasta la enorme inequidad, sobre todo en lo que se refiere al nivel educativo y acceso a servicios públicos, entre el sector urbano y el rural. Como estudio de caso permite ver que la gestión integral de recursos hídricos invoca la convergencia de diversos campos disciplinarios, considera a la cuenca hidrográfica como espacio físico para la aplicación de sus principios. Sin embargo, aunque con un alto sentido práctico, la convergencia de los campos disciplinarios, con un enfoque multidisciplinario, se presenta en pocos casos prácticos y se destaca más en el ámbito teórico como una necesidad creciente.

La GIRH implica el conocimiento de aspectos socioeconómicos, cuyo abordaje corresponde a las ciencias sociales, y de aspectos biofísicos, abordados por las ciencias naturales; de modo que se requiere tender puentes “sólidos” entre estos campos disciplinarios, lo que requiere una estructura de pensamiento que ponga de relevancia diversos aspectos estudiado por tales campos. Por otro lado, la cuenca hidrográfica considerada como sistema hídrico, y más aún como un sistema hídrico

complejo, implica, valga la redundancia, un abordaje complejo, este requiere para su estudio de un equipo humano que tenga capacidad de abordar los diversos aspectos de tal complejidad.

De modo que la GIRH es un enfoque “hacia” más que una realidad concreta; así, se puede concluir que en el estudio de caso aquí analizado, a pesar de algunos visos como la participación social de corte urbana, se puede documentar más como un “hacia” la GIRH. Por otro lado, se concluye que los elementos para la GIRH, en su condición más básica, analizados y considerados en esta investigación son, por un lado, la disponibilidad hídrica, que está relacionada con aspectos biofísicos, es decir con las condiciones climáticas, de uso de suelo y vegetación, hidrométricas, etc. de la cuenca estudiada y, por otro lado, son considerados los aspectos relacionados con el uso y acceso a los recursos hídricos, la percepción de la problemática relacionada con tales usos y la gestión del agua “avalada” por las agencias gubernamentales. De modo que esta investigación puede ser considerada como la forma más básica de GIRH. Se buscó establecer un balance, un equilibrio en el análisis de los elementos biofísicos y socioeconómicos; aunque todo indica que esto no se logró y predominó la parte biofísica sobre la socioeconómica.

De manera particular se concluye que la disponibilidad hídrica teórica en la cuenca del Río Valles se ha reducido en los últimos 30 años y el panorama es que ésta se reduzca aún más, sobre todo bajo los escenarios de cambio climático; sin embargo, actualmente esta disponibilidad todavía puede cubrir la demanda de recursos hídricos de la población humana de la cuenca. Puede concluirse que hoy la disponibilidad hídrica

teórica es de 10,348.15 m<sup>3</sup>/hab/año para la subcuenca “Río Valles”, 22,810.27 m<sup>3</sup>/hab/año para la subcuenca “Río Mesillas”, 20,910.37 m<sup>3</sup>/hab/año para la subcuenca “Río Los Gatos” y 10,116.78 m<sup>3</sup>/hab/año para la subcuenca “Río El Salto”, estos resultados bajo el modelo más conservador. Se concluye que la subcuenca “Río Valles” cuenta con alta disponibilidad hídrica debido, en buena medida, a su localización espacial; es decir, en ella convergen la escorrentía que en la realidad no es aprovechada en las subcuencas tributarias, esto a pesar de que, como ya se mencionó, en ella se localiza el principal centro urbano de la cuenca.

Por otro lado, en términos de contaminación de los recursos hídricos se concluye que, si bien la cuantificación oficial muestra que las fuentes del problema que constituían los ingenios azucareros se ha resuelto, aún se presentan niveles de contaminación bacteriológica, química y física que se encuentran por arriba de los valores establecidos en la normativa oficial mexicana como adecuados para usar al río como fuente de agua potable. Se concluye preliminarmente que las causas de la contaminación bacteriológica están tanto en la zona urbana, la cual extrae 12.6 Mm<sup>3</sup>/año para su suministro y genera 278 lps de agua residual, de la cual se trata, de manera deficiente, menos del 50%, así como las localidades rurales las cuales carecen, como ya se vio, de sistemas de saneamiento de sus aguas residuales.

En abono a lo anterior se concluye que la vigilancia oficial de la calidad del agua en la cuenca se centra únicamente en el agua superficial y de ésta sólo la que constituye la subcuenca “Río El Salto”, en la cual existen dos puntos de monitoreo temporal de la calidad del agua, y en la subcuenca “Río Valles” en la que existen dos puntos de

monitoreo. En la subcuencas “Río Mesillas” y “Río Los Gatos” no existe vigilancia oficial de la calidad del agua superficial; sin embargo, por las condiciones similares de falta de sistemas de saneamiento en las pequeñas localidades, se puede concluir preliminarmente que la calidad del agua superficial está deteriorada, sobre todo, en términos bacteriológicos.

Al igual que ocurre con las estaciones de monitoreo de la calidad del agua, se concluye que las subcuencas “Río El Salto” y “Río Valles”, que dicho sea de paso presentan las mejores condiciones edáficas aunque no de disponibilidad hídrica teórica, concentran las estaciones climatológicas e hidrométricas; por tal motivo, la estimación de la disponibilidad hídrica y de contaminación del agua es más acertada en estas subcuencas; de tal modo que en las otras dos subcuencas los resultados obtenidos por los modelos no pudieron ser comparados con los valores hidrométricos medidos.

A pesar de la alta disponibilidad hídrica teórica existente en la cuenca y en cada subcuenca, se concluye que la disponibilidad hídrica efectiva, medida ésta como acceso al agua entubada, es muy reducida en la cuenca y, en general, en las subcuencas. Por ello, 5 de las localidades de más de 10 viviendas en la subcuenca “Río Valles” no cuentan con agua entubada, lo mismo ocurre en 15 de la subcuenca “Río Mesillas”, en 10 de la subcuenca “Río Los Gatos” y en 9 de la subcuenca “Río El Salto”, lo anterior en la zona rural; sin embargo, en la zona urbana, a pesar de que ésta cuenta con una red de distribución de agua entubada, existen todavía 7.7% de las viviendas que carecen de agua entubada.

Por otro lado, se concluye que, de los que cuentan con agua entubada, de origen superficial o subterráneo, entre el 70 y 100% no confían en que el agua sea adecuada para su ingesta. En el mismo tenor, se concluye que entre el 80 y 100% de los que cuentan con agua entubada, consumen agua embotellada. Lo cual, como ya fue mencionado, no es un asunto de moda y está afectando la ya de por sí erosionada economía de la mayoría de los habitantes de la cuenca.

Del mismo modo, existen localidades que carecen de sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas. Pero, al igual que ocurre con el agua entubada, tanto en el área rural como en el área urbana, el 8% de las viviendas localizadas en la zona urbana de Ciudad Valles, a pesar de existir una red de drenaje, no se encuentran conectadas a tal servicio. En general, todas estas viviendas, rurales y urbanas, vierten sus desechos líquidos bien a una letrina o bien en forma directa al suelo, con las consecuencias ya indicadas en capítulos anteriores.

En otro aspecto, no menos importante, se concluye que en la cuenca, a pesar de que el uso de los recursos hídricos con fines agrícolas mediante riego es importante, predomina la agricultura de temporal. Estos dos tipos de agricultura tienen, y han tenido, efectos importantes en los recursos forestales y edáficos de la cuenca; por un lado, en los últimos años la frontera agrícola se ha incrementado, lo que provocó que en un lapso de 30 años se hayan perdido 56,694 ha de selva. En particular, se han perdido 12,043 ha, 17,397 ha, 19,563 ha, 7,691 ha, para las subcuencas “Río Valles”, “Río Mesillas”, “Río Los Gatos” y “Río El Salto”, respectivamente. También puede concluirse que las más impactadas en este sentido son las subcuencas “Río Mesillas” y “Río Los

Gatos”. Por otro lado, se concluye que el cultivo que predomina en la cuenca y que, en buena medida, ha ocupado los valles intermontanos de la misma es la caña de azúcar, en la cual se emplean volúmenes importantes de agroquímicos –fertilizantes, herbicidas, etc. -, fuentes de contaminación del agua y suelo que no son considerados como causantes de problemas ambientales en la cuenca.

En todo caso, se concluye que se analizó una cuenca rural pero con una muy importante zona urbana; por otro lado, destaca la presencia de un monocultivo, alrededor del cual gira la economía de la cuenca y, con esto, el establecimiento de políticas públicas en torno al mismo.

En relación con la problemática ambiental asociada a la disponibilidad y uso de los recursos hídricos de la cuenca, se concluye que existen dos percepciones: por un lado, está la percepción en algunas localidades rurales, en las que se considera que en la cuenca llueve menos, que se presenta un incremento en el calor y que existen menos árboles. Todo lo anterior se puede asociar, como ya se mostró en otros capítulos, a las constantes sequías que está afrontando la cuenca del Río Valles y en general la huasteca potosina y tamaulipeca; por otro lado, está la percepción de actores sociales de la zona urbana manifestada, en buena medida, por líderes de opinión que pertenecen a diversos sectores, desde los gubernamentales hasta los llamados ambientalistas. Éstos manifiestan preocupaciones ambientales que están más relacionadas con la concentración urbana. Así, se percibe que la ciudad genera grandes volúmenes de agua residual que, si bien están en proceso de ser tratadas mediante plantas de tratamiento, no son adecuadamente tratadas y que aún están

generando contaminación del Río Valles. Otra de las preocupaciones de corte urbano es la generación y disposición de los residuos sólidos municipales. La zona urbana cuenta con sistemas de recolección de basura, pero ésta se dispone en un tiradero a cielo abierto sin los menores mecanismos de protección ambiental.

Se concluye que la compleja problemática ambiental asociada a la disponibilidad y uso de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles, tiene sus orígenes más significativos en las primeras décadas del siglo XX. De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que las acciones realizadas por las agencias gubernamentales (CNA) encargadas de la gestión oficial del agua están encaminadas a resolver, sin prevenir, la causa urbana de la problemática. Más aún, no existen acciones tendientes a resolver la problemática rural como la falta de agua potable, a pesar de que aquí se demostró que aún existe alta disponibilidad hídrica en la cuenca; o, más aún, la búsqueda de respuestas a la percepción de que el agua entubada no es potable y, con esto, el uso, sobre todo de aquellos que tienen posibilidades económicas, de agua embotellada en el sector rural. Asimismo, la falta de sistemas de saneamiento de los residuos líquidos domésticos en el ámbito rural, pero también en el urbano; o problemas periféricos, pero que inciden en la problemática ambiental de la cuenca, como la disposición de los residuos sólidos domésticos.

Por otro lado, se concluye que existen diferentes problemáticas asociadas al uso del agua en la cuenca, de tal modo que los problemas que enfrentan y perciben los usuarios y habitantes de la subcuenca “Río El Salto”, por ejemplo, son diferentes a los que enfrentan y perciben los de la subcuenca “Río Valles”.

Finalmente, se concluye que la gestión del agua en la cuenca del Río Valles está condicionada por la percepción urbana de la problemática asociada al uso del agua y, con ello, está bajo el control de las agencias gubernamentales. Eso, a pesar de la presencia activa de las ONG de corte ambientalista que han jugado un papel sumamente importante en la identificación de la problemática ambiental urbana; de modo que aún no se puede hablar en la práctica de que se esté dando en la cuenca la Gestión Integral de Recursos Hídricos.

## **Recomendaciones**

De acuerdo con lo anterior, aquí se considera que deben establecerse acciones, tanto en el ámbito urbano como en el rural, éstas deben ser realizadas en forma paralela, de modo tal que se revierta la enorme inequidad que existe entre estos dos sectores en la cuenca. Es bien conocido que la pobreza y la falta de servicios públicos, como el agua potable, sistemas de saneamiento y salud, son factores que inciden de manera importante en el deterioro ambiental y, con ello, en el deterioro de los recursos hídricos, lo cual contribuye a la disminución de la disponibilidad de los mismos para diferentes fines.

Las acciones, sin duda, están altamente permeadas por lo establecido en las diferentes legislaciones, leyes y normas que rigen la vida institucional de México. De acuerdo con éstas, en materia de gestión del agua, es a la CNA a quien le toca realizar o encauzar, estas acciones y quien en sí tiene la potestad para el manejo de los recursos hídricos y de los recursos económicos que permitan satisfacer algunas de las demandas sociales

en tal rubro. En tal sentido, las agencias gubernamentales de todos los órdenes, no sólo la CNA, deben realizar acciones para revertir la falta de infraestructura hidráulica para el suministro de agua potable y saneamiento, y con lo anterior dejar de lado argumentos como que debido a la dispersión<sup>138</sup> de las localidades es imposible dotarlas de estos servicios y que no existen los recursos económicos para tal acción. Aquí se ha mostrado que se destinan mayores cantidades de dinero para actividades de otra índole.

Es bien cierto que la Ley de Aguas Nacionales establece que corresponde a los ayuntamientos dotar del servicio de agua potable y alcantarillado a los habitantes del municipio correspondiente; sin embargo, como bien señala Gutiérrez (2006), este argumento ha sido usado en dos planos: por un lado, para que la CNA se deslinde de la inversión en la materia y deje este proceso a los ayuntamientos y; por otro lado, para que los ayuntamientos se vean presionados a pugnar por la privatización de los servicios públicos. En tal sentido, la CNA debe destinar recursos económicos que concurren con los destinados por el nivel estatal y municipal, si esto no ocurre en el corto plazo, la brecha entre la zona rural y urbana se ampliará y provocará graves conflictos sociales.

De forma tal que es necesario revertir tal rezago en las zonas rurales, de otro modo, la llamada “participación social” en la gestión del agua será un argumento más para discusiones de café que para acciones prácticas.

---

<sup>138</sup> Véanse las declaraciones del nuevo director general de la CNA. “Perversidad que políticos prometan agua gratuita”. *La Jornada*, 11 de Diciembre de 2006.

Por otro lado, a la par de las acciones anteriores se deben realizar acciones particulares que permitan resolver la problemática existente en el ámbito urbano de la cuenca. Éstas pueden ser, impulsar a la ya de por sí existente y activa participación social de corte urbana en la gestión ambiental y en la gestión del agua sin más argumentos que la solución de tal problemática; buscar mecanismos que permitan que este tipo de participación se extienda a la zona rural. Además de realizar acciones particulares inmediatas, que requieren de inversión pública y que, por lo tanto, quedan en manos de las agencias gubernamentales. Estas acciones tienen que ver con establecer sistemas de saneamiento (recolección y tratamiento) de las aguas residuales de la zona urbana; acciones que se verán potenciadas si se establecen sistemas de saneamiento en la zonas rurales, ya que de nada servirá tratar el agua residual urbana si continúan las descargas de agua residual de pequeñas localidades rurales a los cuerpos de agua que forman la cuenca estudiada.

Del mismo modo, las acciones anteriores se verán potenciadas si se realizan otras para revertir el deterioro de la cuenca en relación con los graves procesos de deforestación que enfrenta, sobre todo, como producto de la existencia de un monocultivo en la cuenca. Sin duda, la producción de caña de azúcar que alimenta en la cuenca a tres de los cuatro ingenios azucareros que existen en el estado de San Luis Potosí, ha traído considerables beneficios económicos, pero esto ha sido con base en un alto deterioro ambiental y, con ello, de los recursos hídricos de la cuenca. Así, sería recomendable establecer y regular las fronteras agrícolas; incentivar, de acuerdo con las condiciones edáficas, climáticas y económicas, la producción de otros cultivos que, en principio, satisfagan las necesidades locales de alimentos; propiciar la reducción en el uso de

agroquímicos que impactan considerablemente los recursos hídricos, etc. Estas acciones, en el futuro, deben ser incorporadas, primero, por el comité de cuenca del Río Valles y con su impulso y presión deben ser incorporadas por las agencias gubernamentales.

Es cierto que se han establecido acciones para revertir lo que la CNA ha llamado emergencias hidroecológicas. Estas acciones se reducen a la subcuenca “Río Valles”, que es una de las subcuencas en donde se presentan los mayores usos y los mayores impactos ambientales negativos; tal acción consiste en el llamado tandeo, abordado en el capítulo anterior. En tal sentido, como lo indican diversos actores sociales de la cuenca, el tandeo ha contribuido a la protección de la fauna acuática; sin embargo, es establecido mediante una simple observación de escalas de nivel del Río Valles en la citada subcuenca. De acuerdo con lo anterior es necesario, como ya se realizó en esta investigación, definir y poner en vigor los llamados caudales ecológicos y no sólo en el Río Valles, sino también en los arroyos que forman las subcuencas “Río Mesillas” y Río Los Gatos”; sobre todo en la subcuenca “Río Mesillas”, en la cual el cauce que se encuentra aguas abajo de la cortina de la presa “La Lajilla” no conduce agua, con lo cual se está afectando, por un lado, la vida acuática, y por otro, a los habitantes que se encuentran aguas abajo de la misma.

La acción anterior requiere de otras que permitan el establecimiento de equipos de medición climatológica e hidrométrica, de los cuales carece no sólo esta cuenca, sino una gran parte de las cuencas del país. Esto permitirá en el futuro contar con estimaciones más acertadas de la disponibilidad hídrica en la cuenca.

En términos de gestión colectiva o participativa del agua puede verse que en realidad en la cuenca estudiada ésta es limitada, ya que, tal como lo establece la Ley de Aguas Nacionales, la CNA tiene en sus manos la administración y, con ello, el poder fáctico sobre las aguas nacionales. De tal forma que esta institución impulsa de manera limitada la participación colectiva en la gestión del agua. Así, las acciones de gestión “participativa” se limitan a las subcuencas “Río El Salto y “Río Valles”, y en las otras se manifiesta o se argumenta que los problemas son pocos y que aún no se requiere de participación social para su solución. De tal modo que el comité de cuenca del Río Valles primero, se centra en una porción de la cuenca, si bien la más problemática; y, segundo, impulsa y realiza acciones de tipo correctivo y no preventivo; por otro lado, impulsa acciones centradas en la corrección de la problemática ambiental en el ámbito urbano. En tal sentido, el comité debe ampliar su campo de acción hacia las otras subcuencas y debe romper los límites administrativos sostenidos en buena medida por la CNA, y establecer límites hidrográficos, de tal modo que, además de lo anterior, se incorporen al comité a los usuarios e interesados que emplean los recursos hídricos de la cuenca y que pertenecen al municipio de Nuevo Morelos, Tamaulipas, más aún si se considera que éstos se localizan en la cabecera de la cuenca. De otro modo, la problemática ambiental asociada de la subcuenca “Río Los Gatos” no será resuelta y ello, indudablemente, impactará en la de toda la cuenca del Río Valles.

Diversos investigadores han demostrado que la problemática ambiental está ligada a la pobreza y marginación que enfrentan las zonas rurales del país; por tal motivo, es necesario que el comité impulse acciones para revertir tal rezago. Del mismo, debe impulsar y presionar para que las agencias gubernamentales correspondientes realicen

acciones que revertan el rezago educativo en el que se encuentran las zonas rurales de la cuenca, que se realicen acciones para incrementar el nivel educativo de la población mayor a 20 años, población que, como se vio en las encuestas, en un alto porcentaje carece de los elementales estudios de primaria. No se puede tener una cuenca sana en términos ambientales sino se tiene una adecuada salud humana la cual pasa por revertir la pobreza y por contar con una población culta y educada.

El comité de cuenca del Río Valles debe buscar e impulsar su autonomía, la cual pasa, y esto aún no está en la visión de la burocracia de la CNA, por su independencia administrativa. Así, debe impulsar, tal como sucede en Francia con los organismos de cuenca, que se cumpla en la realidad la sentencia de lo del agua al agua; es decir, aunque esto será como todo lo que implica recursos económicos una batalla que deberá darse en diferentes niveles y que deben sostener en conjunto y de manera sólida todos los organismos de cuenca en México, impulsar que los recursos económicos que se generen por el cobro del uso de los recursos hídricos y por el vertido de aguas residuales, en caso de no contar con sistemas de saneamiento, se queden y sean invertidos en la cuenca.

Por otro lado, el comité debe impulsar la creación de comités de subcuenca en cada, de tal modo que éstos realicen funciones similares a las que realizan las comisiones locales del agua (CLA) en Francia. En principio, debe propugnar por el establecimiento de un equipo científico que, en conjunto, con los usuarios jerarquice las acciones que permitirían en el corto y mediano plazo revertir la problemática ambiental en la subcuenca en particular, y en la cuenca del Río Valles, en general. Pero, por otro lado,

debe ser capaz, el comité y el equipo científico, de identificar medidas preventivas y con ello tener capacidad de impulsar la aplicación de tales medidas.

Cada vez más los sistemas de información geográfica (SIG) se han convertido en instrumentos para la gestión de los recursos naturales. En tal sentido, el SIG desarrollado en esta investigación puede ser empleado por el comité de cuenca del Río Valles, e incluso por las diferentes autoridades municipales, para la gestión de los recursos hídricos de la cuenca; sin embargo, hay que decir que para acceder y visualizar la información se requiere de un software conocido como ArcView 3.2 el cual puede ser adquirido en el mercado especializado. Además, el SIG tiene la ventaja de que en él se puede incorporar información contenida en diferentes bases de datos.

Finalmente, en esta investigación se siguió, como mapa de navegación, un esquema (diagrama de flujo) que incorpora los elementos que aquí se consideraron como fundamentales, o primarios, para la gestión integral del agua; considerando además las tres funciones del agua, que en buena medida son los elementos del desarrollo sustentable, a saber, la ambiental (caudales ecológicos), la económica (usos del agua) y la social (disponibilidad y abastecimiento de agua en las localidades rurales y urbanas). En la medida en que se conozcan, cuantifiquen y analicen estos elementos, se allanará el camino hacia la Gestión Integral de Recursos Hídricos. Por otro lado, es recomendable que al abordar la problemática de la gestión del agua se haga bajo un enfoque multidisciplinario que debe estar en la estructura mental de los individuos que encaren un determinado estudio de caso.

## **FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA**

### ***Archivo Histórico del Agua. Fondo: Aprovechamientos Superficiales***

Caja: 1,956, Expediente: 29,327  
Caja: 1,873, Expediente: 28,154  
Caja: 4,241, Expediente: 56,908  
Caja: 1,887, Expediente: 28,404  
Caja: 897, Expediente: 13805  
Caja: 896, Expediente: 12794  
Caja: 4512, Expediente: 59754  
Caja: 919, Expediente: 13049  
Caja: 145, Expediente: 3384  
Caja: 901, Expediente: 12861  
Caja 9424, Expediente 650, Fojas 64 y 65.  
Caja 4512, Expediente 59754, Foja 21.  
Caja 4503, Expediente 59616  
Caja 623, Expediente 9021

## **BIBLIOGRAFÍA**

Aboites, L. 1998. ***El agua de la Nación. Una historia política de México (1888-1946)***. México, CIESAS.

Acreman, A. y M. Dunbar. 2004. ***"Defining environmental river flow requirements-a review"***. *Hydrology and Earth System Sciences* 8 (5): 861-876.

Adame, J. y Estrada, P. 2003. ***"Efecto de una doble concentración de bióxido de carbono en la atmósfera sobre la disponibilidad de agua en la cuenca del río Guayalejo-Tamesí en el estado de Tamaulipas, México"***. *Revista de Climatología*. (3): 27-44.

Agence de L'Eau Loire-Bretagne, 2001. ***Pour la SAGE, Animer la Concertation et la Communication. Guide Méthodologique***. Francia. Pp. 70.

Agence de L'Eau Loire-Bretagne, 2000. **Rapport d'Activité 2000**. Francia. Pp. 25

Agence de L'Eau Rhone-Mediterranée-Corse, 1996. **Schéma Directeur D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Bassin Rhone-Mediterranée-Corse**. Comite de Bassin-Prefet Coordonnateur de Bassin. Francia. 3 Voluménes

Agence de L'Eau Loire-Bretagne, 1996. **Schéma Directeur D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Bassin Loire-Bretagne**. Comite de Bassin-Prefet Coordonnateur de Bassin. Francia.

Agence de L'Eau Adour-Garonne, 1996. **Schéma Directeur D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Bassin Adour-Garonne**. Comite de Bassin-Prefet Coordonnateur de Bassin. Francia.

Agence de L'Eau Seine-Normandie, 1996. **Schéma Directeur D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Bassin Seine-Normandie**. Comite de Bassin-Prefet Coordonnateur de Bassin. Francia.

Agence de L'Eau Artois-Picardie, 1995. **Schéma Directeur D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Bassin Artois-Picardie**. Comite de Bassin-Prefet Coordonnateur de Bassin. Francia.

Aguilar-Robledo, M. 1993. **"Reses y ecosistemas: notas para una evaluación del impacto ambiental de la ganadería bovina en la Huasteca Potosina"**. Cuadrante, Nueva Época, 11-12: 134-163.

Aguilar-Robledo, M. 1995. **Autopsia de un fracaso: El caso del Proyecto Pujal-Coy de la Huasteca Potosina**. Editorial Ponciano Arriaga. Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

Aguilar-Robledo, M. 1998. **"Haciendas y Condueñazgos en la Huasteca potosina: notas introductorias"**. En: Nuevos aportes al conocimiento de la Huasteca. CIESAS. México. pp. 95-123.

Aguilar-Robledo, M. 1999. ***Land Use, Land Tenure, and Environmental Change in Eastern San Luis Potosí State, México***. Tesis de Doctorado. Departamento de Geografía. Universidad de Texas en Austin.

Aguilar-Robledo, M. 2000a. ***"Ganadería, tenencia de la tierra e impacto ambiental en la Huasteca Potosina: los años de la Colonia"*** En: Historia ambiental de la ganadería en México. L. Hernández, ed. Instituto de Ecología-Institut de Recherche pour le Développement, Xalapa, pp. 9-24.

Aguilar-Robledo, M. 2000. ***"Archival, Ethnohistorical, and Cartographic Reconstruction of the Environmental History of the Valles Jurisdiction, Eastern New Spain, mid-16<sup>th</sup> to early 19<sup>th</sup> Century"***. 50<sup>th</sup> International Congress of Americanists, Varsovia, Polonia, 10-14 de Julio.

Aguilar-Robledo, M. 2004. ***Formation of the Miraflores Hacienda: Lands, Indians, and Livestock in Eastern New Spain at the End of the Sixteenth Century***. Journal of Latin American Geography.

Albán, J.; Carvajal, M.; Dominguez, J.; Jumbo, C. 2003. ***Gestión Pública de los Recursos Naturales***. Instituto de Estudios Ecuatorianos-Fraga Impresores. Quito, Ecuador.

Albuquerque, G. 2000. ***"Gestión de Cuencas: Agua, Gente y Ambiente"***. En: II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. UNESCO, pp. 179-189.

Alcamo, J.; Doll, P.; Henrichs, T.; Kaspar, F.; Lehner, B.; Rosch, T.; Siebert, S. 2003. ***"Development and testing of the WaterGAP2 global model of water use and availability"***. Journal Hydrological Sciences. 48 (3): 317-337

Alier, J. y Roca, J. 2000. ***Economía Ecológica y Política Ambiental***. FCE-PNUMA. Primera Edición. México. Pp. 493.

Amigues, J.; Bonniex, F.; Le Goffe, P.; Point, P. 1995. **Valorisation des usages de L'Eau**. Ed. Economica. Paris, Francia. Pp. 112.

Anónimo. 2002. **"Water shortage in developing countries"**. Environmental Management and Health. 13 (4): 424 – 425

Aronoff, M y Gunter, V. 1992. **"Defining Disaster: Local Constructions for Recovery in the Aftermath of Chemical Contamination"**. Social Problems. 39 (4): 345-365.

Arthington, A., R.Tharme, S. Brizga, B. Pusey y M. Kennard. 2005. **Environmental flow assessment with emphasis on holistic methodologies**. Technical Report. Centre for Riverine Landscapes, Faculty of Environmental Sciences, Griffith University, Nathan, Queensland, Australia. 31 p.

Ayres, R. 2001. **Resources, scarcity, growth and the environment**. Center for the Management of Environmental Resources. France. Pp. 35.

Azqueta, D. 2002. **Introducción a la economía ambiental**. Mc Graw-Hill. México

Banco Mundial. 1997. **World Development Report: the state in a changing world**. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.

Banco Mundial. 1992. **World Development Report 1992**. Development and the Environment. El Banco Mundial, Washington, D.C.

Barbe, D.; Leynaud, G.; Le Coz, C.; Lelong, F.; Seidl, M. 2003. **Approche globales par les bassins versants**. Institut de Vanves. Francia. Pp. 60 p.

Barker R., 2000. **"La escasez mundial de agua y el reto que afronta México"**. En: Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas. Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI), Serie Latinoamericana No. 20. México. pp. 1-32.

Barkin, D. y King T. 1978. ***Desarrollo económico regional (Enfoque por cuencas hidrográficas de México)***. Ed. Siglo veintiuno editores. 3a. Edición-México, D.F.

Barlow, M. 2001. ***El Oro Azul: La crisis mundial del agua y la reificación de los recursos hídricos del planeta***. S/E. Ottawa, Canadá. Pp. 91.

Barraqué, B. 1995. ***Les politiques de l'Eau en Europe***. Éditions La Découverte. Francia. Pp. 303.

Bassols, A.1977. ***Las Huastecas en el desarrollo regional de México***. UNAM - Trillas. México.

Basterrechea M., Dourojeanni A., García L., Novara J. y Rodríguez R. 1996. ***Lineamientos para la preparación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas para eventual financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo***. Washington. D.C.

Bellisari, A. 1994. ***"Public Health and the Water Crisis in the Occupied Palestinian Territories"***. Journal of Palestine Studies, 23 (2): 52-63

Berger, P. y Luckmann, T. 1968. ***La Construcción Social de la Realidad***. Amorrortu editores. Argentina. Primera edición en castellano. Pp. 233

Berry, M. 1977. ***"Water Management in Crisis"***. Public Administration Review 37 (5): 472-477

Bertalanffy, L. V. 1976. ***Teoría general de los sistemas***. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 311

Best, J. 1987. ***"Rhetoric in Claims-Making: Constructing the Missing Children Problem"***. Social Problems. 34 (2): 101-121.

Bifani, P. 1997. **Medio Ambiente y Desarrollo**. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.

Bocco, G. 2004. "**Cartografía y Sistemas de Información Geográfica en el manejo integrado de cuencas**". En Cotler, H. (compiladora) El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. INE-SERMANAT. México. pp. 41-49

Boehm, B. 2005. "**Agua, Tecnología y sociedad en la cuenca Lerma-Chapala**". Nueva Antropología, XIX (64): 99-130.

Boelens, R.; Zwarteveev, M.; Roth, D. 2005. "**Legal Complexity in the Analysis of Water Rights and Water Resources Management**". En: Roth, D; Boelens, R.; Zwarteveev, M. (Editores) Liquid Relations, Contested Water Rights and Legal Complexity. Rutgers University Press. London. pp. 1-21.

Bonnefous, E. 1973. **¿El hombre o la naturaleza?**. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Bosque, J., Escobar, J., García, E., Salado, J. 1994. "**Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con ARC/INFO e IDRISI**", Addison-Wesley Iberoamericana. Pp. 477.

Brañes, R. 2000. **Manual de Derecho Ambiental Mexicano**. FCE. México.

Bravo, A. 2000. **Análisis ambiental de la microcuenca del Río Tumaque-Municipio Crespo Estado Lara – Venezuela**. Tesis de Licenciado en Estudios Ambientales. Venezuela. Pp. 62

Brown, S. y Wolf, D. 2000. **Natural Resource Scarcity and Technological Change**. Economic and Financial Review, First Quarter. pp. 2-12

Budds, J. and McGranahan, G. 2003. "**Are the debates on water privatization missing the point? Experiences from Africa, Asia and Latin America**". Environment & Urbanization 15 (2):

Buttel, F. 1987. **"New Directions in Environmental Sociology"**. Annual Review of Sociology. (13): 465-488.

Carabias, J. y Landa, R. 2005. **Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México**. UNAM-COLMEX-FGRA. México. Pp. 217.

Cárdenas, G. 2001. **Determinación de la calidad del agua de consumo humano en la Huasteca Potosina**. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Carreón, E.; Pinedo, C.; Lafón, A. 2001. **"Aplicación de Tecnología Geoespacial en el estudio de cuencas: caso Río Conchos"**. En XI Congreso Nacional de Irrigación. Simposio 4. Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas. ANEI, A.C.

Casaza, J. 2003. **La situación del manejo de cuencas en la República Argentina, Informe Nacional**. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Preparación del III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas. Pp. 28.

Casillas G. J. 1998. **"Propuesta metodológica para rehabilitar áreas de captación en las cuenca hidrográficas"**. Primer Seminario Internacional del Uso Integral del Agua. Memorias, Tomo 1. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, pp. 2111-2119.

Castelán E. 2000. **"Los Consejos de Cuenca en México"**. En: Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas. Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI), Serie Latinoamericana, No. 20. México, pp. 175-187

Castro, G. 2000. **"La crisis ambiental y las tareas de la historia en América Latina"**. Papeles de Población. 24: 37-60.

CEPAL-Red de Cooperación en la Gestión Integral de Recursos Hídricos para el Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. 2001. **Carta Circular No. 15**.

Chow, V.; Maidment, D.; Mays, L. 1998. **Hidrología Aplicada**. McGraw-Hill

Ciminari, M., Torrens, C., Jurio, E. 2003. **"Los Sistemas de Información Geográfica: una herramienta eficaz para el análisis ambiental"**. Primer Congreso de la Ciencia Cartográfica y VIII Semana nacional de Cartografía, Buenos Aires. 25-27- junio-2003

Clarke, R. 2003. **"Introduction: Water Crisis?"**. The OECD observer, 236: 8-10

Cleveland, C. y Stern, D. 1997. **Indicators of Natural Resource Scarcity: Review, Synthesis, and Application to U.S. Agriculture**. S/E.

Colby, M. 1990 **Environmental Management in Development: The Evolution of Paradigms**. World Bank Discussions Papers No. 80.

COLMEX-Comisión Nacional del Agua. 2003. **Agua para las Américas en el siglo XXI**. COLMEX-CNA. México.

Comisión Nacional del Agua. 2004. **Estadísticas del agua en México, 2004**. <http://www.cna.gob.mx/switch.asp?param=4010>. Consultado en octubre y noviembre de 2006.

Comisión Nacional del Agua. 2001. **Programa Nacional Hidráulico 2001–2006**, México, D.F., <http://www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=4016>. Consultado en octubre y noviembre de 2006.

Comisión Nacional del Agua. 2000. **Programa Hidráulico Estatal 2000-2005**. San Luis Potosí, México

Comisión Nacional del Agua. 2000a. **El agua en México: retos y avances** [http://sgp.cna.gob.mx/Planeacion/pdf/aqua\\_en\\_mexico.pdf](http://sgp.cna.gob.mx/Planeacion/pdf/aqua_en_mexico.pdf). Consultado en octubre y noviembre de 2006.

Comisión Nacional del Agua. 2000b. **Compendio básico del agua en México**. [http://sgp.cna.gob.mx/Planeacion/zip/compendio\\_2001.zip](http://sgp.cna.gob.mx/Planeacion/zip/compendio_2001.zip). Consultado en octubre y noviembre de 2006.

Cortez, A. 2004. **"Enfoques encontrados en la gestión de recursos hidráulicos compartidos. El revestimiento del Canal Todo Americano y el Valle de Mexicali: ¿equilibrio estático de mercado o equilibrio de Nash?"**. En: Sánchez, V. (coordinador) El revestimiento del Canal Todo Americano ¿competencia o cooperación por el agua en la frontera México-Estados Unidos?. El Colegio de la Frontera Norte – Plaza y Valdés editores. México. pp. 273-293.

Cosgrove, W. and Rijsberman, R. 2000. **World Water Vision: Making water everybody's business (Visión Mundial del Agua: Haciendo que el agua sea algo que incumbe a todos)**. Londres: Earthscan.

Danilo, A y Díaz C. 2000. **Sequía en un mundo de agua**. CIRA-UAEM

Dasmann, R. F., J. P. Milton, y P. H. Freeman, 1973. **Ecological Principles for Economic Development**. John Wiley, London.

Datta S. y Malabika R. 1997. **"La ordenación de la cuenca hidrográfica del Valle del Doon: un esfuerzo para la restauración ecológica sostenible mediante la participación de la población"**. En: XI Congreso Forestal Mundial. 13 a 22 de octubre de 1997, Antalya, Turquía. pp. 267-276.

Davis, J. y Hirji, R. 2005. **"The Myth of Water Wars"**. Georgetown Journal of International Affairs. 6 (1): 115 -124

Deckwitch, C. 2005. **Agua: sector hirviente de la economía**. En: Las canillas abiertas de América Latina, La resistencia a la apropiación privada del agua en América Latina y el Mundo. Casa Bertolt Brech. Montevideo, Uruguay. pp. 12-26.

de Marsily, G. 2003. **El Agua**. Siglo Veintiuno Editores. México. Tercera edición en español. Pp. 114.

de Paz, M. 2000. **"Perspectivas de la gestión del agua en Europa a la vista de la nueva Directiva Marco"**. II CONGRESO IBÉRICO SOBRE PLANEAMIENTO E GESTÃO DE ÁGUA. Una cita europea con la nueva cultura del agua. La directiva marco. Perspectivas en Portugal y España. TEMA II GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS. Oporto, 9-12 de Noviembre de 2000.

Denevan, W. 1992. **"The Pristine Myth: The Landscape of the Americas in 1492"**. Annals of the Association of American Geographers. 82 (3): 369-385.

Derry, T. y Williams, T. 2000. **Historia de la tecnología**. Volúmenes 1-5. Siglo Veintiuno Editores. Decimoséptima edición en español. México.

Descola, P. y Pálsson, G. 2001. **Naturaleza y Sociedad: perspectivas antropológicas. Introducción**. Siglo XXI. Primera Edición en Español. México. pp. 11-37.

Díaz, J. 2005. **Disponibilidad de agua superficial en la Cuenca del Valle de México**. Tesis de Maestría en Ingeniería Hidráulica. Facultad de Ingeniería. UNAM. Pp. 105.

Dinar, A. 2000. **The Political Economy of Water Pricing Reforms**. World Bank – Oxford University Press. Pp. 420.

Dinar, A. y Subramanian, A. 1997. **Water Pricing Experiences, An International Perspective**. Technical Paper No. 386. World Bank. Pp. 178.

Dölling, R. 2001. **Sistemas de apoyo a la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**. Universidad Nacional de San Juan. Tesis presentada a la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al grado académico de Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Pp. 238.

Donoso, G.; Jouravlev, A.; Peña, H.; Zegarra, E. 2004. **Mercados (de derechos) de agua: experiencia y propuestas en América del Sur**. Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 80. CEPAL. Chile. Pp. 81

Dourojeanni A., y Jouravlev, A. 1999. ***Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos***. CEPAL. Santiago de Chile.

Dourojeanni A. 2002. ***Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica***. Serie: Recursos naturales e infraestructura. CEPAL. Santiago de Chile.

Downs, A. 1972. ***"Up and Down with Ecology – the issue-Attention Cycle"***. Public Interest. 28:38-50

Duval, G. 1999. ***"Teoría de sistema, una perspectiva constructivista"***. En S. Ramírez, Perspectivas en las teorías de sistemas. Siglo XXI-UNAM. México. pp. 62-69

Dyson, M., G. Bergkamp, & J.Scanlon (Eds.) 2003. ***Caudal. Elementos esenciales de los caudales ambientales***. Traducción José María Blanch. UICN-ORMA. San José, Costa Rica. 125 p.

Eder, K.1996. ***The social construction of Nature***. Sage Publications. Londres.

Ellen, R. 2001. ***"La geometría cognitiva de la naturaleza. Un enfoque contextual"***. En: Descola, P. y Pálsson, G. Naturaleza y Sociedad: perspectivas antropológicas. Siglo XXI. Primera Edición en Español. México. pp. 149-169.

Dunlap, R. y Catton, W. 1979. ***"Environmental Sociology"***. Annual Review of Sociology. (5): 243-273.

Elhance, A. 1999. ***Hydropolitics in the Third World: Conflict and Cooperation in International Rivers Basins***. United States Institute of Peace Press. Washington, D.C. USA. Pp. 309.

Elwell, P. T. y Polerman, T. 1980. ***Uxpanapa, reacomodo y desarrollo agrícola en el trópico mexicano***. INIREB. Xalapa, Ver. México.

Enfield, H y O'Hara, S. 1999. **"Degradation, Drought, and Dissent: An Environmental History of Colonial Michoacán, West Central México"** Annals of the Association of American Geographers. 89 (3): 402-419.

Engleman, R. and Leroy, P. 1993. **Sustaining water: Population and the future of renewable water supplies**. Washington, D.C., Population Action International. pp. 6-47.

Escalante, C. y Reyes, L. 2004. **"Disponibilidad per cápita de agua en México"**. Asociación Mexicana de Hidráulica. Tlálloc. 31: 4-14

Estrada, A. y Coates, R. 2003. **Las selvas tropicales húmedas de México. Recurso poderoso, pero vulnerable**. La ciencia para todos No. 132. Fondo de Cultura Económica. Tercera Edición. México. Pp. 194

Etxeberria, P. Brazaola, A. Hedeos, J. 2002. **"Cartografía de peligro de inundación mediante Sistemas de Información geográfica y modelos hidrológicos e hidráulicos"**. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander, España – 5-7 junio.

Falkenmark, M. and Widstrand, C. 1992. **Population and water resources: A delicate balance**. Population Bulletin 47(3): 1-36.

Falkenmark, M. 1990. **"Rapid Population Growth and Water Scarcity: The Predicament of Tomorrow's Africa"**. Population and Development Review. 16: 81-94

FAO/AQUASTAT. 2001. **Statistical Database**. [www.fao.org/\(Geo-2-068\)](http://www.fao.org/(Geo-2-068))

Fernández, C. 1997. **El agua como fuente de conflictos: repaso de los focos de conflictos en el mundo**. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO. Pp. 16.

Fernández, G. 1999. **Desafios de um sistema complexo a gestao ambiental bacia do guarapiranga, regio metropolitana de Sao Paulo**. Selo Universidade. ANNABLUME. Pp. 161.

Figuroa, F. y Pichizaca, A. s/f. **"Propuesta de gestión ambiental para la subcuenca alta del río Cañar, mediante la utilización de un SIG"**. Pp. 28.

Firth, P. 1998. **"Fresh Water: Perspectives on the Integration of Research, Education, and Decision Making"**. Ecological Applications, 8 (3): 601 – 609.

Fischer, G. y Heilig, G. 1997. **"Population Momentum and the Demand on Land and Water Resources"**. Philosophical Transactions: Biological Sciences. 352 (1356): 869-888.

Forbes, F. y Hodges, R. 1971. **"New approaches to comprehensive planning in Canada"**. Water Resources Bulletin. Vol. 7, N° 5.

Gallego, J. L. 2002. **Reponer la Tierra. Un repaso a las relaciones del ser humano con el planeta**. Plaza y Janes – DEBOLSILLO - Intermón Oxfam. Barcelona, España. Pp. 201

Gallopín, G. 2000. **"Ecología y Ambiente"**. En: Leff, E. (Coordinador) Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Siglo Veintiuno Editores. México. pp. 88-137.

Gallopín, G. 1985. **Tecnología y sistemas ecológicos**. Boletín de Medio Ambiente y Urbanización. 3(12): 1-16.

García, E. 2004. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana**. UNAM. México.

García, L. 1981. **The soil and water conservation office's Rain-harvesting program in rainfall collection for agriculture in arid and semi arid region**. U. K.

García, R. 2000. **El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos**. Editorial Gedisa. España. Pp. 252. España.

García, R. 1994. **"Interdisciplinarietà y sistemas complejos"**. En Leff, E. (Coordinador) Ciencias Sociales y formación ambiental. Gedisa-UNAM. pp. 85 -124

García, R. et al. 1988. **Modernización en el agro: ¿ventajas comparativas para quién? (El caso de los cultivos comerciales en el Bajío)**. CINVESTAV/IFIAS/UNRISD. México.

García, R. et al. 1988. **Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva (El caso de la Comarca Lagunera)**. CINVESTAV/IFIAS/UNRISD. México.

García, R. 1986. **"Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos"**, en Leff, E. (Coordinador), Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo, México, Siglo XXI, pp. 381-409.

García, J. e Hinojosa, A. 2001. **"Aplicación de tres métodos de Sistemas de Información Geográfica para la caracterización de la hidrología superficial en la Región de Puertecitos-San Luis Gonzaga, B.C."**GEOS, Unión Geofísica Mexicana, A.C.

García, E. y Paz, G. 1997. **"Estimación de las necesidades hídricas para la conservación de la ecología fluvial de los ríos regulados"**. En Descentralización en la gestión ambiental. Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. México. p, 1-8.

García, E., R. González, P. Martínez, J. Athala y G. Paz. 1999. **Guía de aplicación de los métodos de cálculo de caudales de reserva ecológicos en México**. Libro en CD. Colección Manuales. CNA-IMTA-SEMARNAP. México.

Gare, A. 1995. **"Poststructuralism, Marxism and the Environment"**. En Postmodernism and the Environmental Crisis. Routledge. Londres y Nueva York. pp. 73-107

Gardner, T. and Engleman, R. 1997. **Sustaining water, easing scarcity: A second update**. Washington, D.C., Population Action International, p. 2-19

GEO ALC. 2003. ***LAS CIFRAS DEL GEO AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PERSPECTIVAS DEL MEDIO AMBIENTE 2003***. UNESCO

Gleick, P. 1998. "***Water in Crisis: Paths to Sustainable Water Use***". Ecological Applications, 8 (3): 571-579

Gleick, P. 1993. "***Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security***". International Security, 18 (1): 79-112.

Gligo, N. 1992. "***Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Desarrollo Latinoamericano***". En: El Desarrollo desde Dentro, Sunkel, O (Editor). México: FCE.

Gligo, N. y Morello, J. 1980. "***Notas sobre la historia ecológica de la América Latina***". En Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina. O. Sunkel y N. Gligo, editores. FCE. México. pp. 129-157.

Global Water Partnership. 2000. ***Hacia la Seguridad Hídrica: un Marco de Acción, Resumen Ejecutivo***. Reino Unido. Pp. 12.

Goldberg, G. 2001. "***Water, water***". British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, **26**, 197–198.

Gómez, A. 1999. "***Empleo de SIG en Planeación para acciones de rehabilitación de microcuencas***". En IX Congreso Nacional de Irrigación. Simposio 4. Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas. ANEI, A.C.

Gómez, N. y Hernández, N. 1996. ***Detección de enterobacterias en el Río Valles como una fuente de contaminación***. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

González, M. 2000. ***La crisis de la modernidad historiográfica y el surgimiento de la historia ecológica***. pp. 17-51

González, L. 1994. ***Impacto de la contaminación por aguas residuales domésticas e industriales en el Río Valles***, San Luis Potosí. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Gottschalk, L.; Beldring, S.; Engeland, K.; Tallaksen, L.; Roar, N.; Kolberg, S. 2001. ***"Regional/macro scale hydrological modelling: a Scandinavian experience"***. Journal Hydrological Sciences, 46 (6): 963-982

Grigg, N. 1996. ***Water Resources Management, Principles, Regulations and Cases***. McGraw-Hill. USA. Pp. 435

Guerrero, M. 2003. ***El Agua***. CONACYT-SEP-FCE. México. Cuarta edición. Pp. 119.

Guillén, G. 2005. ***Una historia poco conocida: Agua, en 'silenciosa' privatización***. El Universal. Siete de noviembre de 2005.

Gutiérrez, R. R. 2006. ***"El derecho humano al agua en México"***. En: La Gota de la Vida: "Hacia una gestión sustentable y democrática del Agua". Fundación Heinrich Böll. México. pp. 71-91.

Gutiérrez, G. s/f. ***"La visión sistémica en la Hidrología"***. Universidad Nacional del Nordeste. pp. 1-18.

Gutman, P. 2000. ***"Ambiente y Planificación del Desarrollo"***. En: Leff, E. (Coordinador) Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Siglo Veintiuno Editores. México. pp. 306-344.

Hadjigeorgalis, E. 2004. ***"Comerciendo con incertidumbre: los mercados de agua en la agricultura chilena"***. Cuadernos de Economía, Vol. 41 (abril): 3-34.

Hannigan, J. 1997. ***Environmental Sociology. A Social Constructions Perspective***. Routledge. Primera reimpresión. Gran Bretaña. Pp. 236

Hercilio de Freitas, V. 2002. ***La situación del manejo de cuencas en Brasil***. FAO. Pp. 32

Hilgartner, S. y Bosk, C. 1988. ***"The Rise and Fall of Social Problems: A Public Arenas Model"***. The American Journal of Sociology. 94 (1): 53-78.

Hinrichsen, D., Robey, B., and Upadhyay, U.D. 1998. ***Soluciones para un mundo con escasez de agua***. Population Reports, Serie M, No. 14. Baltimore, Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program.

Howell, S. 2001. ***"¿Naturaleza en la cultura o cultura en la naturaleza? Las ideas Chewong sobre los 'humanos' y otras especies"***. En: Descola, P. y Pálsson, G. Naturaleza y Sociedad: perspectivas antropológicas. Introducción. Siglo XXI. Primera Edición en Español. México. pp. 149-169.

Hughes, D.A. 1999. ***"Towards the incorporation of magnitude-frequency concepts into the building block methodology used for quantifying ecological flow requirements of South African rivers"***. Water SA 25 (3): 279-284.

Hughes, D.A., P. Hannart y D. Watkins. 2003. ***"Continuous baseflow separation from time series of daily and monthly streamflow data"***. Water SA 29 (1): 43-48.

Ismodes A., 2003. ***"La población local en el manejo de recursos hídricos - el caso del proyecto Shincata en Ecuador"***. En III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas "Desarrollo Sostenible en Cuencas Hidrográficas" Participación Ciudadana. Arequipa, Perú, 9 al 12 junio de 2003

INEGI. 2002. ***Estudio Hidrológico del Estado de San Luis Potosí***. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

INEGI. 1998. ***Estadísticas del Medio Ambiente, México 1997***. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

INEGI. 1995. **Cuaderno Estadístico Municipal Ciudad Valles**. Estado de San Luis Potosí. Aguascalientes, México.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2002. **Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS)**. IMTA-SEMARNAT. Discos Compactos. México.

Institut Français de l'Environnement. 2001. **La gestion de l'eau potable en France en 2001**. Etudes et Travaux No. 44. Pp. 25

Jacorzynski, W. 2004. **Entre los sueños de la razón, filosofía y antropología de las relaciones entre hombre y medio ambiente**. CIESAS-Miguel Ángel Porrúa. Primera edición. México. pp. 7-60

Jiménez, A.; Vargas, V.; Salinas, E.; Aguirre, M. y Rodríguez, D. 2004. **"Aptitud agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el sur de Tamaulipas, México"**. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. (53): 58-74.

Jiménez, B. y Marín, L. 2004. **El agua en México vista desde la Academia**. Academia Mexicana de Ciencias.

Jiménez, B. 1996. **Disponibilidad del Agua en México en función de la cantidad, calidad y usos**. Instituto de Ingeniería – UNAM. México.

Jiménez F., Campos, J.; Alpizar, F. y Navarro, G. 2003. **Experiencias de pago por servicios ambientales en cuencas en Costa Rica**. Foro Electrónico Latinoamericano Sistemas de pago por Servicios Ambientales en Cuencas Hidrográficas. 12 de abril al 21 de mayo de 2004. 12 p.

Jowett, A. 1986. **"China's Water Crisis: The case of Tianjin (Tientsin)"**. The Geographical Journal, 152 (1): 9 -18.

Juanes, J. 1980. **Historia y Naturaleza en Marx y el Marxismo**. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa. pp. 5-61.

Kauffer, E. 2005. **"Hidropolítica ¿Un concepto para entender la problemática del agua en la frontera México-Guatemala-Belice?"**. En: Kauffer, E. (Editora): El Agua en la Frontera México-Guatemala-Belice. ECOSUR-UNACH-RISAF-The Nature Conservancy. México. pp. 45-59.

Khawlie, M., Shaban, A., Abdallah, C., Darwish, T., Kawass, I. 2005. **"Watershed characteristics, land use and fabric: The application of remote sensing and geographical information systems"**. Lakes & Reservoirs: Research and Management. 10: 85–92

Knox, J. y Weatherfield, E. 1999. **"The application of GIS to Irrigation Water Resource Management in England and Wales"**. The Geographical Journal, 165 (1): 90-98.

Krautkraemer, J. 2005. **Economics of Natural Resource Scarcity: The State of the Debate**. Discussion Paper. pp. 5–14.

Kruse, T. y Ramos, C. S/f. **Agua y privatización: beneficios dudosos, amenazas concretas**. Control ciudadano. pp. 90-91

Kucharz, T. 2005. **El comercio con los servicios y la privatización del agua. Tendencias globales. La apuesta de las empresas españolas en América Latina**. Ecologistas en Acción.  
En: [http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/doc\\_ODG\\_seminario\\_2\\_04\\_2005\\_sector\\_agua.pdf](http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/doc_ODG_seminario_2_04_2005_sector_agua.pdf). Revisado en enero de 2007.

Larsen, H. 2001. **The Application of Models in Integrated River Basin Management**. <http://www.dhisoftware.com/mikebasin/Publications/MikeBasinIWRM.pdf>. Revisado en diciembre de 2006.

Laurent, F. y Ruelland, D. 2004. **"Pollutions agricoles: enjeux d'une identification des risques à l'échelle de bassins versants"**. ESQ, 22: 51 – 60.

Lee, T. y Juravlev, A. 1998. **Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del Agua**. Serie Medio Ambiente y Desarrollo No. 6. CEPAL. Chile. Pp. 100.

Leff, E. 2000. **"Ambiente y Articulación de Ciencias"**. En: Leff, E. (Coordinador) Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Siglo Veintiuno Editores. México. pp. 27-88.

Le Marchand, V. 2003. **L'Eau source de vie, source de conflits**. Les Essentiels Milan. Pp. 63. Francia.

Lemkow, L. 2002. **Sociología Ambiental. Pensamiento socioambiental y ecología social del riesgo**. Icaria/Antrazyt. España. Pp. 231.

Lezama, J. 2004. **La construcción social y política del medio ambiente**. El Colegio de México. Primera Edición. México. Pp. 277

Linsley, R.; Kohler, M.; Paulhus, J. 1988. **Hidrología para Ingenieros**. McGraw-Hill. Bogota, Colombia. Pp. 386.

Llamas, M 2005. **Los colores del agua, el agua virtual y los conflictos hídricos**. Discurso inaugural. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. Pp. 30.

Llamas, M. 1995. **La Crisis del Agua: ¿Mito o realidad?** Atti dei Convegna Lincei, Academia dei Lincei, Roma, No. 114, pp. 107-115.

Llamas, M. 1992. **A água - escassez ou mau uso?** Revista de Cultura Científica. Fundação Calouste Gulbenkian - Lisboa, Vol. 4, núm. 12.

López, B. 1993. **"La gestión del agua"**. En: Hacia una ciencia de los recursos naturales. Siglo veintiuno de España Editores. pp. 175-209

López, M. 2005. **"La situación de las cuencas en México"**. En: Vargas, S. y Mollard, E. (editores) Problemas Socio-ambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México. IMTA-IRD-CONACYT-SEMARNAT. México. pp. 36-52.

Loranger, S. 2005. **"Global Water Management"**. Vital Speeches of the Day, 71 (12): 364 – 369.

Loriferne, M. 1987. **40 ans de Politique de l'Eau en France**. *Económica – Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports*. Francia. Pp. 521.

Lubell, M. et al. 2002. **"Watershed Partnerships and the Emergence of Collective Action Institutions"**. American Journal of Political Science, 46 (1): 148 – 163.

Lugan, J.C. 1990. **Elementos para el análisis de los sistemas sociales**. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 7-68.

Luhmann, N. 1990. **Sociedad y sistema: la ambición de la teoría**. Paidós-ICE-UAB. España. Pp. 144. Primera edición en español.

Luhmann, N. 1996. **Introducción a la teoría de Sistemas**. UI-ITESO-ANTHROPOS. México. Pp. 270. Primera edición en español.

Lynch, B. 1993. **"The Garden and the Sea: U.S. Latino Environmental Discourses and Mainstream Environmentalism"**. Social Problems. 40 (1): 108-124.

Maderey, L. y Jiménez, R. s/f. **Los recursos hidrológicos del Centro de México ante un cambio climático global**.

Maidment, D. 1996. **"GIS and hydrological modelling – an assessment of progress"**, en Proceedings of 3rd International Conference on GIS and environmental modelling, New Mexico, USA.

Martínez G. F. 1997. ***La nueva cultura del agua en España***. Bilbao. Bakeaz.

Martínez, M. 1999. ***"Manejo Integral de Cuencas. Pasado, Presente y Futuro"***. En Simposio Manejo Integral de cuencas hidrográficas del IX Congreso Nacional de Irrigación. ANEI. Culiacán, Sinaloa, México, 27-29 de octubre de 1999. pp. 1-11

Martínez-Capel, F. 2001. ***Preferencias de microhábitat de Barbus bocagei, Chondrostoma polylepis y Leuciscus pyrenaicus en la cuenca del río Tajo***. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. España. 255 p.

Marvin, S. y Laurie, N. 1999. ***"An Emerging Logic of Urban Water Management, Cochabamba, Bolivia"***. Urban Studies, 36 (2): 341 - 357

Matalas, N. 1997. ***Reflections on Hydrology***. American Geophysical Union.

Matul, D. 2003. ***"Conflicto y Cooperación Ambiental en Cuencas Internacionales Centroamericanas"***. En: III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas, Arequipa, Bolivia. Pp. 12

Maturana, H. 1995. ***Desde la Biología a la Psicología***. Editorial Universitaria. Chile. Pp. 218.

Maya, A. 1986 ***Método histórico y medio ambiente***. Colombia.

McKenny, C. y Read, M. 1999. ***Ecological flow requirements for the Great Forester River***. Report Series WRA 99/15. Tasmania. 42 p.

Meléndez, S. 2002. ***"La historia ambiental: aportes interdisciplinarios y balance crítico desde América Latina"***. Cuadernos digitales: publicación electrónica en historia, archivística y estudios sociales, 7(19): 1-48.

Melville, E. 1999. ***Plaga de ovejas. Consecuencias ambientales de la conquista de México***. FCE. México. pp. 15-31.

Melville R. 2000. **"La cuenca fluvial, como territorio fragmentado para la organización del aprovechamiento, conservación y administración de los recursos hídricos"**. En: Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas. Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI), Serie Latinoamericana No. 20. México, pp. 57-77

Melville R. 1996. **"Política Hidráulica Mexicana: Oportunidades para la investigación"**. En: Apropiación y usos del agua, nuevas líneas de investigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, pp. 17-29.

Mendoza, A. 2005. **Determinación de la disponibilidad del agua en Tlaxcala para uso agrícola ante el Cambio Climático**. Tesis de Maestría en Geografía. UNAM. Pp. 148.

Mendoza, M., Bocco, G., Bravo, M., Siebe, C., y Ortiz, M. 2002. **"Modelamiento hidrológico espacialmente distribuido: una revisión de sus componentes, niveles de integración e implicaciones en la estimaciones de procesos hidrológicos en cuencas no instrumentadas"**. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. 47: 36-58.

Mestre, E. 2005. **"Cuencas en Latinoamérica: perfiles y casos de organización y gestión ambiental y social"**. En: Vargas, S. y Mollard, E. (editores) Problemas Socioambientales y experiencias organizativas en las Cuencas de México. IMTA-IRD-SEMARNAT-CONACYT. pp. 24-36.

Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. 2003. **La Politique de l'Eau, Éléments pour un débat**. Paris, Francia. Pp. 13

Ministere de L'Environnement-Agence de L'Eau Rhone-Mediterranée-Corse, 1995. **Gestion Patrimoniale des Milieux Naturels Fluviaux**. Francia. Pp. 67.

Ministère de L'Environnement. 1994. **Principaux Textes Applicables dans le Domaine de L'Eau**. Direction de L'Eau. Francia.

Miramontes, O. 1999. **"Los sistemas complejos como instrumentos de conocimiento y transformación del mundo"**. En S. Ramírez, Perspectivas en las teorías de sistemas. Siglo XXI-UNAM. México. pp. 83-92

Mondeja, D. 2003. **LOS PROBLEMAS AMBIENTALES GLOBALES: Su estudio desde la educación ambiental**. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". La Habana, Cuba.

Montes, J. y Leff, E. 2000. **"Perspectiva ambiental del desarrollo del conocimiento"** En: Leff, E. (Coordinador) Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Siglo Veintiuno Editores. México. pp. 1-26.

Montes, M. 1981. **Formación ambiental. Cuestiones teóricas generales**. Cuadernos de Bibliografía, No. 2. CIFCA. Madrid.

Montes, M. 1982. **Reflexiones sobre el diseño, el contenido y la metodología en los programas de educación ambiental: características esenciales y problemas existentes**. Cuadernos de Formación Ambiental Universitaria No. 20. CIFCA. Madrid.

Moore, M. 2004. **Perceptions and interpretations of Environmental Flows and implications for future water resource management**. Tesis de Maestría. Department of Water and Environmental Studies. Linköping University. Suecia. 56 p.

Morad, M. y Triviño, A. 2001. **"Sistemas de Información Geográfica y modelizaciones hidrológicas: una aproximación a las ventajas y dificultades de su aplicación"** Boletín de la A.G.E. N.º 31, pp. 23-46

Morán, E. 1993. **La ecología humana de los pueblos de la Amazonia**. México. FCE.

Morin, E. 1990. **Introducción al pensamiento complejo**. Editorial Gedisa. España. Pp. 167.

Mumme, S. y Lybecker, D. 2004. "El Canal Todo Americano: perspectivas de la posibilidad de alcanzar un acuerdo bilateral". En: Sánchez, V. (coordinador) El revestimiento del Canal Todo

Americano ¿competencia o cooperación por el agua en la frontera México-Estados Unidos?. El Colegio de la Frontera Norte – Plaza y Valdés editores. México. pp. 217-247.

Myllyntaus, T. 2005. "***A line Drawn In the water: historical perspectives on technology and the Environment***". Public Works Management and Policy. 9(4): 278-286.

Naiman, R. y Turner, M. 2000. "***A Future Perspective on North America's Freshwater Ecosystems***". Ecological Applications, 10 (4): 958 - 970

Narayan, M. 2003. "***Spatially Distributed Hydrological Modelling considering Land-use changes using Remote Sensing and GIS***". Map Asia Conference-Water Resources. Pp. 9

Negrao, R. 2000. "***Gestión Ambiental***". En: II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. UNESCO, pp. 27-36

OCDE. 1998. ***Análisis del Desempeño Ambiental, México***. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. México.

Ohlsson, L. 1998. ***Water and Social Resource Scarcity***. Department of Peace and Development Research University of Göteborg–FAO.

OMM-UNESCO. 1998. ***Evaluación de los recursos hídricos: Manual para la estimación de las capacidades nacionales***.

OMM, 1997. ***Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World***. OMM. Ginebra, Suiza.

ONU. 1970. ***Integrated River Basin Development***, New York.

OPS/OMS, 2001. ***Agua y Salud: un brindis por la vida***. Lima, Perú. Pp. 23.

OPS/CEPIS. 2002. ***Agua: ¡No al desperdicio, no a la escasez!*** pp. 20-26.

Ordoñez, C. y Martínez-Alegría, R. 2003. ***Sistemas de Información Geográfica, Aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales***. Alfaomega. México. Pp. 227.

Oropeza, J. 1999. ***"Modelos matemáticos y su aplicación al manejo de cuencas hidrográficas"*** . En IX Congreso Nacional de Irrigación. Simposio 4. Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas. ANEI, A.C.

Ortiz, B. y Ortiz, A. 1980. ***Edafología***. UACH. Chapingo, México.

Ostrom, E. 2000. ***El Gobierno de los Bienes Comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva***. FCE-UNAM-CRIM. Primera edición en español. México. Pp. 395.

Orzanco, G. 1999. ***"Problemas ambientales detectados por la población de Ushuaia (Tierra de Fuego, Argentina)"***. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía/UNAM. (40): 85-98.

Özyuvaci, N.; Osan, S. and Görçelioglu, E. 1997. ***"La ordenación integrada de cuencas para el desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables"***. XI Congreso Forestal Mundial. 13 a 22 de Octubre de 1997, Antalya, Turquía.

Padilla, L. y Luna, A. 2003. ***"Percepción y conocimiento ambiental en la costa de Quintana Roo: una caracterización a través de encuestas"***. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía/UNAM. (52): 99-116.

Palacios, E. 2000. ***"El uso de los Recursos Hidráulicos en México en el Siglo XXI"***. En: Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas. Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI), Serie Latinoamericana No. 20. México, pp. 33-43

Pardo, M. 1998. ***"Sociología y Medioambiente: Estado de la cuestión"***. Revista Internacional de Sociología. 19/20: 329-367.

Partida, D. y Carvajal, N. 2003. ***Un estudio sobre el balance hidrológico en el Estado de San Luis Potosí.*** En memorias del Simposio Internacional Agua Dulce y Desarrollo Sustentable. San Luis Potosí, S.L.P. 25-27 de junio de 2003. Facultad de Ingeniería – UASLP.

Patrick, R. 1994. ***"Is Water Our Next Crisis?"***. Proceedings of the American Philosophical Society, 138 (3): 371-376.

Paz, G. 1999. ***El Panorama del Agua en México. En el Desarrollo de las Presas en México.*** Asociación Mexicana de Hidráulica- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

Peña, F. 2004. ***"Una revisión crítica de los vínculos ambiente-sociedad en los estudios antropológicos"***. En: Llanos, L., Gotilla, A. y Ramos, A. (Coordinadores), Enfoques metodológicos críticos e investigación en ciencias sociales. UACH – Plaza y Valdes. México. pp. 101 – 112

Pierce, L.; Walker, J; Dowling, T.; McVicar, T.; Hatton, T.; Running, S.; Coughlan, J. 1993. ***"Ecohydrological Changes in the Murray-Darling Basin. A simulation of regional changes"***. The Journal of Applied Ecology, 2 (30): 283-294.

PNUMA, 2000. ***Perspectivas del Medio Ambiente Mundial-GEO-2000.*** PNUMA-Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 41-51 y 127-137

Postel, S. 2000. ***"Entering an Era of water scarcity: the challenges ahead"***. Ecological Applications. 10 (4): 941-948

Postel, S. y Wolf, A. 2001. ***"Dehydrating Conflict"***. Foreign Policy, 126: 60-67

Postel, S. 1989. ***Water for Agriculture.*** Worldwatch Institute. Washington, D.C.

Price, M. 2003. ***Agua Subterránea.*** Editorial Limusa. Primera Edición en Español. Pp. 330.

Prigogine, I. y Nicolás, G. 1987. ***La estructura de lo complejo***. Alianza Universidad. España. Pp. 383.

Puig, H. 1991. ***Vegetación de la Huasteca (México)***. Instituto de Ecología. México,

Pyrce, R. 2004. ***Hydrological Low Flor Indices and their Uses***. Watershed Science Centre. WSC Report No. 04-2004. Ontario. Canada. 33 p.

Quintana, S. y Funtowicz, S. 1998. "***Cómo afrontar la problemática compleja del agua***". En: Simposio Gestión de aguas, participación ciudadana y conflictos sociales y políticos del Congreso sobre Planificación y Gestión de Aguas. pp 1-10

Ramírez, R. 2004. ***Gestión Ambiental en México Una Visión al Futuro***. Tesis de Licenciatura en Derecho. Facultad de Derecho/UNAM. México. Pp. 195

Ramírez, S. 1999. "***Teoría general de sistemas de Ludwing Von Bertalanffy***". En S. Ramírez, ***Perspectivas en las teorías de sistemas***. Siglo XXI-UNAM. México. pp. 11-44

Rappaport, R. 1987. ***Cerdos para los antepasados: el ritual en la ecología de un pueblo de Nueva Guinea***. Siglo Veintiuno. Primera edición en español. España. Pp. 354

RESDAL, 2005. ***Atlas comparativo de la Defensa en América Latina***. Red de Seguridad y Defensa en América Latina. Buenos Aires, Argentina. Pp. 295.

Rijsberman, F. y Scott, C. 2005. ***Agua para la Alimentación y el Medio Ambiente***. Documento Base del IV Foro Mundial del Agua. Instituto Internacional de Administración del Agua.

Rivera, R. 2002. ***Modelo de simulación de la disponibilidad futura del agua superficial en la cuenca hidrológica del Río Culiacán***. Tesis de Maestría en Planeación. Facultad de Ingeniería. UNAM. Pp. 96

Rendón, H. 2006. **"Agua: Peligro Embotellado"**. Semanal Día Siete. 6(292): 44-51.

Reyes, H.; Aguilar, M.; Aguirre, J. y Trejo, I. 2006. **"Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000"**. Investigaciones Geográficas, (59): 26-42. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.

Rodda, J. 2001. **"Water under pressure"**. Journal of Hydrological Sciences. 46 (6): 841-854.

Rodríguez, C.; Cotler, H. y Caire, G. 2003. **"La descentralización de la gestión ambiental en México. El caso de la Cuenca Lerma Chapala"**. En: Tercer Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrográficas. Arequipa, Perú. Pp. 15

Rodríguez M. y Espinoza G. 2003. **Gestión ambiental en América Latina y el Caribe: Evolución, tendencias y principales prácticas**. Banco Interamericano de Desarrollo.

Roemer, A.1997. **Derecho y Economía: Políticas Públicas del Agua**. CIDE-Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa. México. Pp. 311

Rogers, P. and Hall, A. 2006. **Gobernabilidad Efectiva del Agua**. TEC Background Paper No. 7. Asociación Mundial del Agua. Primera impresión en español. Estocolmo. Pp. 51.

Rosegrant, M. 2004. **Policies and Institutions for Sustainable Water Resource Management: A Research Agenda**. Pp. 33.

Ruiz, C. 2005. **"La privatización del agua en América Latina"**. Primer Taller Popular en Defensa del Agua. Programa de las Américas del Interhemispheric Resource Center. Pp. 4.

Ruiz, R. y Ayala, F. 2004. **El Método en las Ciencias, Epistemología y Darwinismo**. FCE. México. Pp. 216.

Ruiz, J. 1999. **Modelo distribuido para la evaluación de recursos hídricos**. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. España. Pp. 245

Ruvalcaba, J. 1998. ***Nuevos aportes al conocimiento de la Huasteca***. CIESAS. México.

Ruvalcaba, J. y Pérez, J. 1996. ***La Huasteca en los albores del tercer milenio, textos, temas y problemas***. CIESAS. México.

Ruvalcaba, J. 1991. ***Sociedad y violencia. Extracción y concentración de excedentes en la Huasteca***. CIESAS. México.

Rzedowski J. 1961. ***Vegetación del Estado de San Luis Potosí***. Tesis Doctoral. UNAM. México, D.F.

Sainz, J. y Becerra, M. 2003. ***Los conflictos por agua en México***. INE-SEMARNAT. México. Pp. 9.

Sánchez, V. 2004. ***"Contexto e implicaciones para la solución de un problema binacional complejo: el revestimiento del Canal Todo Americano"***. En: Sánchez, V. (coordinador) El revestimiento del Canal Todo Americano ¿competencia o cooperación por el agua en la frontera México-Estados Unidos? El Colegio de la Frontera Norte – Plaza y Valdés editores. México. pp. 247-273.

Santacruz, G.; Santacruz, E.; Santacruz, E. 2005. ***"Abundancia y despilfarro del agua: una visión desde el ejido Once de Abril, municipio de Unión Juárez, Chiapas"***. En: Kauffer, E. (Editora): El Agua en la Frontera México-Guatemala-Belice. ECOSUR-UNACH-RISAF-The Nature Conservancy. México. pp. 353-371.

Santacruz, G. 2005. ***"La cuenca del río Suchiate. Los potenciales problemas ambientales asociados al uso del agua"***. En: Vargas, S. y Mollard, E. (editores) Problemas Socio-ambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México. IMTA-IRD-CONACYT-SEMARNAT. México. pp. 298-316.

Sanz, F. y Martínez, A. 1998: ***Propuesta de un régimen de caudales ecológicos para el coto de pesca de Melgar de Arriba (Valladolid)***. Libro de actas (en CD) del 1er. Congreso

de Planificación y Gestión de Aguas. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Zaragoza, España.

SARH. 1987. **Memoria de la Comisión de Estudios de la Cuenca Baja del Río Pánuco (1955-1986)**. México

SARH. 1974. **Manejo de cuencas, Río San Buenaventura**, D. F. Proyecto No. MC-74-1. México, D. F.

Sawchuk, L. 1996. **"Rainfall, Patio Living, and Crisis Mortality in a Small-Scale Society: The Benefits of a Tradition of Scarcity?"**. Current Anthropology. 37 (5): 863-867.

Schmidt, A. 1986. **El Concepto de Naturaleza en Marx**. Siglo Veintiuno Editores. Pp. 244.

Schreiber, A., Renard, K. 1978. **"Runoff water quality from varying land use in southeastern Arizona"**. Journal of Range Management 31 (4).

Schnaiberg, A. 1980. **The Environment**. Oxford University Press. N.Y.

Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1977. **Región Hidrológica No. 26 Cuenca del Río Pánuco**. México.

SEMARNAP/CNA. 1996. **Programa Hidráulico 1995 – 2000**. Poder Ejecutivo Federal, Estados Unidos Mexicanos. México.

SEMARNAT. 1998. **Estudios técnicos para determinar la disponibilidad de las aguas superficiales de la cuenca del río Pánuco**. DIARIO OFICIAL (Primera Sección), Lunes 26 de octubre de 1998

Shaozhong, K. et al. 2004. **"The impacts of human activities on the water-land environment of the Shiyang River basin, an arid region in northwest China"**. Journal of Hydrological Sciences, 49 (3): 413-427.

Shiva, V. 2003. ***Las guerras del agua, privatización, contaminación y lucro***. Siglo XXI editores. Primera edición en español. México.

Siles, J. y Soares, D. 2003. ***La Fuerza de la Corriente. La gestión de cuencas hidrográficas con equidad de género***. UICN-IMTA.

Singh, R. y Prasad, H. 2004. ***"Remote sensing and GIS approach for assessment of the water balance of a watershed"***. Journal Hydrological Sciences, 49 (1): 131-141

Smakhtin, V. U. 2001. ***"Low Flow hydrology: a review"***. Journal of Hydrology (240): 147-186.

Soares, D.; Romero, R.; Chávez, C. y Camacho H. 2006. ***Entre la abundancia y la escasez: paradoja hídrica en la Huasteca Hidalguense***. IMTA-SEMARNAT-CONACYT. México. 164 p.

Solon, P. 2003. ***Movimientos ciudadanos frente a la privatización del agua***. Memoria del Seminario Internacional. El Salvador 21 y 22 de agosto de 2003

Soto, J. 1979. ***Manejo de cuencas (una solución al problema de desarrollo integrado)***. Tesis de doctorado en geografía. UNAM. Colegio de Geografía. México

Spector, M. y Kitsuse, J. 1973. ***"Social Problems: A Re-Formulation"***. Social Problems. 21(2): 145-159.

Starr, J. 1991. ***"Water Wars"***. Foreign Policy, (82): 17 – 36

Steward, J. 1963. ***"The economic and social basis of primitive bands"***. En: Lowie, R. (Compilador). Essays in Anthropology.

Stewardson, M. 2005. ***Environmental flow analysis***. Technical Report 05/13. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Australia. 47 p.

Swomley, J. 2000. ***"When blue becomes gold"***. The Humanist, 60 (5): 5 – 7.

Tahvonen, O. 2000. ***Economic Sustainability and Scarcity of Natural Resources: A Brief Historical Review***. Resources for the Future. Washington, D.C. USA. Pp. 15.

Toledo, A. 2003. ***Ríos, Costas, Mares: hacia un análisis integrado de las Regiones Hidrológicas de México***. INE-SEMARNAT-COLMICH. México. Pp. 117.

Toledo, A. y Bozada, L. 2002. ***El Delta del Río Balsas, Medio Ambiente, Pesquerías y Sociedad***. INE-SEMARNAT-COLMICH. México. Pp. 293

Toledo, V. 2000. ***La Paz en Chiapas. Ecología, luchas indígenas y modernidad alternativa***. Quinto Sol/UNAM. México. pp. 13-85.

Torres E.; Oropeza, J.; Reynoso, S. 2000. ***"Aplicación del modelo SWAT en la cuenca 'El Tejocote', Atlacomulco, Estado de México"***. En X Congreso Nacional De Irrigación. Simposio 4. Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas. ANEI, A.C.

Tortolero, A. 2000. ***El Agua y su historia, México y sus desafíos hacia el siglo XXI***. Siglo XXI editores. Primera edición en español. México.

Tudela, F. 1992. ***"El encuentro entre dos mundos: impacto ambiental de la conquista"***. Nueva Sociedad. 122: 198-209.

Tudela, F. 1989. ***La Modernización forzada del Trópico: El caso de Tabasco Proyecto Integrado del Golfo***. COLMEX-CINVESTAV-IFIAS-UNRISD. Pp. 473

UNESCO, 2003. ***Agua para todos, Agua para la vida***. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. UNESCO/Mundi-Prensa Libros, 2003 para la edición española. Paris, France. Pp. 36.

Valiron, F.; Bebin, J.; Bustarrey, J.; Faisandier, P. 1990. ***La Politique de L'Eau en France de 1945 á nos jours***. Presses de Lécole Nationale des Ponts et Chaussées

Vargas, S. y Mollard, E. 2005. ***Problemas Socio-ambientales y experiencias organizativas en las cuencas de México, Introducción***. IMTA-IRD-CONACYT-SEMARNAT. México. pp. 9-24.

Vargas, S. 2004. ***De la centralización a la gestión del agua por cuenca hidrológica: conflictos por el agua en la cuenca Lerma-Chapala, 1990-2003***. Tesis de Licenciatura en Sociología. FCPS-UNAM. México. Pp. 149

Velásquez, M. 2002. ***Evaluación de la eficiencia y funcionamiento de la planta tratadora de aguas residuales de Cd. Valles, S.L.P.*** Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Vieillard S. 2001. ***"Gestion de l'Eau et bassin versant, de l'évidente simplicité d'un découpage naturel á sa complexe mise en pratique"***. Hérodote Revue de Géographie et de Géopolitique, 102: 139 – 157.

Villiers M. 2000. ***Water: The Fate of Our Most Precious Resource***, New York. Houghton Mifflin. p. 17

Votrin, V. 2003. ***Transboundary Water Disputes in Central Asia: Using Indicators of Water Conflict in Identifying Water Conflict Potential***. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master in Human Ecology, Vrije Universiteit Brussel, Belgium.

White, A. y Ford, R. 1994. ***"Common Property and Collective Action: Lessons from Cooperative Watershed Management in Haiti"***. Economic Development and Cultural Change, 43 (1): 1- 41.

Whittlesey, N. y Huffaker, R. 1995. ***"Water Policy Issues for the Twenty-First Century"***. American Journal of Agricultural Economics, 77 (5): 1199-1203.

Wilk, J. y Hughes, D. 2002a. **"Calibrating a rainfall-runoff model for a catchment with limited data"**. Journal Hydrological Sciences, 47 (1): 3-18

Wilk, J. y Hughes, D. 2002b. **"Simulating the impacts of land-use and climate change on water resource availability for a large south Indian catchment"**. Journal Hydrological Sciences., 47 (1): 19-30

Winpenny, J. s/f. **Managing Water Scarcity for Water Security**. FAO. <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/webpub/scarcity.htm>. abril 2006.

Zalewski, M. 2002. **"Ecohydrology – the use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources"**. Journal of Hydrological Sciences, 47 (5): 823-832.

Zelem, M. 1998. **"Los agricultores confrontados a la policía del agua"**. En Simposio Gestión de aguas, participación ciudadana y conflictos sociales y políticos del Congreso sobre planificación y gestión de aguas. España, 14 – 18 de Septiembre. Pp. 7.