

## PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL ACUÍFERO CHUPADEROS, ESTADO DE ZACATECAS

Contrato No. SGT-OCCCN-ZAC-10-028-RF-LP

## Contenido

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1	ANTECEDENTES .....	1
1.2	PROBLEMÁTICA .....	1
1.3	JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4	NOMBRE .....	5
1.5	UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA .....	5
1.6	PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DEL PLAN .....	6
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
2.1	OBJETIVO SUPERIOR.....	7
2.2	OBJETIVOS DEL PLAN.....	7
2.2.1	<i>Objetivo general</i> .....	7
2.2.2	<i>Objetivos estratégicos</i> .....	7
<b>3</b>	<b>MARCO JURÍDICO .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>PRINCIPIOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>12</b>
5.1	POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO .....	12
5.2	EVALUACIÓN DE PROGRAMAS RELATIVOS AL MANEJO DEL AGUA.....	12
5.3	CLIMATOLOGÍA.....	20
5.4	AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	26
5.4.1	<i>Funcionamiento del sistema acuífero</i> .....	26
5.4.2	<i>Comportamiento piezométrico</i> .....	5-39
5.4.3	<i>Calidad de agua subterránea y fuentes de contaminación</i> .....	5-42
5.5	AGUA SUPERFICIAL .....	5-43
5.5.1	<i>Hidrografía</i> .....	5-43
5.5.2	<i>Calidad de agua superficial</i> .....	5-44
<b>6</b>	<b>PROYECCIONES DE LA DISPONIBILIDAD.....</b>	<b>6-45</b>
6.1	DESCRIPCIÓN DE LA DEMANDA .....	6-45
6.2	DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS.....	6-49
<b>7</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PLAN .....</b>	<b>7-58</b>
7.1	DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS .....	7-58
7.1.1	<i>Objetivo Estratégico 1: Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola</i> .....	7-58
7.1.2	<i>Objetivo Estratégico 2: Incrementar el acceso y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento</i> .....	7-58

7.1.3	Objetivo Estratégico 3: Promover el manejo integrado del agua en cuencas y acuíferos .....	7-58
7.1.4	Objetivo Estratégico 4: Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico .....	7-59
7.1.5	Objetivo Estratégico 5: Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del buen uso.....	7-59
7.1.6	Objetivo Estratégico 6: Prevenir los riesgos derivados de los fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos.....	7-59
7.1.7	Objetivo Estratégico 7: Evaluar los efectos del cambio climático e hidrológico global y local.....	7-59
7.1.8	Objetivo Estratégico 8: Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la LAN en materia administrativa.....	7-60
7.2	DESCRIPCIÓN DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS .....	7-60
7.2.1	Líneas Estratégicas de Objetivo 2 .....	7-67
7.2.2	Líneas Estratégicas de Objetivo 3 .....	7-70
7.2.3	Líneas Estratégicas de Objetivo 4 .....	7-90
7.2.4	Líneas Estratégicas de Objetivo 5 .....	7-99
7.2.5	Líneas Estratégicas de Objetivo 6 .....	7-106
7.2.6	Líneas Estratégicas de Objetivo 7 .....	7-111
7.2.7	Líneas Estratégicas de Objetivo 8 .....	7-113
<b>8</b>	<b>COSTOS Y FINANCIAMIENTO .....</b>	<b>8-115</b>
8.1.1	Costos .....	8-115
8.1.2	Financiamiento.....	8-115
<b>9</b>	<b>BENEFICIOS E IMPACTO.....</b>	<b>9-122</b>

## **SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COTAS	Comité Técnico de Aguas Subterráneas
DOF	Diario Oficial de la Federación
GIRH	Gestión Integrada del Recurso Hídrico
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LAN	Ley de Aguas Nacionales
NOM	Norma Oficial Mexicana
PIB	Producto Interno Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012
PNH	Programa Nacional Hídrico 2007-2012
PSMARC	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

## **DIRECTORIO**

### **JOSÉ LUIS LUEGE TAMARGO**

Director General

### **ÓSCAR GUTIERREZ SANTANA**

Director General del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte

### **JOSÉ MARIO ESPARZA VILLALOBOS**

Director Local de la Comisión Nacional del Agua en el Estado de Zacatecas

La Comisión Nacional del Agua contrató la elaboración de este estudio a la empresa:

### **INGENIERÍA Y GESTIÓN HÍDRICA S.C.**

Según contrato No. SGT-OCCCN-ZAC-10-028-RF-LP

La coordinación estuvo a cargo de la Dirección Técnica de la Dirección Local Zacatecas a través de la Subdirección de Aguas Subterráneas.

Supervisión por parte de la Dirección Local Zacatecas:

**ING. RAFAEL GUARDADO PEREZ**

# 1 GENERALIDADES

## 1.1 ANTECEDENTES

Los acuífero Chupaderos, representan las reservas de agua subterránea más importante para una porción de la parte central del estado de Zacatecas. La proliferación de pozos que ocurrió durante las últimas décadas, conjugada con los patrones de cambio de uso de suelo y deforestación, han causado un claro impacto en estas reservas estratégicas, que por hoy pierden volumen diariamente y con ello afectan el potencial de desarrollo socioeconómico y ambiental actual y futuro.

El acuífero cuenta ya con estudios geohidrológicos y piezométricos en años pasados. Adicionalmente, Zacatecas ha sido objeto de importantes estudios efectuados por la Organización Meteorológica Mundial y por el Banco Mundial con el fin de establecer soluciones a la sobreexplotación.

Además del estudio técnico de las propiedades de los acuíferos, existen importantes trabajos en el proceso de planeación estatal, muy recientes y con la participación de los representantes del COTAS.

Dados estos antecedentes, la definición de un plan estratégico para el manejo de las aguas subterráneas resulta un trabajo con mayores posibilidades de precisar los recursos para cumplir con las metas.

El mayor reto del manejo sustentable de las aguas subterráneas, se encuentra en lograr la capacidad de organización y compromiso de la sociedad, de las instituciones y del gobierno en sus diferentes órdenes, para aplicar las medidas necesarias y los recursos de inversión plenamente justificados que además de representar un muy bajo porcentaje del Producto Interno Bruto relacionado con esta zona del país, permitirán proteger el desarrollo sustentable de las actividades productivas y la calidad de vida de la mayor proporción de la población del estado, incluida su capital.

## 1.2 PROBLEMÁTICA

Ante el actual panorama local, regional y global, el manejo del agua se convierte en elemento toral para incrementar el desarrollo social y económico de la población directa e indirectamente involucrada en la región centro del estado de Zacatecas.

Para el presente caso, la situación reviste mayor importancia dado que se estudia el ambiente geográfico que concentra la mayor cantidad de habitantes y actividades productivas del estado, las cuales dependen de manera fuerte de la cantidad y calidad de agua subterránea, la cual es prácticamente la única fuente de aprovechamiento, y que además se encuentra amenazada por la falta de optimización en su empleo, la baja disponibilidad por las características climatológicas

inherentes a la zona, y la cual se encuentra amenazada por los potenciales impactos derivados de los efectos d calentamiento global.

De esta forma, se han identificado las principales problemáticas que enfrenta el recursos en la región de los acuíferos Aguanaval-Calera y Chupaderos.

1. La región está situada en la porción norte de la República Mexicana, zona geográfica que presenta características de baja precipitación y alta tasa de evaporación, lo cual disminuye la disponibilidad de agua superficial e incrementa la presión sobre el agua de origen subterráneo.

La problemática avanza de oeste a este dado que la precipitación media anual ponderada por extensión territorial pasa de 428, 425 y 260 mm/año en los acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos, respectivamente, siendo este último en de mayores aprovechamientos no sustentables de agua subterránea, sin embargo, la variación de la lluvia es mayor en los dos primeros (100 mm), mientras que para Chupaderos es de solo 50 mm.

2. La principal fuente de presión en el recurso subterráneo tiene su origen en la agricultura, la cual de los poco mas de 500 hm<sup>3</sup> de agua concesionada, el 93.4% se destina a este sector el cual genera en términos globales una baja productividad en el uso de este recurso. En lo que se refiere al sector público-urbano, éste representa una baja área de oportunidad en términos de liberar volúmenes considerables de agua, aunque se aprecia la necesidad de mejorar sus eficiencias, cuidar la calidad del agua e incrementar la cobertura de saneamiento.

El sector industrial, considerado como el tercer sector de mayor aprovechamiento, no representa una problemática importante, pero sí, el incremento y desarrollo de este sector depende de la disponibilidad de agua subterránea, la única que por las condiciones climatológicas regionales, es la de mayor alcance.

3. Actualmente la región de los acuíferos Aguanaval-Calera-Chupaderos se encuentra regido por vedas de agua subterránea, las cuales son instrumentos jurídicos para el fomento de la protección y aprovechamiento del recurso hídrico, sin embargo, los escenarios hidrológico-ambientales, así como los sociales y productivos de la época en los cuales fueron promulgados distan mucho de la realidad actual, por lo cual es necesaria su actualización en términos de reorganización de áreas y métodos de determinación; mas sin embargo, la mayor área de oportunidad está en su observancia por parte de autoridades y usuarios.
4. Ante el incremento de la frontera agrícola y reducción en los volúmenes disponibles de agua, se optó por una mayor construcción de pozos legales e ilegales, desatendiendo la dinámica natural del agua en el subsuelo, lo que ha ocasionado fuertes abatimientos en áreas puntuales y disminución general de nivel freático en los tres acuíferos.

La situación propicia un balance hidrológico negativo, resultado de un volumen de agua aprovechada mayor al concesionado. En la actualidad esa diferencia ronda los 300 hm<sup>3</sup> anuales.

Aun cuando existe cierto nivel de tecnificación hidroagrícola, está no ha permeado lo suficiente como para disminuir la sobreexplotación dado que la liberación de volúmenes de agua se transforman en incrementos de área regada, por lo cual no existe acción real a favor del acuífero.

5. Hasta la actualidad, la región centro del estado de Zacatecas ha estado sujeta a diversos estudios tendientes a lograr, en primer instancia, una estabilización en el ritmo de extracciones, y después, intentar disminuir el déficit hídrico que permita a largo plazo el balance apropiado entre la oferta y la demanda; sin embargo, las alternativas sustentables hasta hoy generadas no han permeado con la fuerza necesaria en el grueso del sector agrícola.

En evaluaciones realizadas a programas federales de apoyo a la agricultura, se ha observado el incremento de la productividad del agua cuando se integran de manera adecuada los subsidios federales, estatales y municipales, aún así, es necesaria una mayor transferencia técnica que permita mantener la viabilidad de tales apoyos en un horizonte a largo plazo.

Al día de hoy, la Gerencia Operativa de los acuíferos de Chupaderos se encuentran en proceso de re-consolidarse en términos financieros, técnicos, administrativos y de operación. La falta de continuidad en sus labores ha generado el rompimiento y seguimiento de actividades propias de los COTAS, lo que conlleva a la reaparición de diversas problemáticas entre usuarios y usuarios-autoridad.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La importancia que revisten del acuíferos Chupaderos y Aguanaval radica en que son la mayor fuente de aprovechamientos hídricos para la región sur del estado de Zacatecas, región donde se asientan las mayores poblaciones zacatecanas y la mayor actividad económica, industrial y agropecuaria.

Dadas sus características fisiográficas y orográficas intrínsecas, hidrológicamente presenta zonas de baja captación de agua de lluvia. Las condiciones hidrológicas son tales, que prácticamente son escasas las corrientes superficiales, el cual únicamente está representado por esporádicos o temporales corrientes de agua que alimentan escasos almacenamientos del líquido.

Por lo anterior, es necesario reconsiderar el ritmo de aprovechamientos tanto para el uso público urbano como para el uso agrícola, sobre todo este último, el cual demanda volúmenes extraordinarios de agua subterránea, por lo que la no atención en los aspectos de conservación de aguas subterránea pone en peligro la continuidad de los procesos productivos en el sector social, agrícola, pecuario e industrial.



El Plan de Manejo Integral del Acuífero Chupaderos, se circunscribe dentro de un marco técnico que tiene como finalidad el manejo sustentable del recurso hídrico en la zona que nos ocupa. Así, el Plan procura:

- Ser el elemento rector para el aprovechamiento de aguas subterráneas con la visión de hacer de su uso, la herramienta de competitividad social y productiva en la región sur del estado de Zacatecas.
- Reorientar los esquemas de aprovechamiento para detener en primer instancia, y posteriormente, permitir la recuperación de las zonas de extracción superior a la recarga.
- Mantener la calidad de agua subterránea evitando el agotamiento de las reservas, controlando y disminuyendo la contaminación del subsuelo así como el uso de insumos agropecuarios, permitirá esquemas de aprovechamiento de largo plazo sin deterioro de la fuente de abastecimiento.

Como se ha reconocido anteriormente, la zona de influencia del acuífero HLOP se presenta como una importante zona de actividad agrícola con los sabidos beneficios para la sociedad que directa o indirectamente interactúan constantemente con ella.

Se sabe que el PIB es considerable al desarrollarse en la zona la mayor actividad económica del estado. Con una población global al 2010 de 599 mil habitantes, se identifica inmediatamente la necesidad de asegurar la continuidad e incremento productivo del agua en la región. Así también, se prevé que la población se incrementara un 15.3% en el periodo 20010-2030, calculándose un aumento de 91,726 habitantes por lo que el desarrollo del Plan de Manejo permitirá dar sustento a la población circunscrita al acuífero, así como a la que se encuentra cercana a él, permitiendo además ser un elemento de estabilidad social para la región.

Los dos sectores básicos consumidores de agua del acuífero son: el sector agrícola que representa el 93.4% del volumen concesionado y el uso público urbano el 3.83%. Todos los demás usos (industrial, pecuario, etc.) suman el porcentaje restante. Las extracciones calculadas ascienden a 501.4 Hm<sup>3</sup>.

La solución de la sobreexplotación depende totalmente de reducir las extracciones subterráneas, así como las destinadas para uso agrícola, en general.

Lo anterior, denota la necesidad socioeconómica de una estrategia para el manejo del acuífero plasmada en un Plan de Manejo. A continuación los aspectos básicos a considerar:

- una reserva de agua potable
- que la disponibilidad del agua no restrinja las actividades productivas, y

evitar los efectos sociales de la escasez del agua.

El Plan de Manejo es un instrumento indispensable para fundamentar:

1. Un Reglamento del Acuífero, acorde con las necesidades integrales en términos de sustentabilidad. El reglamento es, a su vez, el recurso fundamental de compromiso entre los usuarios y las autoridades dentro del ámbito de la Ley de Aguas Nacionales.
2. La zonificación del acuífero para una caracterización de las estrategias acorde a la situación de las distintas áreas geográficas circunscritas.
3. Las prioridades en términos de ordenamiento, parámetros por medir y criterios de cuantificación de las extracciones.
4. La definición de estrategias de acción durante períodos de escasez o sequía extrema.
5. Proponer los criterios para llevar a cabo un banco de derechos a favor del acuífero fundamentado en un ordenamiento y control estadístico de las extracciones, que proteja la prioridad y prelación del agua.

## **1.4 NOMBRE**

Plan de Manejo Integral del Acuífero Chupaderos, Estado de Zacatecas

## **1.5 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA**

La zona de interés comprende la parte centro del estado de Zacatecas. Prácticamente la totalidad del acuífero Chupaderos pertenecen al Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte. La subregión de planeación es El Salado. Con base en lo establecido en el DOF del 28 de agosto de 2009, se tiene que la totalidad de la poligonal del acuífero Chupaderos es de 2,482 km<sup>2</sup>

El acuífero de Chupaderos-Villa de Cos se localiza en la porción este del Estado de Zacatecas. Sus límites están definidos por las coordenadas 23°20' a 22°42' de latitud norte y 102°15' a 102°34' de longitud oeste. Al oeste delimita con el acuífero Calera, al sur con Guadalupe Bañuelos, Ojocaliente y La Blanca, al este con el Barril, y al norte con Guadalupe de las Corrientes y Puerto Madero

El área queda comprendida dentro de las cartas topográficas de INEGI escala 1:50,000, con las claves: F13B38 (Villa de Cos), F13B39 (El Rucio), F13B48 (Chichimequillas), F13B49 (Hernández), F13B58 (Zacatecas), F13B59 (Zacatón), F13B68 (Guadalupe) y F13B69 (Ojo Caliente). Las principales zonas urbanas que se circunscriben dentro del acuífero Chupaderos son: al norte las poblaciones de González ortega (Bañon) y Villa de Cos; y al suroeste las poblaciones de Pozo de Gamboa (compartida con el acuífero Calera), San Antonio del Ciprés, Sauceda de la Borda, Tacoaleche, Trancoso, Zoquite y la ciudad de Guadalupe.

Los poblados principales de norte a sur son: Villa de Cos, González Ortega, Chupaderos, Chaparrosa, La Estrella, San Antonio del Ciprés, El Bordo Buenavista, Casa Blanca, San Ignacio y Tacoaleche. Las principales vías de comunicación son la carretera No. 54 Zacatecas - Saltillo, que rodea la Sierra de Zacatecas y cruza la parte norte, y la carretera No. 45-49 al sur, que une las

ciudades de San Luis Potosí y Aguascalientes con Zacatecas. Otras vías secundarias son la carretera recién pavimentada que da acceso a Chupaderos y Chaparrosa; la que une Guadalupe - Saucedo de la Borda y la que comunica Guadalupe con Sta. Monica, Tacoaleche y Casa Blanca respectivamente, desde las cuales se llega a la región centro y sur.

## **1.6 PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DEL PLAN**

El Plan de Manejo Integral del Acuífero Chupaderos, Estado de Zacatecas, ha tenido sus orígenes en la solicitud del COTAS respectivo, que en años anteriores, reconociendo el reto en cuanto al manejo adecuado de aguas subterráneas, efectuaron ejercicios de planeación participativa, en los cuales se contó con la participación de instituciones y dependencias oficiales a nivel federal, estatal y municipal, así como la representación de los diferentes sectores usuario y sociedad civil organizada.

Durante el presente proceso de planeación, se consideraron las iniciativas del Programa Hídrico Nacional y el Programa Hídrico del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, capitalizando los esfuerzos generados con anterioridad en aras de proveer soluciones integrales a las distintas problemáticas de la región en el tema de manejo óptimo de aguas subterráneas.

En resumen, la planeación integra las iniciativas de todos los actores relacionados tanto con las cuencas como con los acuíferos involucrados y para este caso particular, la participación de la CONAGUA en el orden federal, de los Organismos de Cuencas en el orden regional y de la Dirección Locales en el orden estatal.

- CONAGUA
  - Oficinas Centrales
  - Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte
  - Dirección Local Zacatecas
- Consejo de Cuenca Del Altiplano
- COTAS del Acuífero Chupaderos
- Empresa Consultora Ingeniería y Gestión Hídrica S.C.

Es necesario destacar que adicionalmente durante la integración del plan de manejo, se realizaron consultas hacia los distintos sectores de usuarios, así como con especialistas e informantes calificados en cada uno de los tres acuíferos.

Por último, la empresa Ingeniería y Gestión Hídrica, S. C. participó con un papel de integración de propuestas e iniciativas y contribuyó a través del análisis de estas propuestas y de su perfeccionamiento a partir de los resultados de la evaluación técnica del diagnóstico del acuífero, su problemática, sus áreas de oportunidad y los procesos de gestión viables para realizar las soluciones necesarias para el manejo sustentable de los acuíferos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO SUPERIOR**

Formular un Plan de Manejo Integrado del acuífero Chupaderos, que adecue el desarrollo sustentable de la región a la disponibilidad del agua, enmarcado en el contexto de la actual Política Nacional Hidráulica.

### **2.2 OBJETIVOS DEL PLAN**

#### **2.2.1 Objetivo general**

Instrumentar una razonable administración del acuífero Chupaderos, basada en el consenso y la aplicación de los principios de Desarrollo Sustentable.

#### **2.2.2 Objetivos estratégicos**

1. Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola
2. Incrementar el acceso y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento
3. Promover el manejo integrado del agua en cuencas y acuíferos
4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico
5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del buen uso
6. Prevenir los riesgos derivados de los fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos
7. Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la LAN en materia administrativa
8. Evaluar los efectos del cambio climático e hidrológico global y local

### 3 MARCO JURÍDICO

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 27 define la propiedad de las aguas nacionales. La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento enfatizan el papel de la Comisión Nacional del Agua como órgano rector en el marco técnico y legal en cuanto al aprovechamiento hídrico. Resalta la importancia de los Consejos de Cuenca y sus Órganos Auxiliares, entre ellos, los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) en lo referente al cuidado de los acuíferos y la toma de decisiones en cuanto a su protección y manejo; en la actualidad, el COTAS Chupaderos se constituyó como organismo auxiliar del Consejo de Cuenca Del Altiplano desde el 24 de noviembre de 2000. Por su parte, el Registro Público de Derechos de Agua representa el instrumento legítimo para proteger los derechos de los usuarios.

La Ley Federal de Derechos en materia de agua, establece los criterios para aplicar las tarifas por pago de derechos correspondientes a los distintos usos del agua, cuerpos de agua y bienes nacionales, según la zona de disponibilidad a la que pertenezcan los municipios. Establece asimismo la exención del pago de derechos para los usos agrícola y pecuario. También señala que no se pagan derechos por aguas residuales empleadas en lugar de aguas de primer uso.

Entre otros elementos normativos se encuentran las reglas de operación de los programas institucionales con recursos de inversión para la tecnificación y uso eficiente del agua.

Las Leyes Estatales de Aguas establecen las funciones y responsabilidades de las instancias estatales y municipales que participan en el sector, así como los derechos y obligaciones de usuarios del agua.

También son de importancia diversas Normas Oficiales Mexicanas, entre las que destaca la NOM-011-CNA-2000 *Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*.

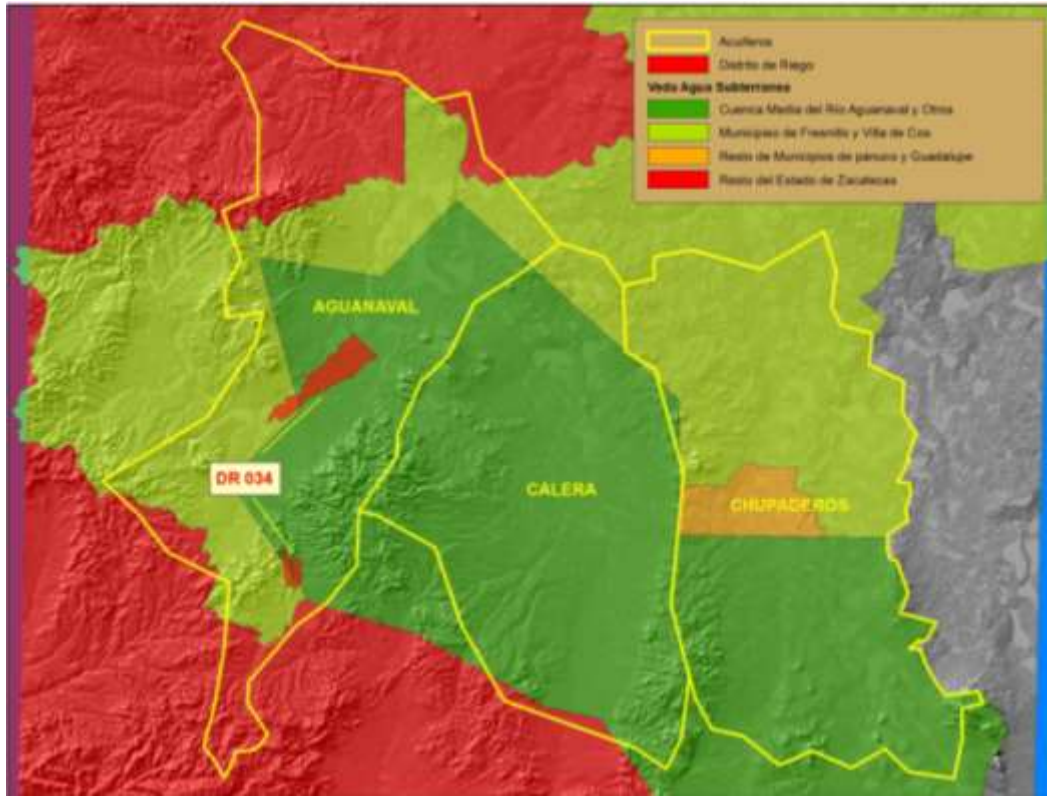
Sobre el acuífero Chupaderos aplican 3 vedas de agua subterránea

*Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros. DOF16/05/1960.*

*Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos municipios. DOF 06/04/1981.*

*Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la parte que corresponde al área no vedada de los municipios Pánuco y Guadalupe del estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en el área que se menciona. DOF 22/10/1984.*

Figura 1 Vedas de agua



La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento contempla que la CONAGUA debe publicar en el Diario Oficial de la Federación, la disponibilidad de las aguas nacionales, por acuífero en el caso de las aguas subterráneas, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”. El método que establece la NOM indica que para calcular la disponibilidad de aguas subterráneas deberá realizarse un balance de aguas subterráneas, donde se defina de manera precisa la recarga de los acuíferos y de esta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados en el Registro Público de Derechos del Agua (REPGA); de esta forma, este instrumento da certidumbre jurídica y legal para fines de administración del recurso, en la autorización de nuevos aprovechamientos, en los planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, y en las estrategias para resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

## 4 PRINCIPIOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA

Después de varias décadas en las cuales se mantuvo una visión sectorial en cuanto al manejo de los recursos hídricos y después de varios años de discusión, se ha adoptado el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), como parte de un marco teórico de planeación sustentable con el cual, se pretende asegurar la continuidad del ciclo hidrológico sin menoscabo de la conservación de los recursos asociados.

Es así que en México, este nuevo enfoque ha entrado a ser parte del marco normativo con el que se pretende dar certeza a la planeación hídrica nacional. De esta forma, en el marco de las adiciones y reformas a la Ley de Aguas Nacionales del año 2004, se destaca que uno de los principios que sustenta la política nacional hídrica es la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, la cual se define 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 ligada con el desarrollo sustentable y considera primordialmente el agua y el bosque.

La GIRH, con relación a los demás recursos naturales asociados, requiere de una visión de conjunto que debe acompañarse de acciones específicas, donde cada una de ellas sea considerada desde la perspectiva de los sistemas: hidrológicos, ambientales, sociales y económicos, dado que los problemas del agua en la actualidad, requieren de una atención multisectorial, multidimensional y multirregional requiriendo, para su solución, un enfoque coordinado y multidisciplinario.

Entre otras características, la GIRH:

- Se basa en manejar los recursos hídricos a nivel de cuenca, subcuenca, microcuenca y acuífero, considerándolos como unidades interdependientes para la gestión y desarrollo de los recursos hídricos.
- Busca establecer objetivos a corto y largo plazo para las políticas hídricas, mediante la planeación estratégica y la elaboración de planes maestros.
- Está orientada a establecer la política hídrica como una política transversal, de manera que los otros sectores tomen en cuenta al agua y viceversa.

Uno de los mayores retos en cuanto a la Gestión Integral de los Recursos Hídricos se presenta en la operatividad y cumplimiento de cada una de las acciones necesarias para su correcta implantación y ejecución; en primera instancia es necesario alcanzar la compatibilidad entre políticas públicas sectoriales para que sean mutuamente complementarias y no mutuamente excluyentes.

Esto solo es posible a través del correcto cumplimiento de una política de transversalidad definida y ejecutada de manera *ex profeso* para la gestión del agua y sus recursos asociados, en

la cual se dé prioridad a la observancia de los instrumentos de ordenamiento territorial, el cumplimiento del marco normativo y el aprovechamiento óptimo de los recursos, sin desatender las necesidades de avance productivo que son necesarias para la región y para las entidades en que se circunscribe el acuífero Chupaderos.

Es necesario también, alcanzar la compatibilidad de intereses entre los habitantes que confluyen en la misma zona que el acuífero, estableciendo las reglas de aprovechamiento sustentable de recursos, asignación de responsabilidades para su conservación y la definición de los mecanismos necesarios y suficientes que aseguren el cumplimiento de cada uno de los acuerdos alcanzados.

Se requiere también, la intervención de diversos sectores desde una perspectiva participativa, continua y propositiva, privilegiando, en todo momento, la búsqueda y diseño de soluciones a las problemáticas más relevantes en materia hídrica.

Los obstáculos institucionales y organizacionales pueden solventarse con el fortalecimiento de las debilidades del marco jurídico y normativo, a la vez que es importante el impulso en la continuidad de los procesos de gestión del agua, como elemento clave para la correcta atención de los diferentes problemas presentados en el sector.

Una de las dificultades que retarda la puesta en marcha de programas de gestión integrada del agua, es la carencia de estrategias coherentes con los medios disponibles, razón por lo cual, deberá considerarse la atención de las necesidades de inversión, planeación y organización en acciones no estructurales, pero sí sustanciales, como lo es el incremento de fondos económicos para la capacitación técnico-administrativa del personal y su incremento en número, el fortalecimiento de infraestructura administrativa, y el desarrollo de los convenios necesarios con otras instancias para el logro de la transversalidad de políticas comunes.

Con todo lo anterior, se pretende generar una visión para atender lo “importante” con un mismo nivel de prioridad que la atención de eventos “urgentes”. Esta conceptualización pretende incrementar la valoración del medio ambiente como elemento toral en la continuidad del ciclo hidrológico que dará viabilidad social, económica y ambiental a la región directa e indirectamente relacionada con el acuífero Chupaderos.



## 5 DIAGNÓSTICO

### 5.1 POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO

La población actual circunscrita al acuífero Chupaderos es de 193, 293 habitantes, de los cuales el 83.24% se concentran en localidades urbanas y el 16.74% en rurales; éstas últimas diseminadas a lo ancho del territorio en 251 localidades; solo 9 son localidades urbanas (Tabla 1).

*Tabla 1 Área de estudio. Población actual según localidad*

Acuífero	Tipo de localidad	No. localidades	2010
CHUPADEROS	Urbana	9	160,903
	Rural	251	32,390
	Total	260	193,293

Fuente: CONAPO. Proyección de la población 2005-2050

Las localidades en donde se concentra la mayor población corresponden a Guadalupe, Trancoso, Tacoaleche y Villa de Cos, juntas, muestran un incremento de 17,902 hab en el periodo 2005-2010, sin embargo, la localidad de Villa de Cos es la única que presenta una disminución en su población (Tabla 2).

*Tabla 2 Localidades con mayor concentración poblacional en el acuífero Chupaderos*

Municipio	Localidad	2005	2010
Guadalupe	Guadalupe	99,421	114,680
Trancoso	Trancoso	12,663	14,335
Guadalupe	Tacoaleche	7,993	9,219
Villa de Cos	Villa de Cos	5,120	4,865
TOTAL		125,197	143,099

Fuente: INEGI. Censo 2000, conteo 2005. CONAPO. Proyección de la población 2005-2050

### 5.2 EVALUACIÓN DE PROGRAMAS RELATIVOS AL MANEJO DEL AGUA

Los programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) se rigen por Reglas de Operación, las cuales tienen el propósito fundamental de establecer normas y procedimientos de aplicación general, los cuales deberán observarse en la ejecución de dichos programas y de los recursos presupuestarios asociados, que la (CONAGUA) está descentralizando y reasignando a los Gobiernos de los Estados. Los subsidios deben orientarse hacia actividades prioritarias, y sujetarse a los criterios de selectividad, objetividad, transparencia, temporalidad y publicidad, de conformidad con los Acuerdos de Coordinación que se han suscrito con la CONAGUA, en el marco de la federalización del sector hidráulico.

Estos instrumentos jurídicos son la base y sustento para los Anexos Técnicos y de Ejecución que suscriben los Gobiernos Estatales con la CONAGUA, en los que se especifican los compromisos presupuestarios de la Federación y de los propios Gobiernos Estatales para el ejercicio de dichos recursos en forma anual.

### **PROGRAMAS HIDROAGRÍCOLA**

Los programas hidroagrícolas, en el marco de la Alianza para el Campo, que la CONAGUA lleva a cabo revisten especial importancia para el mejoramiento del uso del agua de riego por parte de los productores agrícolas. Hasta el año 2008, existían dos programas de apoyo:

- Uso Eficiente del Agua y de la Energía Eléctrica (UEAEE)
- Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola (UPIH)

#### ***Programa de Uso Pleno de Infraestructura Hidroagrícola (UPIH)***

El objetivo del Programa de Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola es la construcción, complementación, rehabilitación, ampliación y modernización de la infraestructura de captación, conducción, y distribución del agua en las Unidades de Riego, para lograr el uso pleno de la infraestructura hidroagrícola construida. El Programa es un conjunto de acciones tendientes a conjuntar esfuerzos y recursos de distintas instancias del Gobierno Federal y de los Gobiernos de los Estados, así como de los usuarios, con el objetivo de elevar su nivel de vida y mejorar las condiciones de competitividad internacional, mediante el incremento de la productividad y la producción.

En el estudio de Análisis y Evaluación del Programa UPIH, Ejercicio Fiscal 2005, realizado por la CONAGUA y el Colegio de Postgraduados, se establece que dentro de una inversión total de \$179.9 MDP el financiamiento promedio por unidad de riego para el estado de Zacatecas fue de \$1,085,518.00 MN, lo que ubico al estado ligeramente por encima del promedio nacional de \$1,024,847.00 MN. La superficie dominada por unidad de riego en el programa UPIH, 2005 fue de 135 ha/U.R., ligeramente por debajo del promedio nacional (167 ha/U.R.), y en lo que corresponde a número de usuarios Zacatecas presentó 30 usuario /U.R., por debajo de la media nacional (58 usuarios / U.R.). El tamaño de la parcela promedio beneficiada con el Programa fue de 4.44 ha/usuario, inferior al promedio nacional de 5.10 ha/usuario. Es así que, el estado de Zacatecas recibió una inversión de \$8.041 MDP por hectárea, ubicándolo por debajo del promedio nacional (\$11.800 MDP/ha).

*Tabla 3 Indicadores técnicos de las inversiones del Programa UPIH, ejercicio fiscal, 2005(I)*

ESTADO	SITUACIÓN	SUPERFICIE CON CULTIVOS			ÍNDICE DE REPETICIÓN (adim)	SUPERFICIE OCIOSA ha/U.R.	GASTO HIDRÁULICO Ips/U.R.
		PRIMEROS ha/U.R.	SEGUNDOS ha/U.R.	TOTAL ha/U.R.			
Zacatecas	Antes	100.00	0.00	100.00	1.00	35.00	144.00
	Después	135.00	0.00	135.00	1.00	0.00	160.00
	Incremental	35.00	0.00	35.00	0.00	-35.00	16.00
Promedio Nacional	Antes	127.15	5.81	132.96	0.99	29.94	116.84
	Después	139.49	7.30	146.79	1.08	16.11	123.98
	Incremental	12.31	1.49	13.83	0.09	-13.83	7.14

Fuente: CONAGUA-COLPOS. Análisis y Evaluación del Programa UPIH, Ejercicio Fiscal 2005

Para el estado de Zacatecas la superficie de primeros cultivos se incrementó en 35 ha que produjo un incremento en el gasto hidráulico de 16 lps/U.R. Tanto el incremento de superficie como gasto hidráulico estuvieron por encima del promedio nacional para este Programa. Por su parte, en lo que se refiere a uso del agua agrícola, se redujo en 600 lps/U.R. la extracción del recurso hídrico, lo que propició una disminución considerable de volumen de riego neto, pasando de 829, 000 m<sup>3</sup>/U.R. antes de la inversión a 576,000 m<sup>3</sup>/U.R. después de la inversión, aún así, existió un incremento de volumen de riego neto de alrededor de 96,000 m<sup>3</sup>/U.R. Lo interesante de este punto, es que la lámina de riego disminuyó 0.40 m, lo que incrementó en 35.7 puntos porcentuales la eficiencia de riego total, situándose alrededor del promedio nacional.

*Tabla 4 Indicadores técnicos de las inversiones del Programa UPIH, ejercicio fiscal, 2005(II)*

ESTADO	SITUACIÓN	HORAS DE EXTRACCIÓN lps/U.R.	VOLUMEN DE RIEGO		LÁMINA BRUTA DE RIEGO m	EFICIENCIA TOTAL DE RIEGO %
			NETO Mil m <sup>3</sup> /U.R.	BRUTO Mil m <sup>3</sup> /U.R.		
Zacatecas	Antes	1,600.00	360.00	829.44	0.83	43.40
	Después	1,000.00	456.00	576.00	0.43	79.17
	Incremental	-600.00	96.00	-253.44	-0.40	35.76
Promedio Nacional	Antes	2,903.01	693.98	1,576.69	1.19	44.01
	Después	2,100.62	749.42	923.95	0.63	81.11
	Incremental	-802.39	55.43	-652.73	-0.56	37.10

Fuente: CONAGUA-COLPOS. Análisis y Evaluación del Programa UPIH, Ejercicio Fiscal 2005

Tales indicadores mostraron un incremento en el valor de la producción en una cantidad de \$2.4 MDP por unidad de riego, cifra considerablemente mayor al promedio nacional. Esto trajo como consecuencia que la utilidad neta se incrementara en \$1.4 MDP/U.R., cifra que supera la duplicidad de las utilidades antes de la inversión del Programa. En sí, la productividad neta del agua subió \$3.27/m<sup>3</sup>, situándose en \$4.52/m<sup>3</sup> (Tabla 5).

*Tabla 5 Indicadores técnicos de las inversiones del Programa UPIH, ejercicio fiscal, 2005(III)*

ESTADO	SITUACIÓN	VALOR DE LA PRODUCCIÓN Mil \$ / U.R.	UTILIDAD NETA Mil \$ / U.R.	PRODUCTIVIDAD			
				DE LA TIERRA		DEL AGUA	
				BRUTA Mil \$ / ha	NETA Mil \$/ha	BRUTA \$/ m <sup>3</sup>	NETA \$/ m <sup>3</sup>
Zacatecas	Antes	2,236.00	1,035.75	22.36	10.36	2.70	1.25
	Después	4,650.60	2,604.60	34.45	19.29	8.07	4.52
	Incremental	2,414.60	1,568.85	12.09	8.93	5.37	3.27
Promedio Nacional	Antes	3,341.20	1,722.23	35.56	22.77	3.76	2.50
	Después	5,171.33	3,335.70	50.65	35.01	7.88	5.65
	Incremental	1,830.13	1,613.47	15.09	12.24	4.12	3.15

Fuente: CONAGUA-COLPOS. Análisis y Evaluación del Programa UPIH, Ejercicio Fiscal 2005

Cabe destacar que las cifras antes expuestas corresponden al estudio de Análisis y Evaluación del programa UPIH, Ejercicio fiscal 2005, por lo cual se las cifras se presentan desde un marco estatal y no regional, sin embargo, pueden tomarse como representativas de los beneficios potenciales que el programa tienen en las condiciones inherentes al estado de Zacatecas.

### **Programa Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica (UEAEE)**

El Programa de UEAEE tiene como objetivo propiciar el ahorro de agua y la energía eléctrica mediante la rehabilitación de plantas de bombeo, pozos y equipos de bombeo para riego agrícola,

localizados en las Unidades de Riego, auxiliando a los usuarios ante la reducción progresiva del subsidio eléctrico, aplicado a través de la *Tarifa 09 Bombeo de agua para riego agrícola*; así como de corregir las distorsiones generadas en los acuíferos, pozos, sistemas de bombeo, sistemas de riego y en el proceso productivo.

Los conceptos de apoyo al usuario por parte del programa UEAAE son: rehabilitación de pozos y su sistema electromecánico de bombeo, y mejoramiento de la conducción y la aplicación del agua de riego.

En el estudio de Análisis y Evaluación del Programa UEAAE, Ejercicio Fiscal 2005, realizado por la CONAGUA y el Colegio de Postgraduados, se establece que dentro de una inversión total de \$186 MDP el financiamiento promedio por unidad de riego para el estado de Zacatecas fue de \$908,110 MN, lo que ubico al estado muy por encima del promedio nacional de \$399,179 MN, ubicándose solo por detrás de Quintana Roo como el de mayor financiamiento.

La superficie dominada por unidad de riego en el programa UEAAE, 2005 fue de 113.56 ha/U.R., prácticamente el doble que el promedio nacional (57.90 ha/U.R.) lo que sitúa al estado como el segundo en este rubro; lo anterior es contrastante en lo que se refiere al número de usuarios, ya que Zacatecas presentó 5 usuario /U.R., por debajo de la media nacional (15 usuarios /U.R.) siendo el segundo con menor número de usuarios beneficiados. El tamaño de la parcela promedio beneficiada con el Programa fue de 3.40 ha/usuario, inferior al promedio nacional de 5.69 ha/usuario. Con base en lo anterior, el estado de Zacatecas recibió una inversión de \$7.997 MDP por hectárea, ubicándolo por encima del promedio nacional (\$7.616 MDP/ha).

*Tabla 6 Indicadores técnicos de las inversiones del Programa UEAAE, ejercicio fiscal, 2005(I)*

ESTADO	SITUACIÓN	SUPERFICIE CON CULTIVOS			ÍNDICE DE REPETICIÓN (adim)	SUPERFICIE OCIOSA ha/U.R.	GASTO HIDRÁULICO Ips/U.R.
		PRIMEROS ha/U.R.	SEGUNDOS ha/U.R.	TOTAL ha/U.R.			
Zacatecas	Antes	29.38	0.00	29.38	1.00	78.56	52.50
	Después	42.75	2.50	45.25	1.06	62.69	52.50
	Incremental	13.38	2.50	15.88	0.06	-15.87	0.00
Promedio Nacional	Antes	37.76	2.69	40.45	1.07	20.46	38.52
	Después	43.64	3.96	47.61	1.11	13.30	46.97
	Incremental	5.89	1.27	7.16	0.04	-7.16	8.45

Fuente: CONAGUA-COLPOS. Análisis y Evaluación del Programa UEAAE, Ejercicio Fiscal 2005

*Tabla 7 Indicadores técnicos de las inversiones del Programa UEAAE, ejercicio fiscal, 2005(II)*

ESTADO	SITUACIÓN	HORAS DE EXTRACCIÓN Ips/U.R.	VOLUMEN DE RIEGO		LÁMINA BRUTA DE RIEGO m	EFICIENCIA TOTAL DE RIEGO %	EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA kWh/U.R.
			NETO Mil m <sup>3</sup> /U.R.	BRUTO Mil m <sup>3</sup> /U.R.			
Zacatecas	Antes	1,400.00	127.88	272.70	0.93	46.89	38,380.00
	Después	1,050.00	185.58	297.00	0.66	62.48	25,600.00
	Incremental	-350.00	57.70	24.30	-0.27	15.59	-12,780
Promedio Nacional	Antes	2,895.12	259.19	446.77	1.10	58.01	155,763.62
	Después	2,047.30	307.19	369.29	0.79	83.18	106,650.16
	Incremental	-847.83	48.00	-77.48	-0.31	25.17	-49,113.46

Fuente: CONAGUA-COLPOS. Análisis y Evaluación del Programa UEAAE, Ejercicio Fiscal 2005

Con base en lo anterior, se tiene que para el estado de Zacatecas la superficie de primeros cultivos se incremento en 13.3 ha y además el desarrollo de un segundo cultivo (2.50 ha/U.R.) lo

que permitió incrementar el total de la superficie cultivada sin aumentar el gasto hidráulico, además de aprovechar tierras que hasta su momento no tenían actividad (Tabla 6).

*Tabla 8 Indicadores técnicos de las inversiones del Programa UEAE, ejercicio fiscal, 2005(III)*

ESTADO	SITUACIÓN	COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Mil \$ / U.R.	VALOR DE LA PRODUCCIÓN Mil \$ / U.R.	UTILIDAD NETA Mil \$ / U.R.	PRODUCTIVIDAD			
					DE LA TIERRA		DEL AGUA	
					BRUTA Mil \$ / ha	NETA Mil \$/ha	BRUTA \$/ m <sup>3</sup>	NETA \$/ m <sup>3</sup>
Zacatecas	Antes	22.71	294.91	137.90	10.06	4.23	1.82	0.88
	Después	31.64	1,045.39	593.79	26.79	15.01	3.42	1.96
	Incremental	3.93	750.48	455.89	16.73	10.79	1.60	1.08
Promedio Nacional	Antes	77.15	1,250.16	768.22	30.87	18.14	3.21	1.91
	Después	41.66	1,914.17	1,293.59	46.02	30.94	6.67	4.57
	Incremental	-35.49	664.01	525.37	15.15	12.80	3.46	2.66

Fuente: CONAGUA-COLPOS. Análisis y Evaluación del Programa UEAE, Ejercicio Fiscal 2005

En lo que se refiere a uso del agua agrícola, se redujo en 350 lps/U.R. la extracción del recurso hídrico, lo que propició un ligero aumento de volumen de riego neto, pasando de 127,880 m<sup>3</sup>/U.R. antes de la inversión a 185,580 m<sup>3</sup>/U.R. existiendo un incremento de volumen de riego neto de alrededor de 57,700 m<sup>3</sup>/U.R. Lo interesante de este punto, es que la lámina de riego disminuyó 0.27 m, lo que incrementó en 15.59 puntos porcentuales la eficiencia de riego total, pero aún por debajo del promedio nacional (Tabla 7).

Tales indicadores mostraron un incremento en el valor de la producción en una cantidad de \$758,480 MN por unidad de riego, cifra ligeramente mayor al promedio nacional (\$664,010 MN). Esto trajo como consecuencia que la utilidad neta se incrementara en prácticamente \$0.5 MDP/U.R., cifra que cuadruplica las utilidades antes de la inversión del Programa. En sí, la productividad neta del agua subió \$1.08/m<sup>3</sup>, situándose en \$1.96/m<sup>3</sup>, mientras que el costo de energía eléctrica mostró un aumento al pasar de \$22,710 MN a \$31,640 MN (Tabla 8).

### **Programa PROCAMPO**

A través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) se otorgan apoyos económicos al sector agropecuario por medio del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) y tiene como objetivo específico apoyar el ingreso de los productores rurales, por medio de recursos económicos que pretenden compensar los subsidios que reciben sus contrapartes en el extranjero. Hoy día el Programa forma parte de la estrategia denominada Alianza para el campo

El subsidio federal comprende la entrega de recursos económicos por cada hectárea, o fracción de ésta, y se efectúa cuando el productor siembra la superficie registrada (elegible) en el Programa, o bien la mantiene en explotación pecuaria, forestal o la destina a algún proyecto ecológico, y cumple con lo establecido en la normatividad operativa. La operación del PROCAMPO se realiza con base en Reglas de Operación que son de observancia obligatoria y constituyen la base de la asignación del subsidio. Además de las Reglas de Operación, la normatividad operativa del

PROCAMPO, está integrada por el Procedimiento General Operativo, y otros Procedimiento Específicos.

En un análisis del periodo de 2000-2009, se establece que en promedio, los apoyos por hectárea para la región de estudio se ubican en los \$979.17/hectárea, siendo los municipios de General Pánfilo Natera, Jerez, Pánuco, Susticacan y Valparaiso los que superan los \$1,000.00/hectárea (Tabla 9).

En términos del número de productores beneficiados, el municipio de Fresnillo supera por mucho a los demás, en promedio, se benefician alrededor de 10,000 productores de este municipio con los subsidios del PROCAMPO; le siguen en orden descendente Rio Grande (5,147 beneficiados), Villa de Cos (4,928 beneficiados) y Guadalupe (4,320 beneficiados). En contraparte, los municipios de General Enrique Estrada y Susticacan son los de menor número de productores beneficiados, 641 7 y 42, respectivamente.

*Tabla 9 Dinámica de financiamiento federal en el marco del PROCAMPO (2000-2009)*

Municipio	Productores	Superficie Beneficiada	Importe	Promedio
Calera de V. R.	12,181	188,168.08	\$175,657,233.62	\$933.51
Cañitas Felipe Pescador	10,188	136,108.34	\$133,690,017.80	\$982.23
Fresnillo	225,882	1,389,039.42	\$1,336,473,110.81	\$962.16
Gral P. Natera	23,088	182,668.64	\$187,854,150.58	\$1,028.39
Gral. E. Estrada	6,415	105,965.49	\$91,910,542.84	\$867.36
Guadalupe	43,208	438,756.46	\$404,493,980.59	\$921.91
Jerez	23,909	151,650.82	\$153,137,476.19	\$1,009.80
Morelos	9,875	129,353.27	\$126,428,469.79	\$977.39
Ojocaliente	25,007	232,856.50	\$232,170,044.69	\$997.05
Pánuco	22,326	254,535.43	\$258,636,373.36	\$1,016.11
Rio Grande	51,478	736,318.75	\$721,166,319.82	\$979.42
Sain Alto	27,270	296,908.01	\$293,267,715.34	\$987.74
Susticacan	422	1,200.31	\$1,261,174.10	\$1,050.71
Valparaiso	35,862	252,314.13	\$256,094,150.46	\$1,014.98
Vetagrande	9,995	119,731.60	\$117,531,332.77	\$981.62
Villa de Cos	49,282	814,413.96	\$783,968,664.59	\$962.62
Zacatecas	9,664	90,826.20	\$88,360,427.26	\$972.85

Fuente: SAGARPA, Delegación Estatal Zacatecas. Nota: El municipio de Trancoso se encuentra incluido en el municipio de Guadalupe

## **PROGRAMAS AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO**

### ***Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (APAZU)***

El programa APAZU tiene como objetivo general *incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para a población de zonas urbanas, impulsando e fortalecimiento de los organismos responsables del manejo de los servicios; específicamente, tiene como objetivo fomentar y apoyar a las Entidades Federativas y Municipios en el desarrollo de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento en centros de población mayores a 2,500 habitantes, mediante acciones de mejoramiento en la eficiencia*

*operativa y uso eficiente del recurso, así como el manejo integral de los servicios para proporcionar agua a los diversos usos y fundamentalmente para el consumo humano.*

Las principales acciones del programa APAZU son:

- Ampliación de la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado
- Mejoramiento de la eficiencia física y comercial
- Apoyar acciones para el desarrollo institucional de los ejecutores, y
- Realizar acciones de construcción, rehabilitación y conservación de la infraestructura hidráulica del subsector, incluyendo las requeridas para el desalojo de las aguas pluviales de las zonas urbanas.

Para el estado de Zacatecas, las inversiones federales y estatales prácticamente han sido constantes en los últimos años. En la Tabla 10 se muestra que la inversión en un periodo de 4 años (2003-2006) ascendió a \$118 MDP, con financiamiento variable año con año; sin embargo, es preciso indicar que al año 2005 y 2006 la totalidad o la mayor parte de la inversión federal estuvo dirigida al subsector de alcantarillado y saneamiento, situación que en términos globales muestra que en el periodo 2003-2006 la inversión en este subsector prácticamente fue cinco veces mayor a la presentada en el subsector agua potable.

*Tabla 10 Inversiones federales en el marco del programa APAZU 2006 para el estado de Zacatecas*

Año	Inversión Federal (millones de \$)		
	Total	Agua potable	Alcantarillado y saneamiento
2003	10.558	5.820	4.738
2004	7.83	5.57	2.27
2005	40.67	0.0	40.67
2006	59.14	6.79	52.35
	118.20	18.18	100.03

Fuente: CONAGUA, 2007. Evaluación de resultados del Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas APAZU, Ejercicio Fiscal 2006.

En cuanto a las inversiones de la contraparte (inversión estatal y municipal), en el año 2006, la inversión federal fue de \$60,661,002.00 MN, con una contraparte de \$84,718,890.00 MN, para un total de \$145,379,892.00 MN; en términos porcentuales, la inversión federal correspondió a un 41.73% y la contraparte fue de 58.27%. Sin embargo, las cifras mencionadas representan un panorama estatal, que aún cuando marca una pauta en el aspecto de financiamiento, necesita ser ajustado a la zona de interés.

A partir de la sección *Inversiones y Beneficios por Estado* del estudio de *Evaluación de resultados del Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas APAZU, Ejercicio Fiscal 2006*, se extraen aquellas acciones financiadas en el año 2006 que están inmersas dentro de los polígonos oficiales de los tres acuíferos que nos competen, mostrando que la inversión total alcanza los \$16.5 MDP, de los cuales la mayor participación proviene de la

contraparte con prácticamente \$10.0 MDP, mientras que la federal fue de \$6.6 MDP, lo que representa el 60.04% y 39.96%, respectivamente.

***Programa de para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (PROSSAPYS)***

El programa PROSSAPYS tiene como objetivo *incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la población de las zonas rurales; además, apoya el incremento de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales, mediante la construcción y ampliación de su infraestructura, con la participación comunitaria organizada, sin distinción alguna, a fin de inducir la sostenibilidad de los servicios instalados para beneficio de la población rural.*

El programa comprende tres componentes dirigidas a comunidades de hasta 2,500 habitantes:

- Desarrollo institucional
- Atención social y participación comunitaria
- Infraestructura

***Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego (MTUR)***

A partir del ejercicio fiscal 2009, los programas de UEAE y de UPIH se han fusionado en uno solo con el nombre de “Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego” (MTUR), administrado por el fideicomiso “Fondo de Fomento Agropecuario en el Estado de Zacatecas (FOFAEZ), donde el Gobierno Estatal lo preside y en el que la CONAGUA forma parte como un vocal federal, entre los once que lo conforma.

El procedimiento, normas y requisitos para participar en el programa se detallan en el “Manual de Operación del Programa de modernización y Tecnificación de unidades de Riego el que se fundamenta en las Reglas de Operación para los programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua aplicables a partir del año específico, publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Este manual tiene como propósito establecer los lineamientos, criterios, especificaciones y consideraciones técnicas de las acciones que contempla el programa, así como los aspectos relativos a los procesos de licitación y mecánica operativa del mismo.

El objetivo general es contribuir al mejoramiento de la productividad del agua mediante un manejo eficiente, eficaz y sustentable del recurso agua en la agricultura de riego, a través de apoyos a los productores agrícolas de la Unidades de Riego con aprovechamientos subterráneos y superficiales y además a los propietarios de pozos particulares dentro de los Distritos de Riego, para la modernización de la infraestructura hidroagrícola y tecnificación de la superficie agrícola. Los objetivos específicos son:

- Modernizar y tecnificar los sistemas de riego



- Incrementar las eficiencias en la conducción y aplicación del uso del agua en la agricultura de riego.
- Fomentar la sustentabilidad del recurso hídrico y
- Eficientar la aplicación de los recursos aportados por CONAGUA, los Gobiernos Estatales y los productores.

La Población Objetivo del programa son las Asociaciones Civiles de Usuarios (ACU), Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL) y usuarios de las unidades de riego, que soliciten los apoyos del programa y que cumplan los requisitos de elegibilidad, sin distinción de género, etnia y religión.

El programa se aplica en todas las Unidades de Riego, con Aprovechamientos Superficiales y Subterráneos; incluyendo los pozos particulares que se localizan dentro de los Distritos de Riego.

El requisito fundamental o indispensable, para participar en el programa es contar con título de concesión emitido por la CONAGUA, o bien con constancia de encontrarse en trámite.

El esquema general de inversión es que la CONAGUA, a través del fideicomiso estatal aporta el 50% de la inversión requerida, para el proyecto que el usuario ha seleccionado, y éste aportaría el 50% restante. Dado que aún bajo este esquema los usuarios por lo general no cuentan con los recursos económicos requeridos los gobiernos estatales aportan diversos porcentajes que varían entre el 0% y el 40%, o más, en términos generales.

### 5.3 CLIMATOLOGÍA

Figura 2 Climas de los acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos, en el estado de Zacatecas



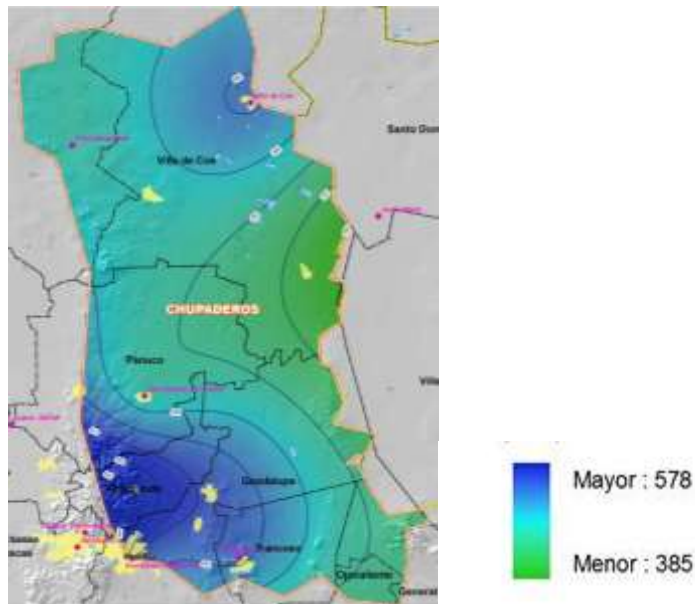
Para el acuífero de Calera, el clima imperante, según los criterios de Köppen modificados y adaptados por Enriqueta García, se clasifica como semiseco templado BS<sub>1</sub>Kw, siendo este el tipo de clima que predomina en el estado de Zacatecas. (Figura 2).

Tabla 11 Precipitación media ponderada y área de influencia de las estaciones climatológicas del acuífero Chupaderos.

Estación	Área km <sup>2</sup>	Porcentaje	Precipitación media anual	precipitación ponderada
Trancoso	513.193	20.425	416	85.07
Villa de Cos	411.836	16.391	401	65.72
La Bufa Observatorio	37.793	1.504	448	6.74
San Antonio del Cipres	696.962	27.740	428	118.62
Palmillas	8.651	0.344	409	1.41
Ojocaliente	28.603	1.138	362	4.12
Guadalupe CONAGUA	87.800	3.495	443	15.47
Calera INIFAP	0.093	0.004	417	0.02
Villa de Ramos	4.272	0.170	296	0.50
Jesús María	251.882	10.025	391	39.15
Chichimequillas	471.428	18.763	396	74.29
<b>TOTAL</b>	<b>1,587.484</b>	<b>63.183</b>		<b>260.310</b>

En la Tabla 11 se observa que en el acuífero Chupaderos, la precipitación ponderada es afectadas en gran medida por dos o tres estaciones climatológica, las estaciones San Antonio del Cipres, Trancoso, Chichimequillas y Villa de Cos contribuyen con poco más del 83% de la precipitación. Para el acuífero Chupaderos, la precipitación disminuye de surponiente a oriente, con valores que fluctúan entre 448 en el Observatorio La Bufa, hasta del orden de los 400 mm en el límite oriental del acuífero. Como se puede observar en los acuíferos de Aguanaval y Calera la variación de la precipitación es de tan solo 100 mm, y en el acuífero Chupaderos la variación de la precipitación es del orden de los 50 mm, la mitad de los dos acuíferos anteriores (Figura 3).

Figura 3 Isoyetas medias anuales en los acuíferos Aguanaval, Calera y chupaderos



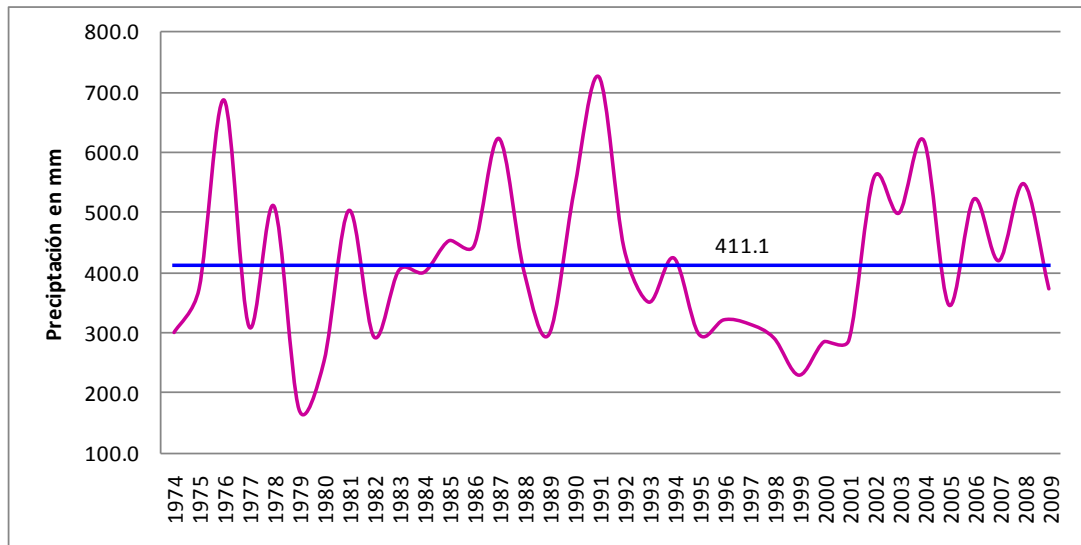
La precipitación media ponderada por acuífero varía de 410.7 mm, en el acuífero Chupaderos a 427.8 mm en el acuífero Aguanaval, con distribución de la precipitación mensual principalmente en los meses de junio a Septiembre, como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12 Precipitación media ponderada

Acuífero	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguanaval	13.9	9.1	2.3	4.3	14.8	62.8	98.5	95.7	71.8	32.1	10.5	12.4	428.2
Calera	13.9	9.0	2.4	5.5	16.8	65.6	98.3	87.1	69.0	32.2	12.5	11.8	424.1
Chupaderos	13.9	8.5	3.6	7.8	19.8	60.1	92.1	77.6	72.3	28.9	13.8	12.6	411.1

El acuífero de Chupaderos presenta una precipitación media ponderada anual de 411.1 mm, con variación entre 172.5 mm, registrada en el año de 1979 a 724.5 mm, en el año de 1991. En la Gráfica 1 se observan dos períodos de estiaje, el primero no tan definido, pues hay años con precipitación por arriba de la media y comprende de 1977 a 1986 y el segundo se registró de 1992 a 2001, en donde la precipitación es menor que la media.

Gráfica 1 Precipitación media anual ponderada del acuífero de Chupaderos.



En el acuífero de Chupaderos, la precipitación estacional ponderada tiene un comportamiento con la concentración de la precipitación en los meses de junio a septiembre con el 73.5%, siendo el mes de julio el más lluviosos; el mes más seco se presenta en marzo, con el 0.9% de la precipitación anual, seguido del mes de abril, con el 1.9%. La Gráfica 2 presenta la distribución media de la lluvia en el año.

Gráfica 2 Comportamiento estacional de la precipitación en el acuífero de Chupaderos.

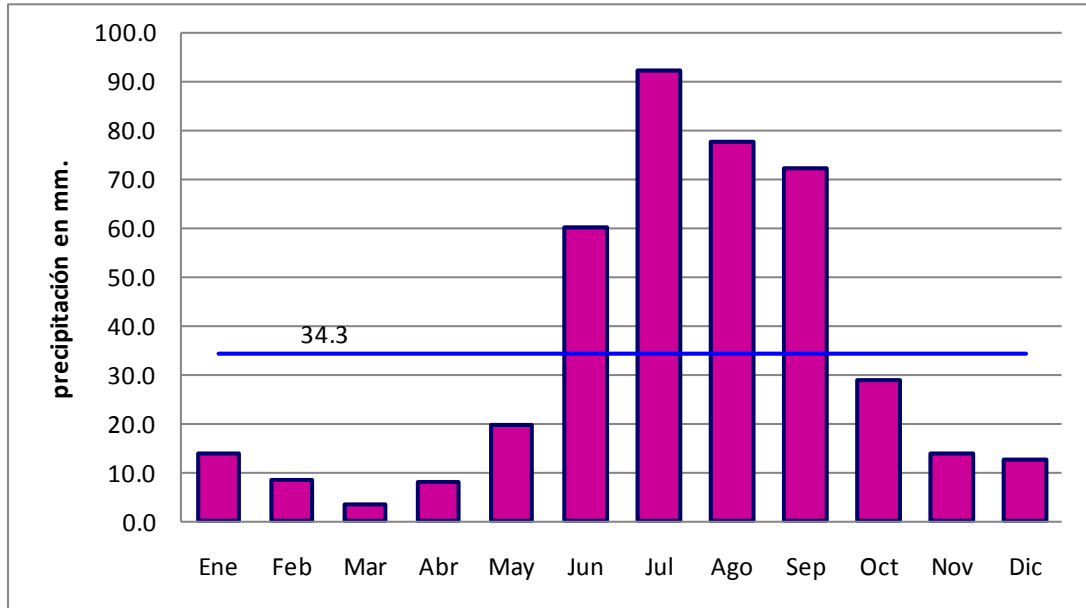
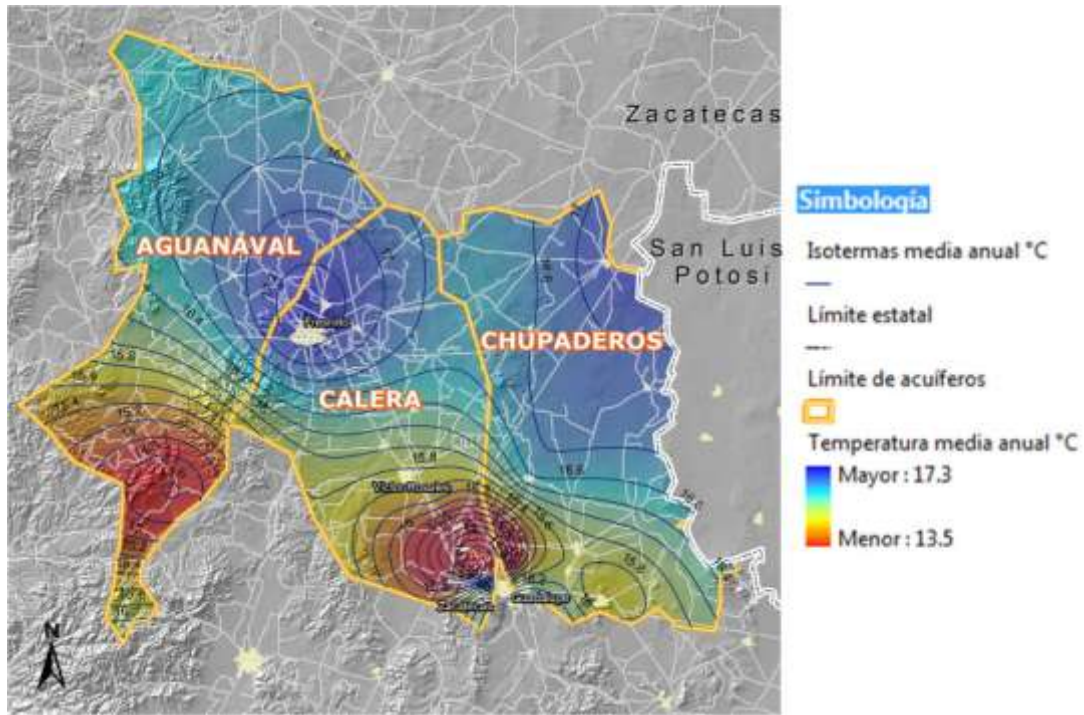


Tabla 13 Temperatura media ponderada y área de influencia de las estaciones climatológicas del acuífero Chupaderos.

Municipio	Estación	Area km <sup>2</sup>	Porcentaje	Temperatura media anual	temperatura ponderada
Trancoso	Trancoso	513.193	20.425	16	3.20
Villa de Cos	Villa de Cos	411.836	16.391	17	2.81
Zacatecas	La Bufa Observatorio	37.793	1.504	14	0.21
Pánuco	San Antonio del Cipres	696.962	27.740	17	4.59
Ojocaliente	Palmillas	8.651	0.344	16	0.06
Ojocaliente	Ojocaliente	28.603	1.138	16	0.18
Guadalupe	Guadalupe CONAGUA	87.800	3.495	16	0.57
Calera	Calera INIFAP	0.093	0.004	15	0.00
Villa de Ramos	Villa de Ramos	4.272	0.170	18	0.03
V. Santiago	Jesús María	251.882	10.025	17	1.71
Fresnillo	Chichimequillas	471.428	18.763	17	3.12
<b>TOTAL</b>		<b>2,512.513</b>	<b>100.00</b>		<b>16.47</b>

Para el acuífero Chupaderos, la temperatura disminuye de surponiente a noreste, con valores que fluctúan entre 13.9°C en el Observatorio La Bufa, hasta 18.8°C en la estación climatológica Villa de Ramos, S.L.P. La Figura 4 presenta las isotermas medias anuales.

Figura 4 Isotermas medias anuales en los acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos



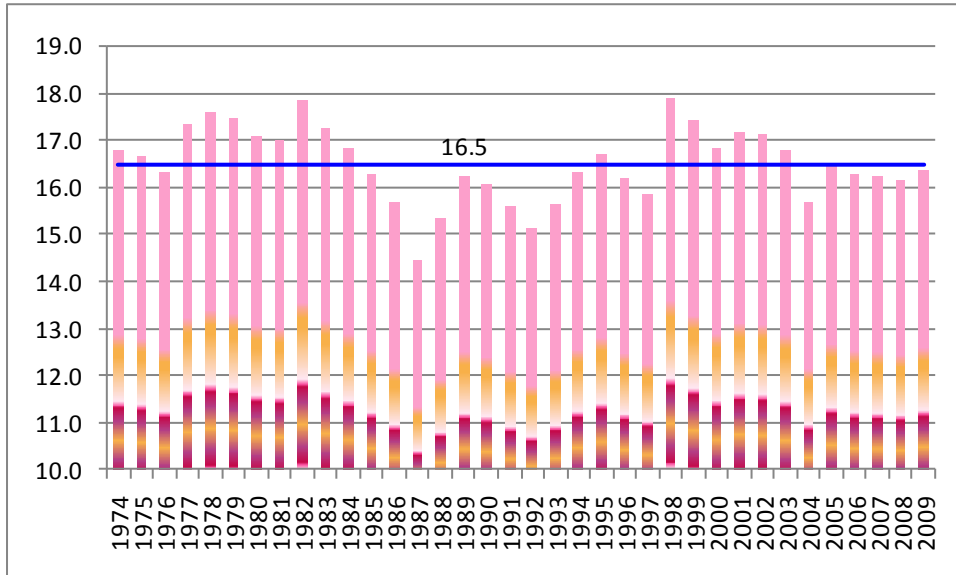
La temperatura media ponderada varía a 16.5°C en el acuífero Chupaderos, con temperaturas cálidas en los meses de abril a Septiembre, como se observa en la Tabla 14.

Tabla 14 Temperatura media ponderada

Acuífero	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguanaval	10.9	12.4	14.8	17.5	19.9	20.7	19.3	19.0	18.1	16.2	13.4	11.6	16.2
Calera	11.1	12.4	14.7	17.1	19.3	19.8	18.4	18.1	17.4	15.8	13.3	11.6	15.7
Chupaderos	11.9	13.2	15.7	18.2	20.2	20.3	19.0	18.8	17.9	16.5	14.0	12.3	16.5

El acuífero Chupaderos presenta una temperatura media anual ponderada de 16.5°C, con variación que van de 14.4°C, registrado en el año de 1987 a 17.9°C, registrado en el año de 1998, le sigue el año de 1982 con 17.8°C, año en que los acuíferos Aguanaval y Calera presentaron la mayor temperatura. (Gráfica 3).

Gráfica 3 Temperatura media anual ponderada del acuífero Chupaderos



En cuanto al comportamiento estacional de la temperatura ponderada en el acuífero Chupaderos, presenta temperaturas por arriba de la media en los meses de abril a septiembre, octubre presenta el mismo valor que la media, que es 16.5°C. El mes más caluroso es junio con temperatura media de 20.3°C y el más frío es enero con temperatura media mensual de 11.9°C (Gráfica 4).

Gráfica 4 Comportamiento estacional de la temperatura ponderada en el acuífero Chupaderos.

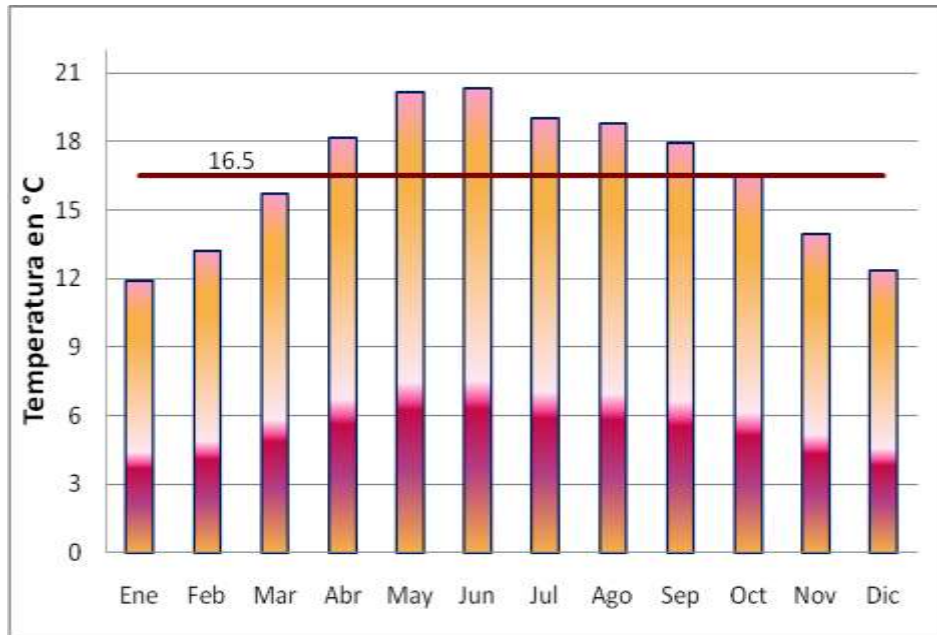


Tabla 15 Evaporación estación climatológica San Antonio del Cipres

LATITUD: 22 ° 56 ' 08 " N Evaporación CONTROLADA POR: CONAGUA  
 LONGITUD: 102 ° 29 ' 14 " W en mm. MUNICIPIO: PANUCO  
 ALTITUD: 2145 m.s.n.m. ESTADO: ZACATECAS

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Promedio 1969-2005</b>	141.8	158.9	223.7	242.4	254.2	219.0	203.0	180.7	156.7	157.7	139.5	140.1	2213.3
<b>Promedio 1969-1986</b>	138.3	155.7	213.3	239.2	244.4	220.1	200.7	180.4	163.1	165.3	143.5	149.7	2213.7
<b>Promedio 1990-2005</b>	144.9	162.5	240.2	253.6	266.2	217.6	202.6	181.1	148.1	146.5	134.0	130.8	2218.2

<b>Max</b>	184.8	232.7	334.5	360.6	364.2	277.5	259.4	220.6	207.6	194.5	193.4	176.4	2452.8
<b>Min</b>	98.4	120.9	124.0	132.7	127.4	172.3	138.3	121.7	103.2	108.7	96.8	103.1	1945.1

## 5.4 AGUAS SUBTERRÁNEAS

### 5.4.1 Funcionamiento del sistema acuífero

#### Geometría del sistema

El agua subterránea del acuífero Chupaderos circula principalmente en el medio poroso y de forma más selectiva en el medio fracturado. Las facies detríticas del primero varían texturalmente de los cantos y gravas hasta las arenas, limos y arcillas; la distribución de los cuerpos de mayor granulometría constituyen las áreas más permeables. Además de estas áreas representadas por las facies detríticas, en las rocas se presentan las franjas con mayor densidad de fracturas, por lo que son consideradas como áreas de buena permeabilidad.

Las diferentes facies granulares del medio poroso se encuentran contenidas en un depocentro, que presenta divisiones producidas por efectos geológico-estructurales (tal como se observa en las secciones del plano 1.2), esto es, hacia la parte septentrional del acuífero, a la altura del poblado de Chupaderos, la cuenca está dividida por un alto estructural, que define dos cuencas: de 10.5 km y otra de 12.8 km de longitud, con profundidades de unos 250 y 220 m, respectivamente. Esta misma división se presenta hacia su parte central, entre el cerro Las Pintas y el poblado Dulce Grande, donde las dimensiones de las depresiones son de 13.0 km y de 10.9 km de longitud con una profundidad que fluctúa de 300 a 160 m en la primera y 300 m en la segunda (Figura 5).

Al sur de la falla de desplazamiento lateral entre los cerros Texcoco, La Perla y la población El Gato, se define la continuidad transversal de la cuenca, donde alcanza extensiones de 22.0 a 25.7 km, y profundidades de 200 a 300 m y 300 a 450 m, respectivamente (Figura 6).

Figura 5 Secciones 1-1' y 2-2'

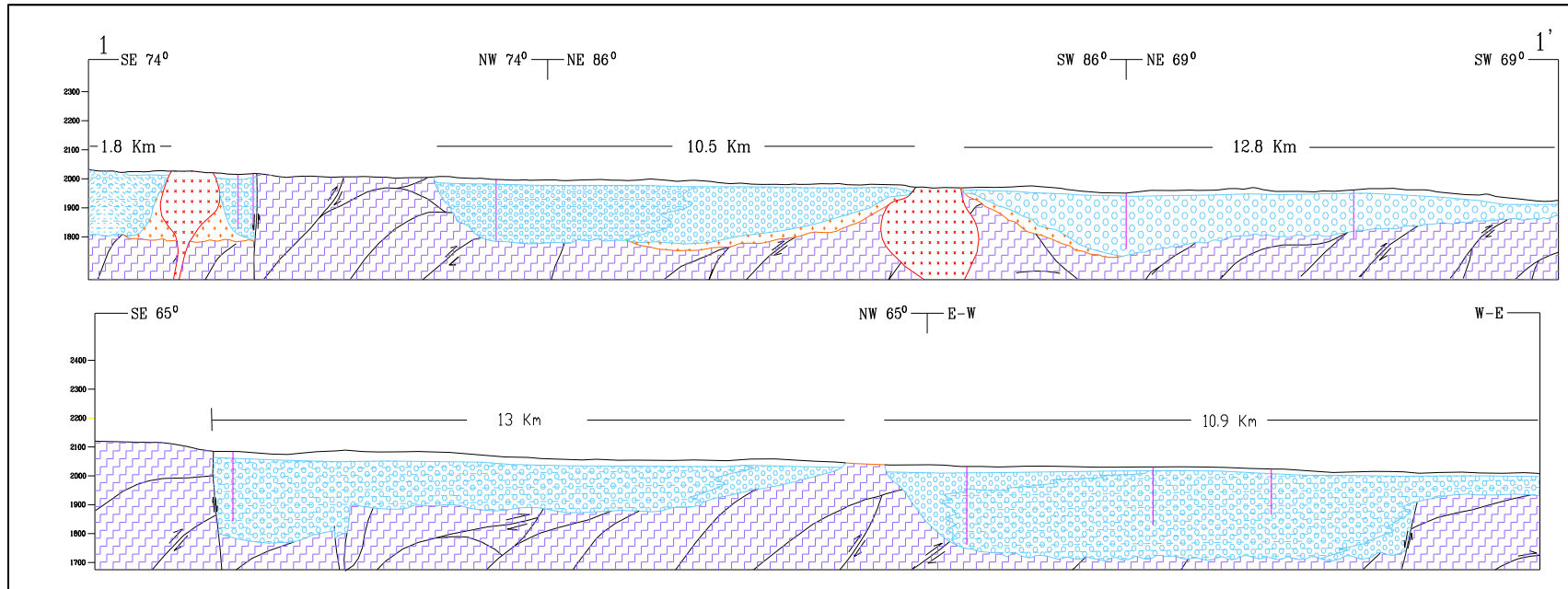




Figura 6 Secciones 3-3' y 6-6'

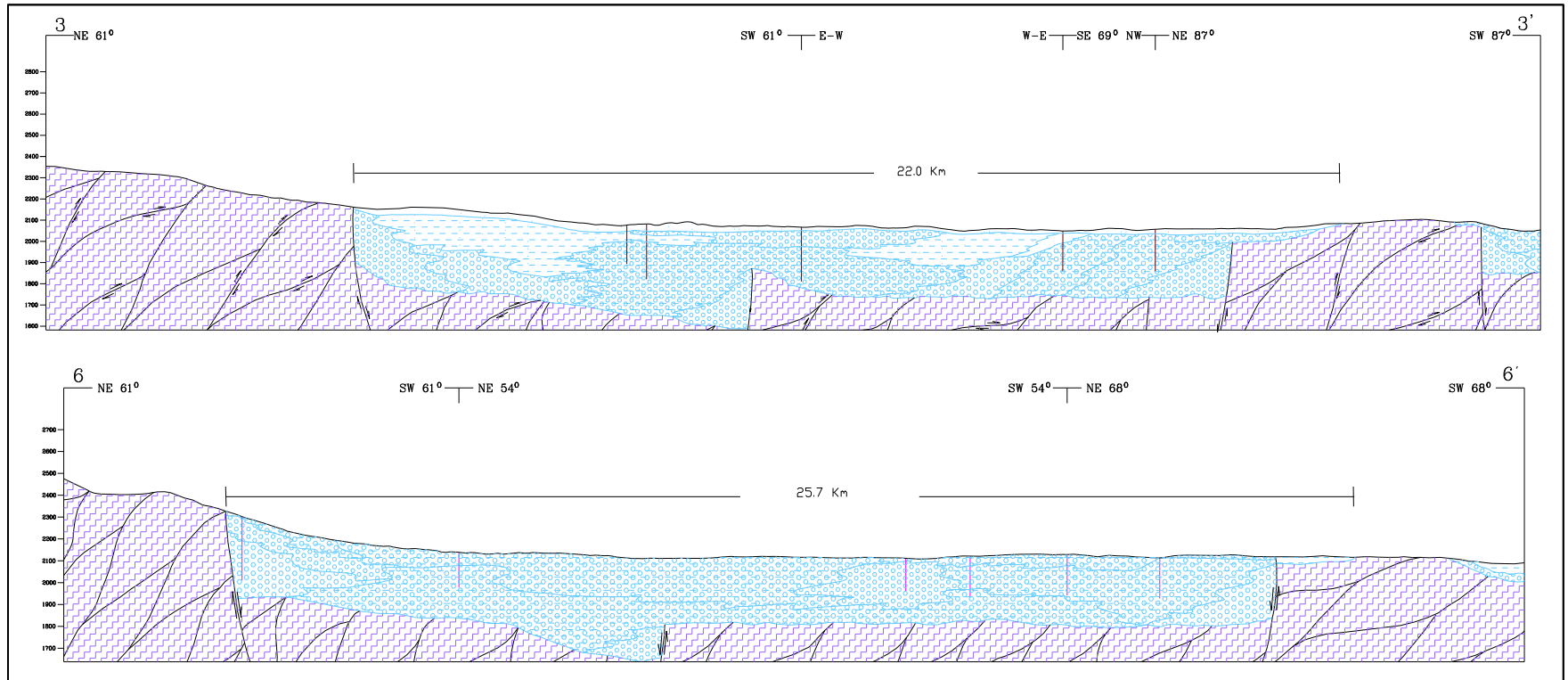
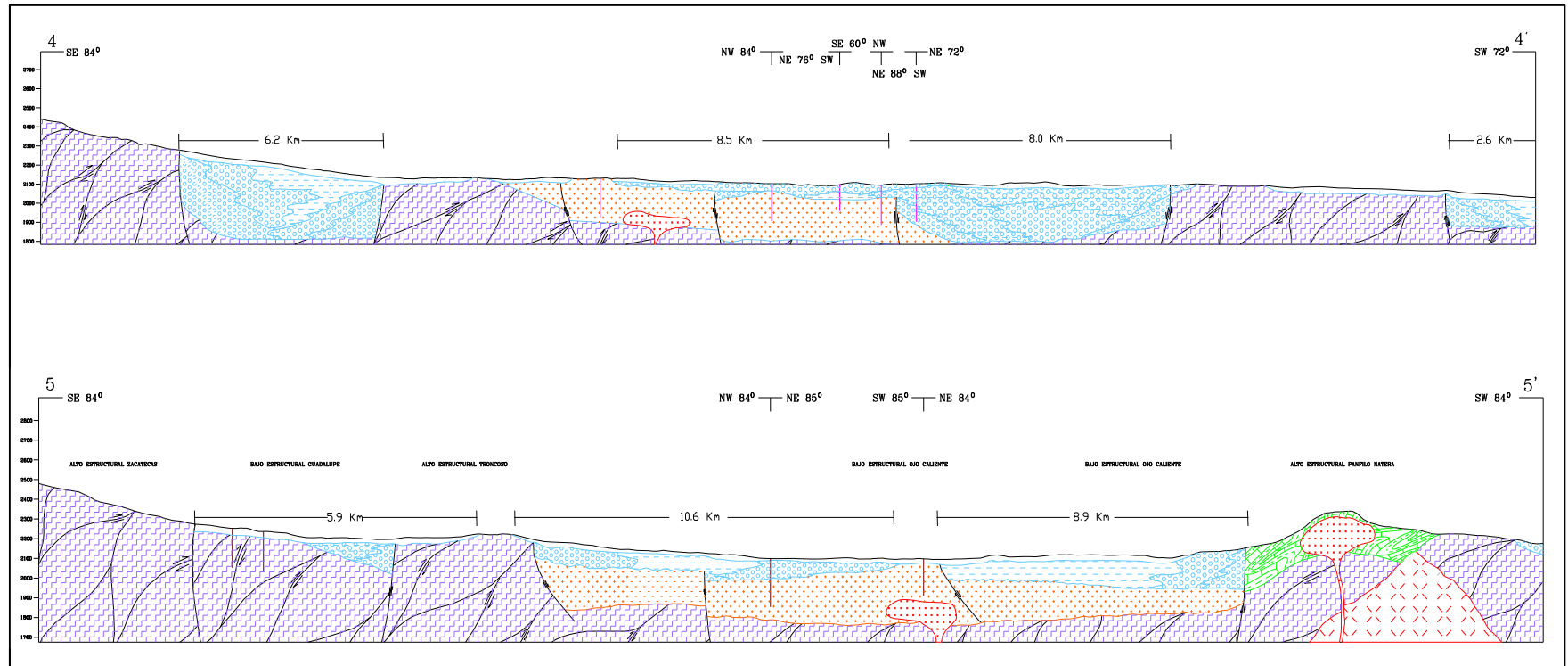


Figura 7 Secciones 4-4' y 5-5'



Finalmente, hacia la parte meridional del depocentro se vuelven a manifestar subdivisiones producidas por varios altos y bajos estructurales (“horsts” y “grabens”), donde las microcuencas tienden a disminuir tanto su profundidad (entre 100 y 400 m), como su extensión (de 2.6 a 10.6 km, Figura 7).

Desde esta perspectiva se considera que los sedimentos depositados en este tipo de ambiente, configuran una geometría lenticular con cambios laterales de facies en distancias relativamente cortas, además de mostrar una disminución en su espesor, desde los límites de los afloramientos en donde llega a tener 30 m, y hacia el centro del las cuencas (de 100 a 450 m de espesor), o bien en las zonas adyacentes a las fallas, lo cual produce una marcada heterogeneidad en los materiales granulares y cambios en la conductividad hidráulica dentro del acuífero. Los materiales volcánicos que constituyen el medio fracturado corresponden a la secuencia de rocas de composición félsica, que texturalmente varían de flujos de ceniza soldada (ignimbritas) a flujos de lava menos permeables, así como depósitos de caída y flujos de piroclástos más permeables, asociados a un complejo volcánico explosivo, cuyos afloramientos conforman zonas de recarga al acuífero.

Los espesores de estas rocas varían de 30 a 80 m en las zonas de recarga, en tanto que en el valle se estima que las rocas que forman parte del acuífero llegan a tener un espesor que varía entre los 200 y 250 m.

La secuencia vulcanosedimentaria presenta mayores espesores que las rocas volcánicas; sin embargo, su permeabilidad por fracturamiento es mucho menor con respecto a los materiales volcánicos, debido a los altos contenidos de materiales finos metamorfizados como las filitas y esquistos, que por su comportamiento dúctil propician un fracturamiento muy limitado, disminuyendo en gran medida el potencial acuífero de la unidad formacional.

Finalmente, se puede generalizar que hacia la zona meridional del acuífero, específicamente en las zonas de descarga, exista una comunicación hidráulica entre los materiales del medio poroso y fracturado, conformando ambos medios un espesor del acuífero de 300 a 350 m.

### **Parámetros del sistema**

Las propiedades hidráulicas de la secuencia detrítica no consolidada y las rocas volcánicas, determinan en el acuífero la cantidad de agua que pueden almacenar, transmitir y ceder. Dichas propiedades dependen de factores, como la granulometría, composición mineralógica, compactación, cementación, fracturamiento, erosión e intemperismo de las rocas en el medio fracturado.

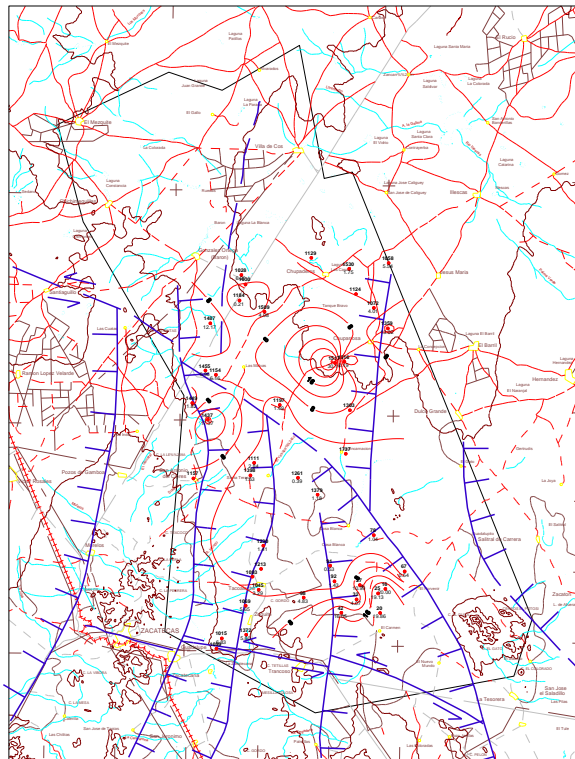
A partir de la reinterpretación de las pruebas de bombeo en la etapa de recuperación, se determinaron los valores de transmisividad de los materiales del medio poroso, comprendidos en un rango de  $0.214$  a  $30.111 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ .

En el medio fracturado no se tienen determinaciones de esta propiedad hidráulica, la cual se considera que tiende a ser más selectiva en zonas donde las fallas y fracturas se encuentren comunicadas, lo cual se estima que ocurra en áreas adyacentes a lineamientos regionales.

La distribución de las transmisividades mayores corresponden con los bajos estructurales dentro del medio poroso (Figura 8); ahora bien, esta falta de uniformidad en la configuración refleja la anisotropía y heterogeneidad de los materiales, en donde los sitios con más alta transmisividad corresponden con facies detríticas de mayor granulometría, que posiblemente se encuentren comunicadas hidráulicamente con el medio fracturado.

Ahora bien, dentro del área del acuífero las zonas en donde se concentran las mayores extracciones, o sean las áreas más productivas, son hacia los bajos estructurales, así como en zonas adyacentes a las fallas que limitan los bloques.

Figura 8 Distribución de transmisividad con respecto a los altos y bajos estructurales ( $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ )



En la Figura 9 se muestran las zonas y los diferentes caudales que se encuentran extrayendo del acuífero; como se puede apreciar, estos sitios no corresponden con la parte central de los valles, sino que tienden a ubicarse en zonas adyacentes a las trazas de las fallas, específicamente en el sector correspondiente al bajo estructural Guadalupe, indicando que existe una posible comunicación hidráulica entre los medios fracturado y poroso.

Otra zona que muestra influencia del factor estructural está localizada a lo largo de la traza de la falla correspondiente al desplazamiento lateral, que segmenta el acuífero en dos bloques: el del norte presenta sus zonas productoras hacia las trazas de las fallas normales que limitan la cuenca, en tanto que en el del sur, los pozos que extraen los mayores caudales dentro del acuífero (entre 40 y 60 lps) se concentran en las inmediaciones del corredor de la falla.

Al comparar la configuración de la evolución del nivel estático para el periodo 1986-1997, con las zonas en las cuales se extraen los mayores volúmenes dentro del acuífero (Figura 10), sale a relucir que no existen conos de abatimiento como era de esperarse, a excepción de la parte central del bajo estructural Guadalupe, donde los niveles se han abatido 20 m en dicho periodo.

Tomando como referencia el balance del acuífero realizado por el Colegio de Postgraduados, en donde menciona que la recarga total anual del acuífero es de 72.8 Mm<sup>3</sup> y la descarga por bombeo y flujo horizontal de 143 Mm<sup>3</sup>, da como resultado un déficit de 70.2 Mm<sup>3</sup> que se cubre a costa de su reserva. Esta sobreexplotación, casi 100% mayor a la recarga durante las últimas dos décadas, se considera que ocasionaría problemas más severos de abatimiento en todo el acuífero, lo cual no se manifiesta.

Esto nos da la pauta para interpretar que posiblemente las zonas localizadas en las vecindades de las fallas regionales, correspondan con zonas de recarga en el medio fracturado no consideradas en el balance, por otra parte, se considera que los materiales tanto del medio poroso como del fracturado presentan altos valores de conductividad hidráulica, a la vez de estar comunicados hidráulicamente.

### **Definición de los sistemas de flujo regional, intermedio y local**

Tomando en cuenta que el movimiento del agua subterránea a través de los diferentes sistemas de flujo, así como su distribución espacial, se encuentra controlado por el nivel freático, el cual a su vez es función de la topografía; la distribución de las zonas permeables de las diferentes unidades litológicas y la configuración de los altos y bajos estructurales en el subsuelo, se describirá el caso del acuífero Chupaderos. Las configuraciones del nivel estático para los años de 1973 a 1997, establecen que las

direcciones de los flujos que circulan a través del acuífero son en un sentido de sur a norte-noreste, en donde la principal recarga al acuífero proviene de los afloramientos septentrionales de Sierra Fría, y tentativamente a través del corredor de la falla de desplazamiento lateral que divide al acuífero en dos bloques y lo atraviesa a la altura de su parte central.

Figura 9 Distribución de los diferentes caudales de extracción en los bajos y altos estructurales.

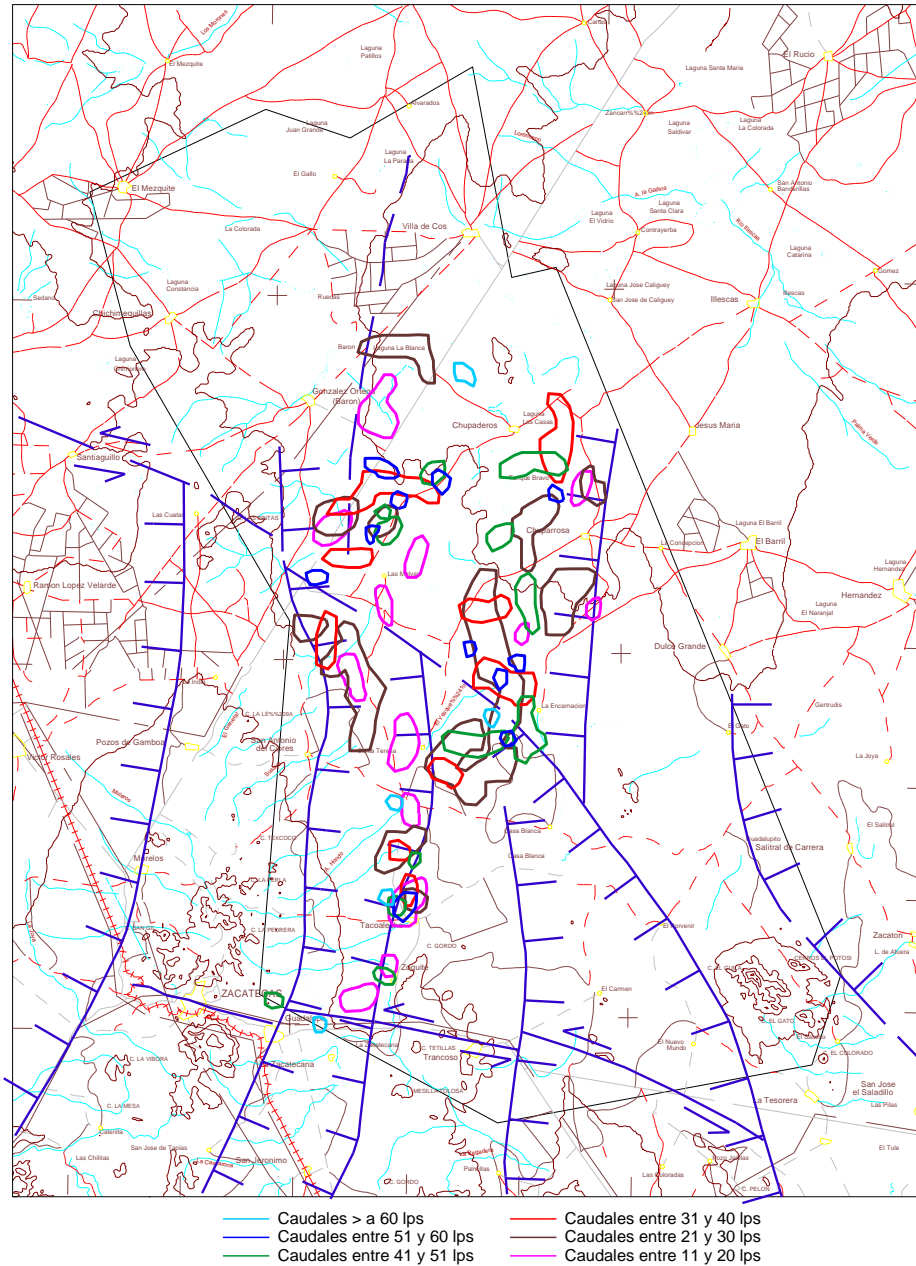
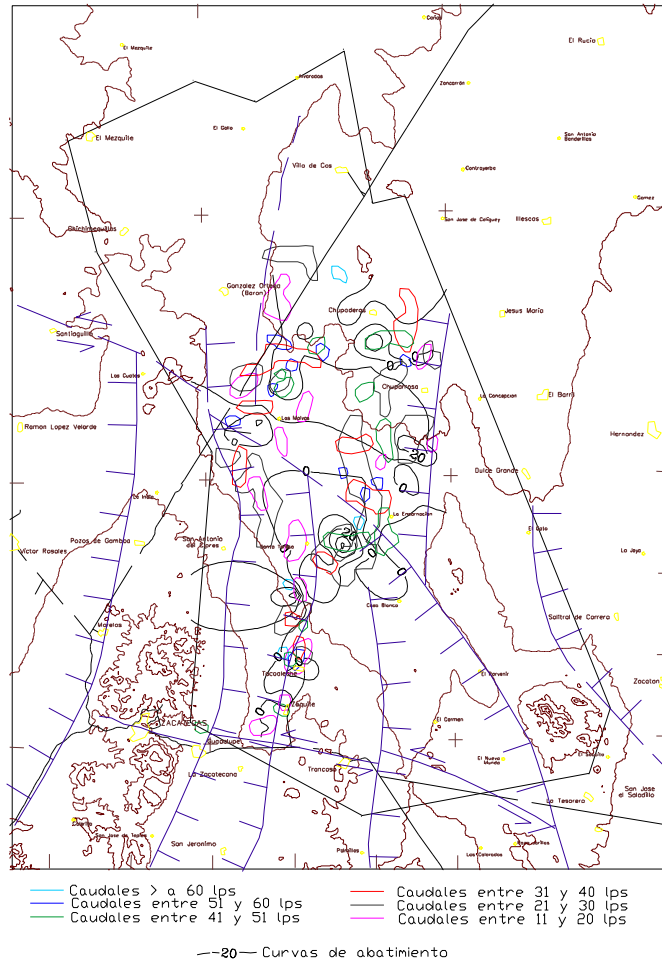


Figura 10 Distribución de los caudales de extracción, altos y bajos estructurales y los abatimientos para el periodo 1986-1997



Por otra parte, atendiendo a los flujos cuya componente principal es la vertical se tienen que considerar las propuestas hechas por Tóth, 1966 y 1992 (1), en las cuales establece que las zonas de descarga son aquellas que presentan movimientos ascendentes de agua, caracterizadas por la presencia de manantiales, niveles freáticos someros, pozos brotantes, aguas con alta conductividad eléctrica y un alto contenido de sólidos totales disueltos, así como la existencia de freatofitas.

<sup>1</sup> Groundwater. Freeze R. Allan y Cherry John A. 1979. Tóth, 1966 y 1972.

Asimismo, establece que las zonas donde se manifiestan movimientos descendentes (áreas de recarga), las condiciones del terreno manifiestan deficiencia de humedad, depresiones secas, agua con baja conductividad eléctrica y bajos contenidos de STD, así como niveles freáticos relativamente profundos.

Bajo este contexto y considerando que en la realización de este estudio no se contemplaron trabajos de campo, la determinación de los diferentes sistemas de flujo se efectuó a partir información piezométrica, hidrogeoquímica, así como de las características estructurales del terreno como lineamientos o fallas, y las diferentes facies sedimentarias distribuidas en el subsuelo a lo largo del valle.

Es a partir de la utilización de estos parámetros como se llegó a proponer la trayectoria de los diferentes sistemas de flujo de agua subterránea dentro del área de estudio: locales, intermedios y regionales.

### **Definición de sistemas de flujo subterráneo**

De acuerdo a los conceptos establecidos por Tóth (2), dentro de un sistema de flujo regional el área de recarga se ubica dentro del parte aguas de la cuenca, y la zona de descarga en el sector de mayor profundidad de la misma. Ahora bien, partiendo de estas bases, es de esperar que las zonas de recarga se asocien a los altos topográficos de la región, en tanto que los valles correspondan con las zonas de descarga, siempre y cuando las características geológicas del terreno resulten apropiadas para las trayectorias de los diferentes sistemas de flujo.

Como se estableció en párrafos anteriores, las principales zonas de recarga del acuífero provienen de los afloramientos septentrionales de Sierra Fría, y tentativamente a través del corredor de la falla de desplazamiento lateral; desde esta perspectiva se contempló la construcción de 4 secciones hidrogeológicas, Figura 11, Figura 12, en las que se intenta conceptualizar las trayectorias de los diferentes sistemas de flujo tanto en su componente horizontal como vertical y determinar la relación que guardan con el marco geológico así como con la hidrogeoquímica del área.

---

<sup>2</sup> Op. Cit. Tóth, 1966 y 1972, en Groundwater. Freeze R. Allan y Cherry John A. 1979.



Figura 11 Sistemas de flujos

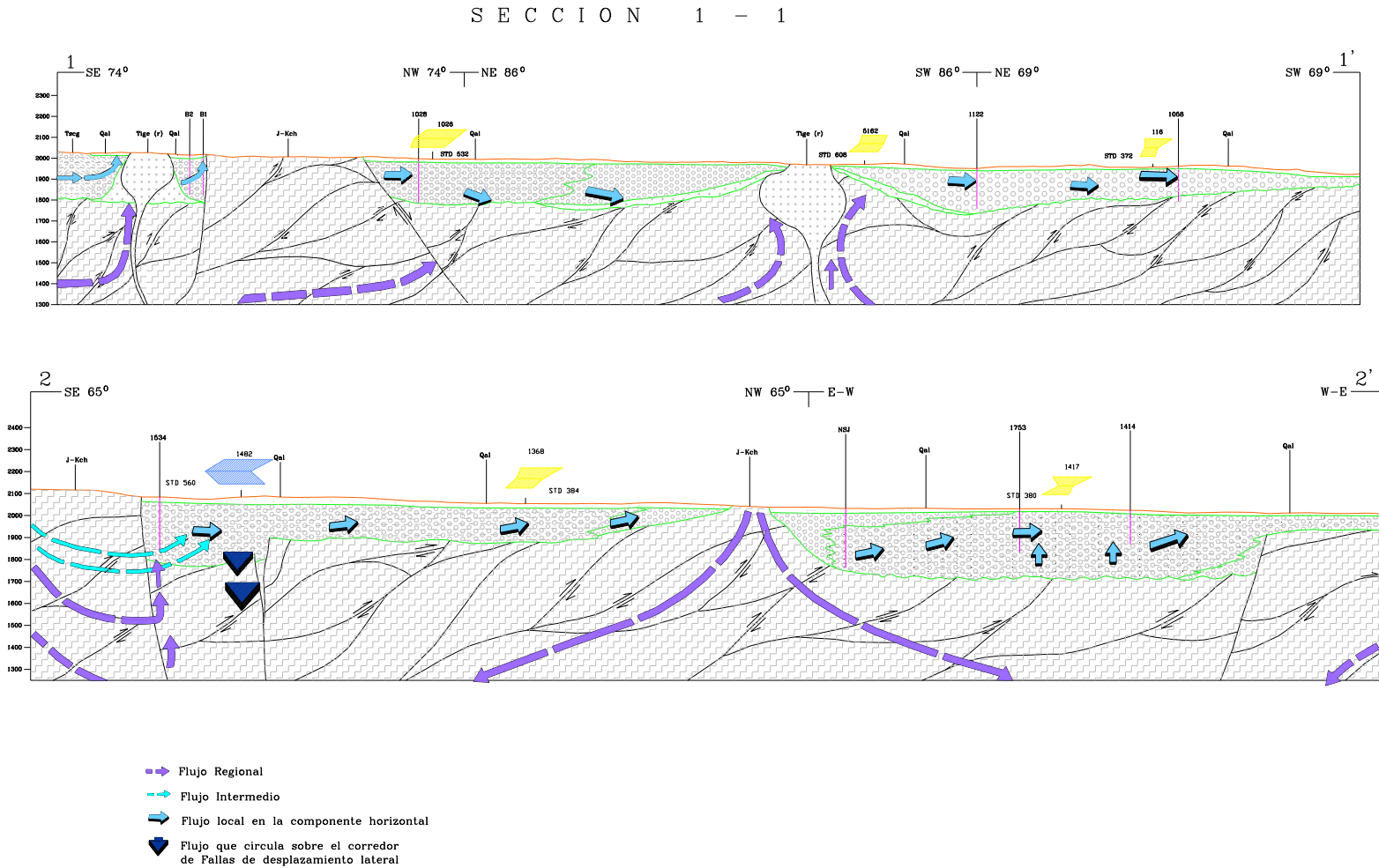
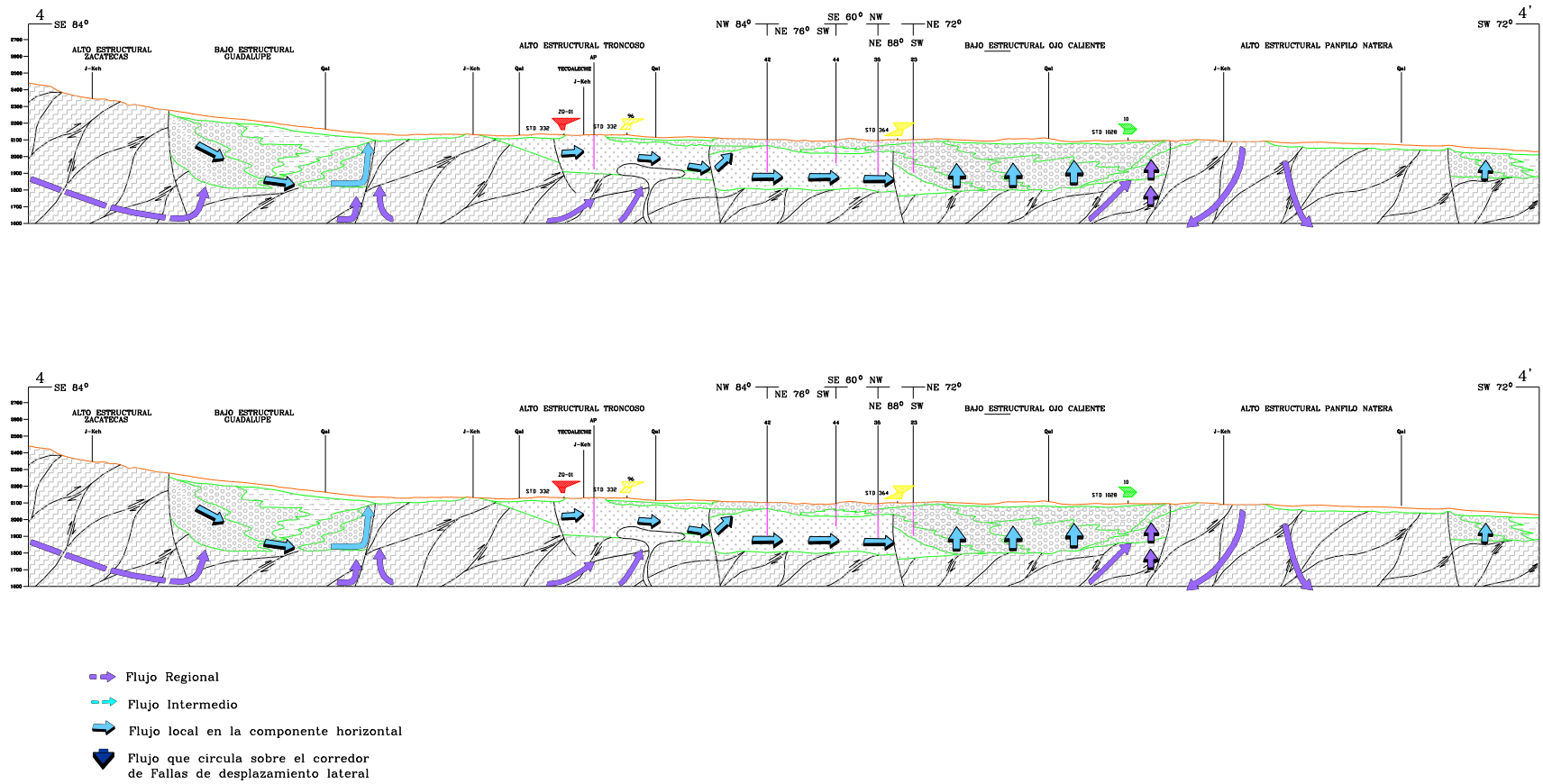


Figura 12 Sistemas de flujos



Considerando que el tiempo de residencia del agua subterránea dentro del acuífero incrementa los iones en solución, es de esperar que los aprovechamientos en los cuales la salinidad del agua presenta concentraciones elevadas, sean producidas por el ascenso de flujos intermedios a regionales. Ahora bien, tomando a estas concentraciones como patrón de referencia, se puede establecer que los flujos de agua subterránea que circulan a través del acuífero Chupaderos no tienen mucho tiempo de residencia dentro de los medios, poroso y fracturado, a excepción de las aguas con altos contenidos de STD.

### **Sistema de flujo intermedio**

En acuerdo con Tóth, 1966 y 1972 (3), un sistema de flujo intermedio se genera a partir de la presencia de uno o más altos topográficos ubicados entre las zonas de recarga y descarga. Dentro de este contexto se espera que las características químicas del agua presenten diferencias en cuanto a su fórmula iónica y al contenido de sales, con respecto a las derivadas del flujo regional.

Ahora bien, se considera que en el acuífero Chupaderos las aguas subterráneas asociadas con un sistema de flujo intermedio presentan un contenido de STD que varía de 552 a 560 ppm, así como concentraciones de cloruro de 75.66 a 112.57 ppm, y al igual que las asociadas con flujos regionales se mezclan en el medio poroso con los flujos en la componente horizontal.

La trayectoria de los flujos intermedios se detectó únicamente en el bajo estructural Guadalupe, de tal forma que su trayectoria está supeditada a la distribución de este bloque estructural en el valle, el cual ocasiona su movimiento ascendente hacia la superficie, desviándolos de su trayecto natural (Figura 11 y Figura 12).

### **Sistema de flujo local**

Un sistema de flujo local es definido por Tóth (4) como aquel que presenta su zona de recarga en un alto topográfico y su zona de descarga en el bajo topográfico adyacente. Ahora bien, dentro de un contexto hidrogeoquímico, las aguas transportadas a través de estos sistemas de flujo se caracterizan por presentar al ion bicarbonato como el anión

---

<sup>4</sup> Op. Cit. Tóth, 1966 y 1972, en Groundwater. Freeze R. Allan y Cherry John A. 1979.

predominante dentro de su composición química, a la vez de tener un bajo contenido de STD.

Asimismo, se considera que las aguas captadas por los pozos de los grupos I y II presentan características químicas afines con flujos locales que circulan en el medio poroso, ya que sus contenidos de STD están dentro de un rango de 324 a 484 ppm, y sus concentraciones de cloruros tienen un promedio de 26.58 ppm.

La gran mayoría de los pozos que están explotando el acuífero, interceptan la trayectoria de un flujo superficial de características locales, asociado con el drenaje subterráneo que corre paralelo a la orientación de los bajos estructurales, y en una menor proporción, se tienen aprovechamientos que están captando el flujo que corre a lo largo del corredor de la falla de desplazamiento lateral, en donde se obtienen producciones de 30 a 60 lps, sin que se manifiesten abatimientos considerables.

#### **5.4.2 Comportamiento piezométrico**

Para el conocimiento y seguimiento de las niveles piezométricos en el acuífero Calera, *Estudios y Proyectos Moro S.A.* realizó la configuración piezométrica para los años 1980 y 1997.

##### ***Configuración para septiembre de 1980***

En el estudio respectivo se establece que para septiembre de 1980 la piezometría indicó que la recarga provenía del sur de la Sierra de Zacatecas, con movimiento de suroeste hacia el noreste hasta el centro del valle; esta región coincidió con la Zona I, conformada por el bloque alto de la falla que cruza el valle de este-oeste; al llegar cerca de la zona de falla, al oeste, un intrusivo hace cambiar la trayectoria del agua subterránea y se divide hacia el noroeste y noreste rumbo al Ejido San Antonio de Ciprés y La Estrella, respectivamente.

Al norte, el agua avanza con un gradiente regular hasta Las Malvas y El Garabato, posteriormente, el flujo cambia su trayectoria al noreste, hacia Chaparrosa.

##### ***Configuración de octubre de 1997***

*Estudios y Proyectos Moro S.A.* establece que para 1997 la configuración piezométrica fue ampliada hacia el norte hasta El Charco Blanco, Villa de Cos y Laguna El Vidrio, donde ya se habían incrementado las extracciones de agua subterránea. Los resultados arrojaron que la recarga principal era la misma que en 1980, es decir, proveniente del sur del acuífero y de la Sierra de Zacatecas, ésta última ubicada al poniente del acuífero.

Los resultados también mostraron que existe una aparente comunicación hidráulica entre la zona de Guadalupe y Chupaderos. Al comparar el comportamiento de las equipotenciales del acuífero de Guadalupe en la parte norte y la del sur de Chupaderos, la carga hidráulica sugirió que el agua subterránea tiene continuidad hacia el Zoquite, ubicada al sur del valle de Chupaderos.

Como se menciona anteriormente, se estableció que la recarga principal provenía del suroeste, sur y en menor proporción del norte; la del sur y sureste corresponde a la Sierra de Zacatecas; el flujo subterráneo tuvo una trayectoria general hacia el noreste, donde se observa un gradiente hidráulico del orden de  $9 \times 10^{-3}$ , que cambia a  $20 \times 10^{-3}$ , cerca de Casa Blanca.

En la parte sur del valle se identificó la existe una deflexión de las curvas hacia el sureste (cerca de Tecualeche), lo cual se asoció a la presencia de un intrusivo y a la extracción de agua en esa zona. Al oriente de San Antonio del Ciprés se observó un nuevo cambio en la trayectoria de las equipotenciales, ya que una parte del flujo se dirigía hacia el noroeste y otra continuaba al noreste; estos cambios se asociaron de igual forma al incremento de la extracción en ambas zonas.

Al centro del valle, entre El Bordo Buenavista y Francisco E. García las equipotenciales mantuvieron un gradiente constante de  $12.5 \times 10^{-3}$ , pero al acercarse a la segunda, el gradiente cambió a valores de  $3 \times 10^{-3}$ . Más al norte de esta zona, cerca de San Francisco, se identificó un pequeño cono de abatimiento.

Finalmente, al norte, se apreciaron dos trayectorias en el flujo subterráneo a partir del centro, ambas dirigiéndose hacia las lagunas. Una de estas trayectorias (hacia el oriente), se dirigía hacia las lagunas de Pardillo y Las Casas en donde además se identificó un cono de abatimiento que coincide con la ubicación del Nodo 7. La segunda trayectoria (hacia el poniente) presento una dirección hacia la Laguna de Alamillos, ubicada al este de González Ortega, en donde el gradiente hidráulico fue del orden de  $5 \times 10^{-3}$ .

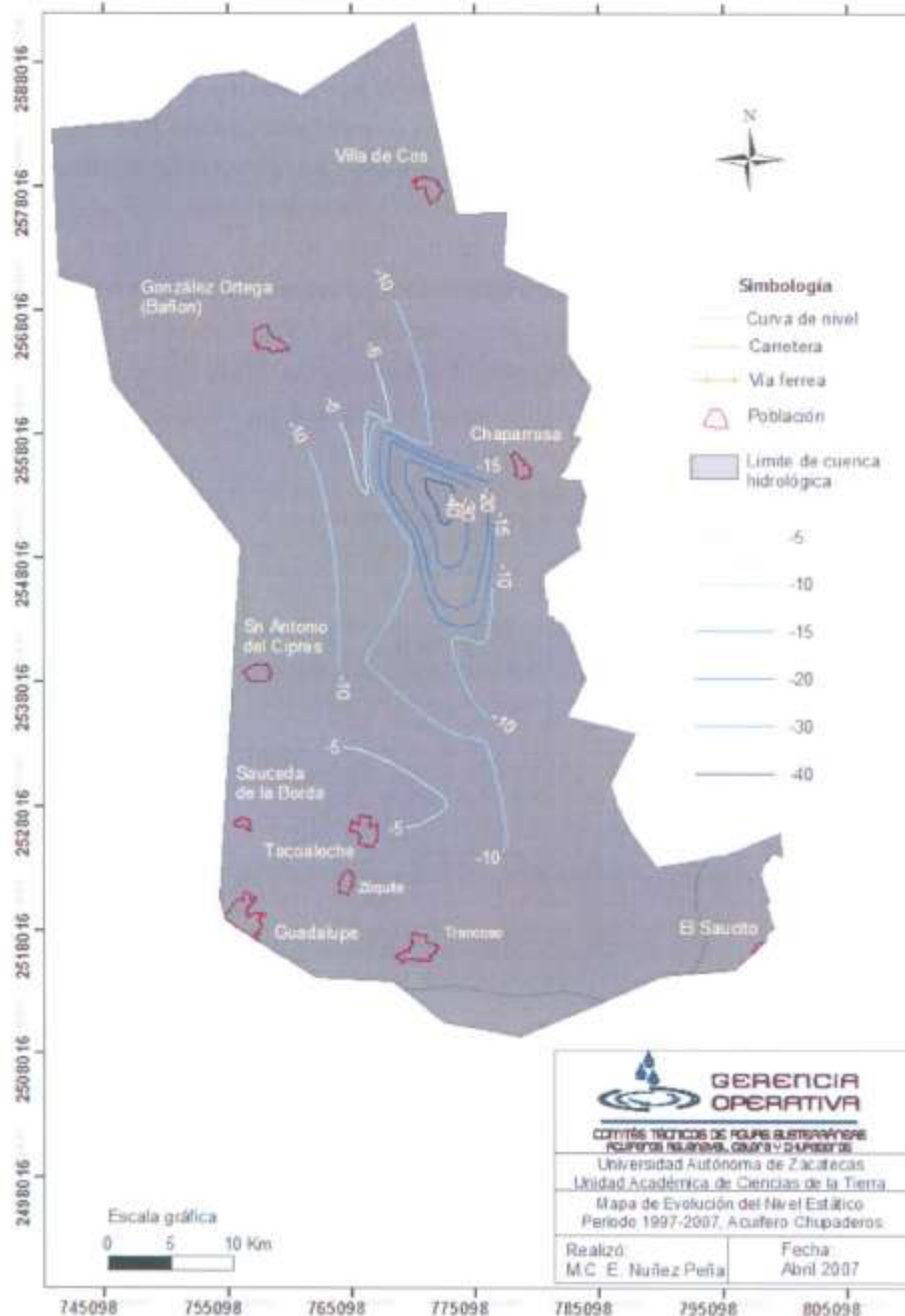
#### ***Configuración de Curvas de Igual Evolución del Nivel Estático (1980-1997)***

*Estudios y Proyectos Moro S.A.* con base en el análisis respectivo estableció dos zonas con evoluciones diferentes y la aparición de conos de abatimiento que indicativos de una intensa explotación, que se acentuaba en la parte central y norte del acuífero.

La primer zona se localizó al oriente, entre La Estrella y San Francisco, en donde se observó un abatimiento del orden de 55 m para el periodo 1980-1997 (poco más de 3 m anuales).

La segunda zona se localizó al noroeste, cerca de González Ortega, con un abatimiento de 25 a 40 m (entre poco más de 2 y 3 m anuales), y en donde además, se reportaba la desaparición de cuerpos de agua superficiales (laguna Santa Elena) en el llano Los Alamillos, la cual actualmente es un área de cultivo.

Figura 13 Evolución del nivel estático, acuífero Chupaderos, Zacatecas, 1997-2007



Fuente: Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ciencias de la Tierra. *Geología de las Áreas Frágiles y Actualización de Mediciones Piezométricas de los Acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos, Estado de Zacatecas, 2008.*

### **Configuración de Curvas de Igual Evolución del Nivel Estático (1997-2007)**

Por su parte, la Universidad Autónoma de Zacatecas estableció que las equipotenciales para los años de 1997 y 2007 tuvieron comportamientos similares registrándose en éste último, valores

máximos de 2,117 msnm en el suroeste del acuífero decreciendo en dirección hacia la población de Chaparrosa en el noreste del acuífero, en donde los valores fueron de 1,941 msnm; el gradiente hidráulico en el área suroeste del acuífero fluctúa fue de  $5 \times 10^{-3}$  a  $7 \times 10^{-3}$ , en la porción central es de  $21 \times 10^{-3}$ , y en la porción noreste de  $7 \times 10^{-3}$ . La profundidad del nivel estático en 2007 fue de 30 y 40 m en las inmediaciones de Tacoaleche, en la porción centro del acuífero el valor se estableció en 40 m incrementándose radialmente de 10 en 10 m con rumbo hacia las poblaciones de Chaparrosa y San Antonio del Cipres. Las profundidades de 90 y 100 m se ubicaron entre las poblaciones González Ortega (Bañon) y San Antonio del Cipres, así como al este de Tacoaleche. Los abatimientos para el periodo de 1997-2007 fueron de -5 m en las áreas sureste y noroeste del acuífero, de -10 en los extremos este, oeste y en una estrecha franja en la porción central del mismo, la cual se extiende hacia el norte y sur, respectivamente. Los valores de mayor abatimiento, -30 y -40 m, se distribuyeron radialmente del centro hacia el noreste del acuífero.

Las zonas potenciales de recarga que se presentan en la cuenca, se sitúan en rangos que varían de recarga muy alta a recarga muy baja, distinguiéndose por la superficie que ocupan los extensos valles que forman las partes bajas de la cuenca, y las que presentan condiciones de recarga muy baja, ocupan el parteaguas de la parte sur de la misma.

### **5.4.3 Calidad de agua subterránea y fuentes de contaminación**

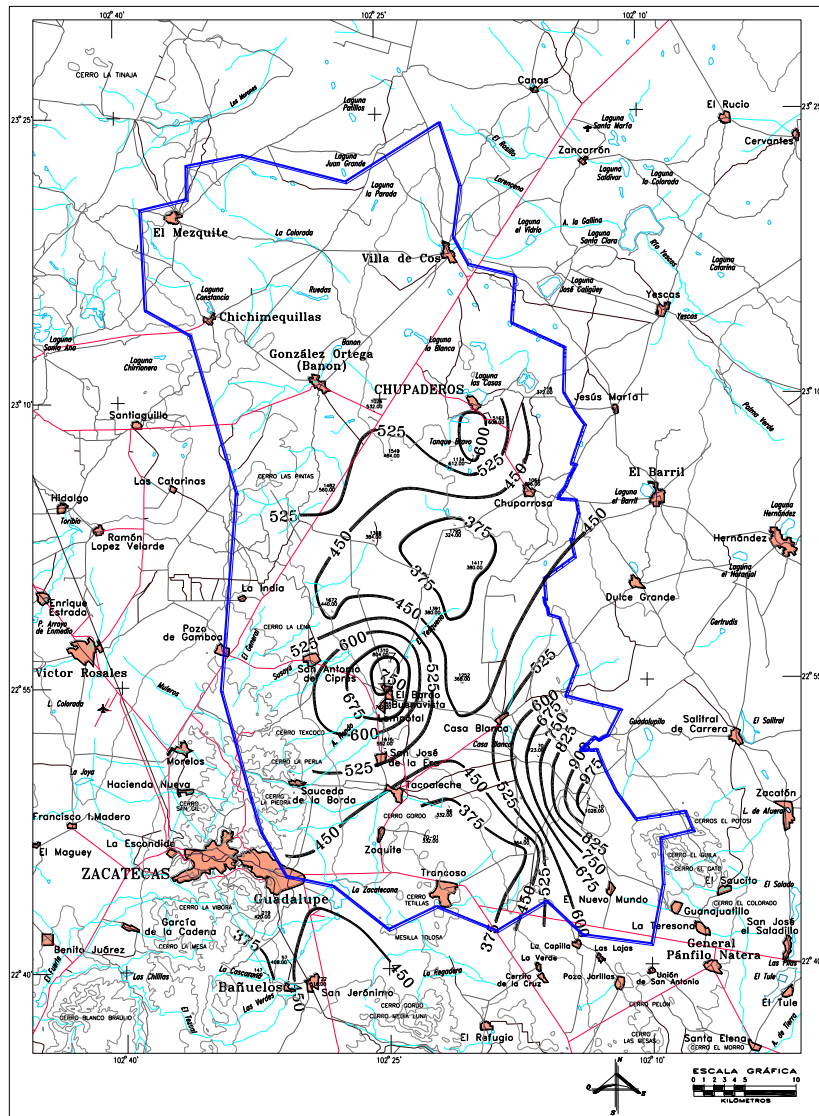
Peña, 2009<sup>5</sup> determinó que el contenido de STD, oscilaban en un rango de 320 a 1000 mg/l, y que las concentraciones más bajas se ubicaban hacia el centro del acuífero con valores de 375 mg/l en promedio. Aquellos más altos se ubicaron en la localidad El Bordo Buenavista así como al sureste de Casablanca.

Con base en lo anterior, los valores tienden a estar en los límites máximos permitidos por la norma oficial de 1000 mg/l. Sin embargo, Peña, 2009 señala tomar en consideración que la configuración de isolíneas data de 1996, más sin embargo, autoridades de la CONAGUA manifiestan que la condición de la calidad del agua subterránea no ha sufrido deterioro, por lo que la información presentada puede considerarse como actual.

---

<sup>5</sup> Peña, S. 2009. Proyecto de Fortalecimiento del Manejo Integrado del Agua en México (PREMIA). Determinación de los costos económico-ambientales por la sobreexplotación del acuífero Chupaderos en el estado de zacatecas. Hacia la preparación del Plan de Manejo del acuífero. CONAGUA- OMM

Figura 14 Isolíneas de Sólidos Disueltos Totales en mg/l (1996)



Fuente: Peña, S. 2009. Proyecto de Fortalecimiento del Manejo Integrado del Agua en México (PREMIA). Determinación de los costos económico-ambientales por la sobreexplotación del acuífero Chupaderos en el estado de zacatecas. Hacia la preparación del Plan de Manejo del acuífero. CONAGUA- OMM.

## 5.5 AGUA SUPERFICIAL

### 5.5.1 Hidrografía

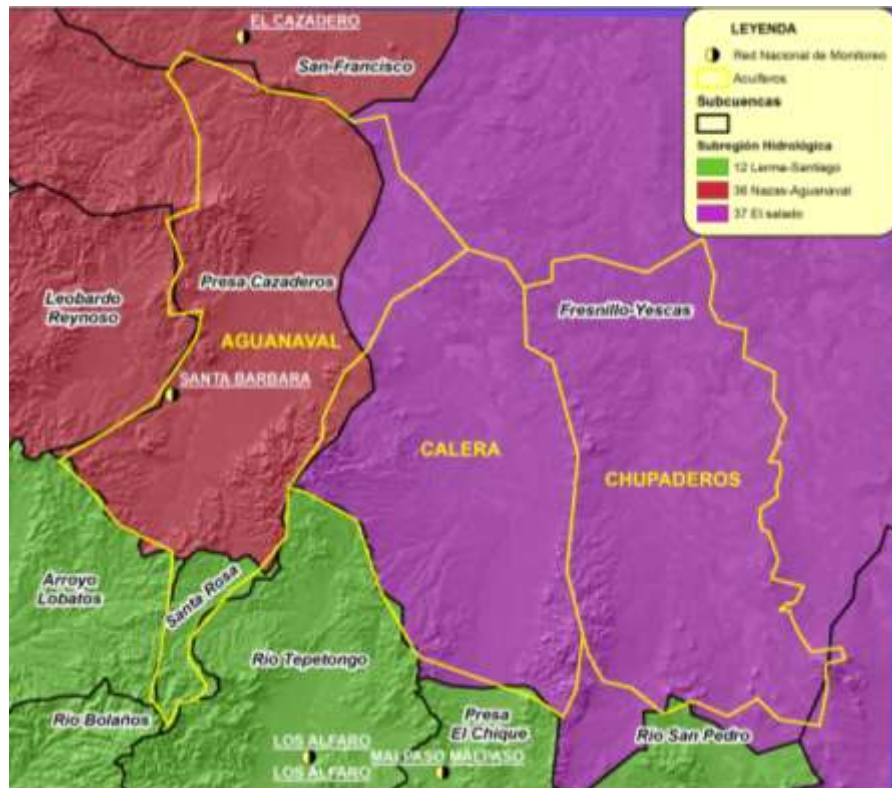
El acuífero Chupaderos se ubica dentro de la Región Hidrológica No 37; cuenca Río Salado. Los escurrimientos son de carácter torrencial y estacional. Entre los arroyos de mayor importancia destacan Guerrero, El Ranchito, La Saucedá, Hondo, Pánuco y los Arados



### 5.5.2 Calidad de agua superficial

En la actualidad, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) administra la Red Nacional de Monitoreo la cual se encuentra distribuida a todo lo largo y ancho del país, principalmente en zonas de alta influencia humana; sin embargo, por la configuración hidrológica de la región la el acuífero Chupaderos no presenta estación de monitoreo alguna, siendo las estaciones Santa Bárbara, El Cazadero, Los Alfaros y Malpaso, las más cercanas (Figura 15).

Figura 15 Sitios de monitoreo de calidad de agua superficial dentro de la zona de influencia de acuífero Chupaderos



Para la estación de monitoreo Santa Bárbara se aprecia que la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) en el periodo de 2003-2007 se ha mantenido en excelente calidad, mientras que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) ha modificado negativamente este criterio en el periodo 2003-2006, siendo relevante que el 2007 revierta este comportamiento. En cuanto a SST se aprecia que la concentración no pone en riesgo la vida acuática y es propicia para usos como el riego agrícola u otros.

## 6 PROYECCIONES DE LA DISPONIBILIDAD

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA DEMANDA

El sector agrícola es por mucho el principal usuario del agua en el acuífero Chupaderos. Para el período 2001-2008 existen alrededor de 118,024 ha bajo explotación agrícola, de las cuales 26,355 ha equivalentes al 22.33%, son de riego, y 91,669 ha son de temporal (Tabla 16). Se estima en 145,000 has la superficie bajo riego en el estado de Zacatecas, por lo que el área bajo riego en el acuífero Calera representa el 18.17% de la superficie de riego del estado.

Tabla 16 Superficie promedio sembrada de riego en el acuífero Chupaderos en el período 2001-2008

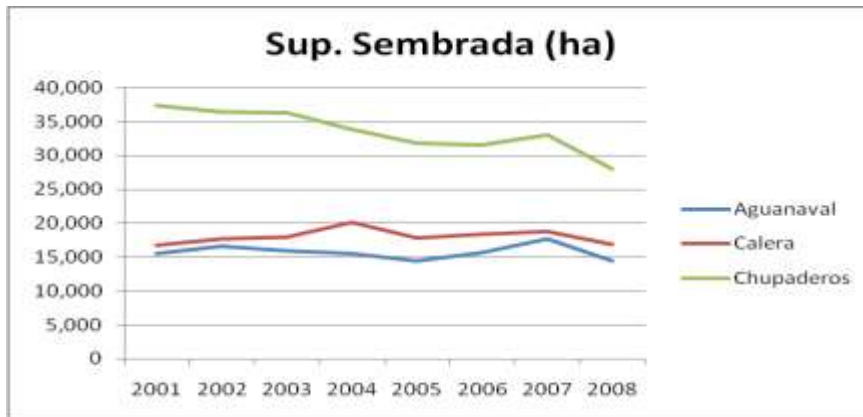
Tipo explotación/ Acuífero	Superficie (ha)		Sup Sem	Valor Prod	
	Sembrada	Cosechada	%	(miles \$)	%
Riego	26,355	25,580	22.33	846,881.59	85.29
Temporal	91,669	73,077	77.66	146,047.35	14.70
<b>Sup Total</b>	<b>118,024</b>	<b>98,657</b>	<b>100.00</b>	<b>992,928.94</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Generación propia IGH, basada en información proporcionada por la SAGARPA-Delegación Zacatecas

En términos de valor de la producción, aún cuando la superficie de agricultura de riego es prácticamente 3.5 veces menor a la de temporal, representa el 85% del valor total de la producción (Tabla 16).

En comparación con acuíferos contiguos con similar grado de sobreexplotación, el acuífero Chupaderos presenta la mayor cantidad de superficie sembrada, muy por encima de los acuíferos Aguanaval y Calera; sin embargo, en el periodo 2001-2008 se aprecia una significativa disminución en este rubro (Figura 16). En conjunto, estos tres acuíferos de manera global, presentan una tendencia a la baja en superficie sembrada.

Figura 16 Evolución de la superficie sembrada en cada porción del acuífero Aguanaval-Calera-Chupaderos



En promedio se producen \$32,629.5 MN/ha de riego contra \$1,984.2 MN/ha de temporal, por lo que en promedio, una hectárea de riego es 16.4 veces más productiva que una de temporal (Tabla 17). Cabe destacar, que en comparación de acuíferos como Aguanaval y Calera, Chupaderos describe la mayor productividad en la agricultura de riego, sin embargo, describe las menores tasas de ingreso por hectárea en la agricultura de temporal.

Tabla 17 Ingreso medio total por hectárea cosechada por modalidad de explotación en el acuífero Calera en el período 2001-2008.

Tipo explotación/ Acuífero	Ingreso medio (\$/Ha)
Riego	32,629.5
Temporal	1,984.2

Fuente: Generación propia IGH, basada en información proporcionada por la SAGARPA-Delegación Zacatecas

En los últimos años, el acuífero Chupaderos ha incrementado el su productividad por hectárea, sin embargo, ésta presenta una alta volatilidad como la presentada en la Figura 17.

Figura 17 Evolución anual de la productividad bruta por hectárea en el período 2001-2008



Fuente: Generación propia IGH, basada en información proporcionada por la SAGARPA-Delegación Zacatecas

La región presenta índices de siniestralidad altos, especialmente en las áreas de temporal, donde puede afectar hasta más del 62% de la superficie sembrada y la variación en rendimientos es muy amplia. El acuífero Chupaderos presenta los mayores índices de siniestralidad en comparación con acuíferos cercanos (Tabla 18).

Tabla 18 Siniestralidad agrícola por modalidad de explotación en el acuífero Chupaderos en el período 2001-2008

Tipo explotación/ Acuífero	Superficie Siniestrada (%)		
	Media	Máxima	Mínima
Riego	6.3	18.3	0.6
Temporal	13.0	45.5	3.1
<b>Sup Total</b>	<b>11.6</b>	<b>36.3</b>	<b>1.6</b>

Fuente: Generación propia IGH, basada en información proporcionada por la SAGARPA-Delegación Zacatecas

De acuerdo con lo publicado en Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego 2004-2005 al 2007-2008, se estima que el volumen aprovechado por el sector es de 1,277 hm<sup>3</sup> anuales para el riego de 142,000 ha, con una lámina de riego de 89.7 cm, la cual se ubica en un 12% menor a la media nacional (Tabla 19).

Tabla 19 Superficie sembrada y cosechada en hectáreas y volúmenes consumidos en el estado de Zacatecas para los años agrícolas 2004-05 al 2007-08.

Año Agrícola	Superficie (ha)		Lámina cm	Vol. utilizado Millones m <sup>3</sup>
	Sembrada	Cosechada		
2004-05	134,882	134,745	95.5	1,238.2
2005-06	143,831	140,546	87.4	1,228.1
2006-07	145,233	140,456	96.1	1,349.5
2007-08	145,654	133,177	97.1	1,293.7
<b>Promedio</b>	<b>142,400</b>	<b>137,231</b>	<b>89.7</b>	<b>1,277.4</b>

Fuente: Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego, para los años agrícolas 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008. CONAGUA.

Para el caso del acuífero Chupaderos, se estima que se siembra bajo riego 26,300 ha por año, equivalente al 18.13% de la superficie en el estado, con una extracción total del orden de los 199.8 hm<sup>3</sup> anuales. La cédula de cultivo promedio se presenta en la Tabla 20.

Tabla 20 Cédula de cultivos promedio en el acuífero Chupaderos para el período 2001-2008 (ha)

Cultivo	Aguanaval
Chile Seco	9,060
Chile Verde	700
Frijol	7,950
Maíz	3,120
Avena Forraje	750
Zanahoria	1,500
Papa	260
Ajo	500

Cultivo	Aguanaval
Tomate	560
Cebolla	800
Otros cíclicos	
<b>Subtotal Cíclicos</b>	<b>25,200</b>
Alfalfa	600
Uva	500
Durazno	-
Manzana	-
Otros Perennes	
<b>Subtotal Perennes</b>	<b>1,100</b>
<b>Gran Total</b>	<b>26,300</b>

Fuente: Generación propia IGH, basada en información proporcionada por la SAGARPA-Delegación Zacatecas y Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego, promedio para los años agrícolas 2004-2005 y 2005-2006. CONAGUA.

Por su parte, a se establecen que las eficiencias en el uso de agua en el sector agrícola se presentan en la Tabla 21.

*Tabla 21 Determinación de las eficiencias de aplicación, conducción y total para el acuífero Chupaderos. (%)*

Tipo de Riego	Superficie (%)	Conducción	Aplicación	Total
Sup. tecnificada aspersión	5%	95%	80%	<b>76.0%</b>
Sup. tecnificada goteo	25%	98%	90%	<b>88.2%</b>
Sup. gravedad	70%	65%	55%	<b>35.8%</b>

Fuente: Generación propia IGH, basada en información proporcionada en entrevistas con personal de la SAGARPA-Delegación Zacatecas, Dirección Local de CONAGUA, productores del acuífero y publicaciones de cultivos de riego por el INIFAP-Zacatecas.

Se estima que prácticamente el 90.64% del volumen anual es consumido por los cultivos cíclicos (anuales), y sólo el 9.35% restante se emplean para cultivo perenes. Para este último caso, la alfalfa representa por sí sola el 58.2% del agua requerida para cultivos perenes (Tabla 22).

*Tabla 22 Estimación de volúmenes consumidos en el acuífero Chupaderos (hm<sup>3</sup>)*

Cultivo	Aguanaval
Chile Seco	68.3
Chile Verde	5.3
Frijol	46.5
Maíz	22.4
Avena Forraje	9.0
Zanahoria	12.2
Papa	2.1

Cultivo	Aguanaval
Ajo	4.1
Tomate	5.1
Cebolla	6.2
Otros cíclicos	0.0
<b>Subtotal Cíclicos</b>	<b>181.1</b>
Alfalfa	10.9
Uva	7.8
Durazno	0.0
Manzana	0.0
Otros Perennes	0.0
<b>Subtotal Perennes</b>	<b>18.7</b>
<b>Gran Total</b>	<b>199.8</b>

## 6.2 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS

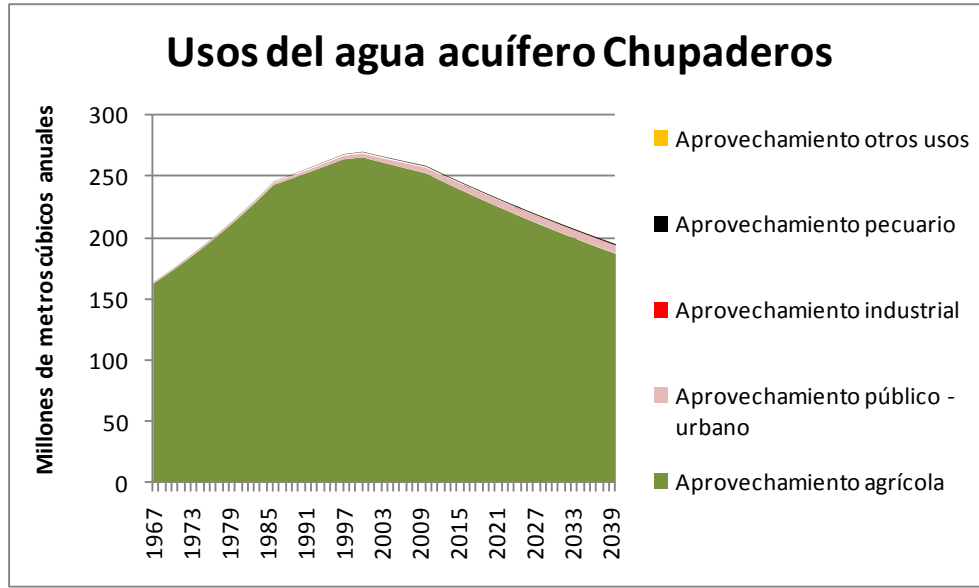
### Escenario Inercial

Para este escenario se considera la tendencia de los últimos 10 años en el uso del agua subterránea. Estas tendencias incluyen: población, superficie de riego y eficiencia. Se considera constante la variedad de cultivos y se analiza el efecto que esta política tiene sobre el acuífero.

Se destaca una tendencia a la baja en las extracciones de los principales sectores consuntivos, principalmente el agrícola, quien es el mayor consumidor de agua subterránea. Tales tendencias conllevan a la reducción del total de las extracciones del acuífero al año 2040.

La disminución de aprovechamientos en la agricultura responde a una creciente problemática en el campo, que si bien ha incrementado su tecnificación ha perdido competitividad en el contexto internacional. El incremento en el costo de insumos y la disminución de subsidios –principalmente en lo que respecta a la Tarifa Eléctrica 09- ha elevado los costos de producción y el margen de ganancia esta en el rango bajo-nulo. Fenómenos hidroclimatológicos como sequías, heladas, granizadas, lluvias atípicas, inundaciones y bajas temperaturas, inciden en bajos rendimientos agrícolas. Los abatimientos se incrementan notoriamente tanto vertical como horizontalmente, lo que hace inviable la extracción de agua; se estiman decrementos de más de \_\_\_\_ metros en el nivel estático al año 2040, sin embargo no se alcanza un equilibrio hidrológico por lo que la sobreexplotación se mantiene.

Figura 18 Dinámica de aprovechamientos bajo un escenario inercial para el acuífero Chupaderos



Todo lo anterior ocasiona que el costo total del agua se cuadruple al año 2040, alcanzando los 90 centavos/metro cúbico, más sin embargo, el costo real se dispara a lo largo del todo el periodo.

Figura 19 Costo del agua bajo un escenario inercial para el acuífero Chupaderos

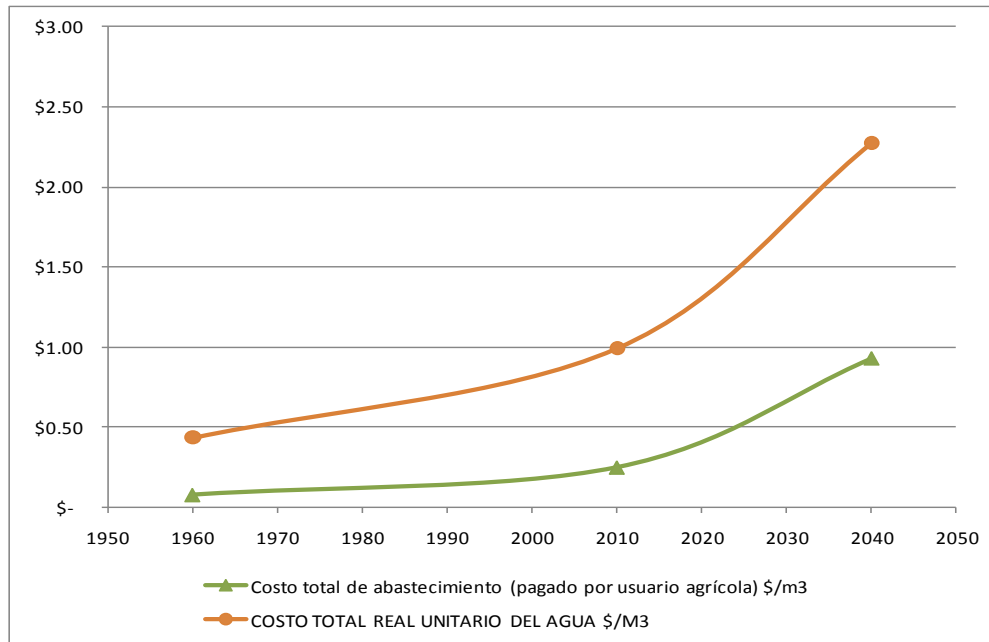


Figura 20 Dinámica del balance hidrológico bajo un escenario inercial para el acuífero Chupaderos

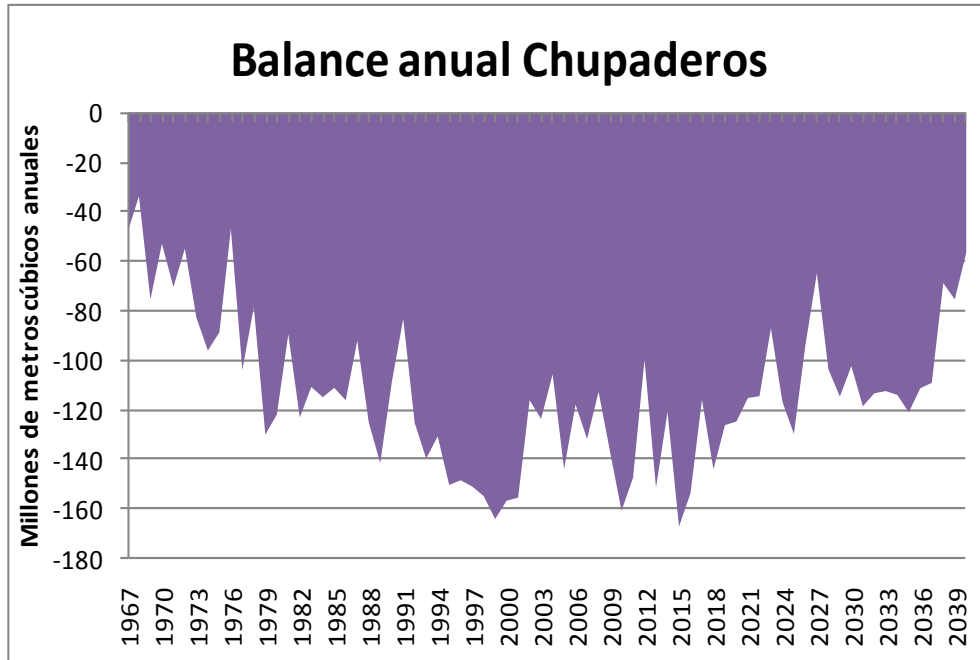
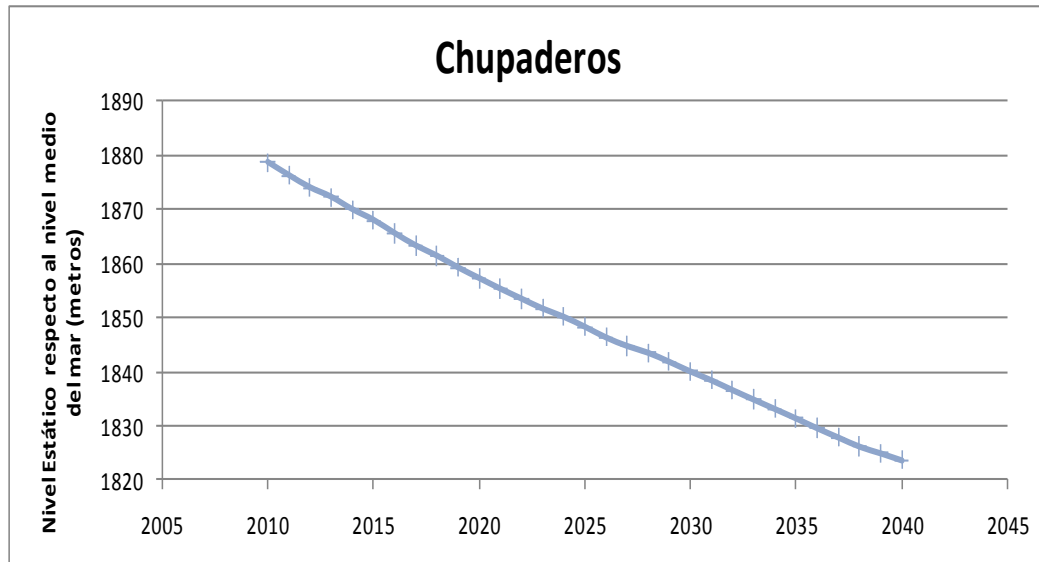


Figura 21 Dinámica de abatimientos bajo un escenario inercial para el acuífero Chupaderos



**Escenario REPDA**

El escenario REPDA permite valorar cuál sería el efecto de aplicar durante el horizonte de planeación un ritmo constante de aprovechamiento de la misma magnitud a los volúmenes concesionados.



Figura 22 Dinámica de aprovechamientos bajo un escenario REPDA para el acuífero Chupaderos

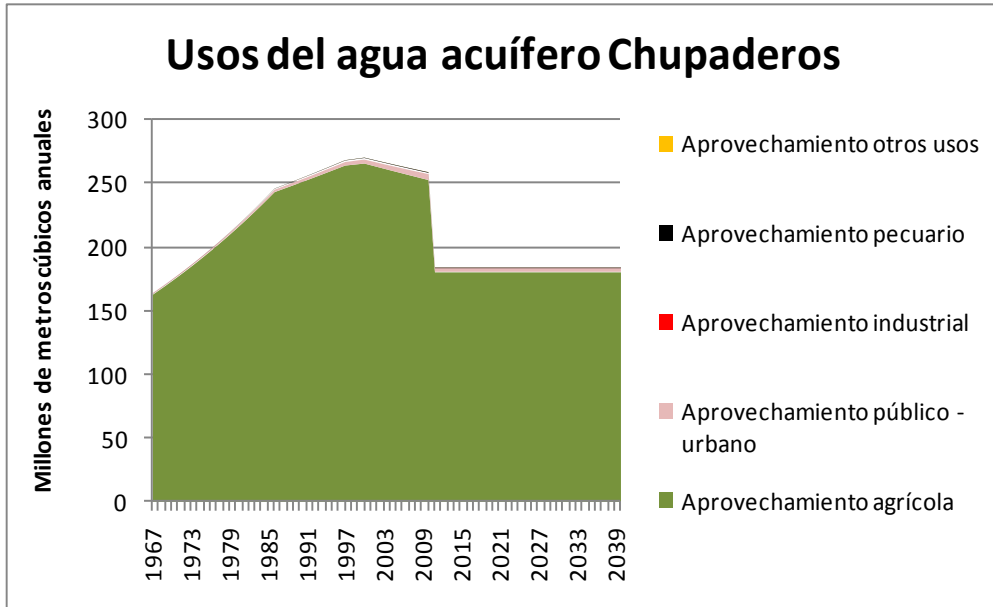


Figura 23 Dinámica del balance hidrológico bajo un escenario REPDA para el acuífero Chupaderos

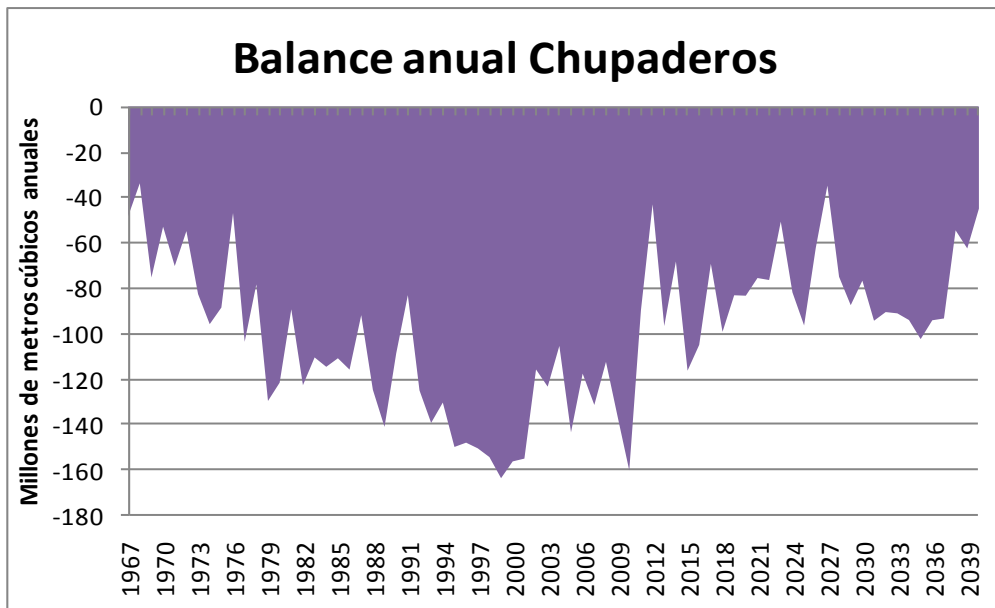
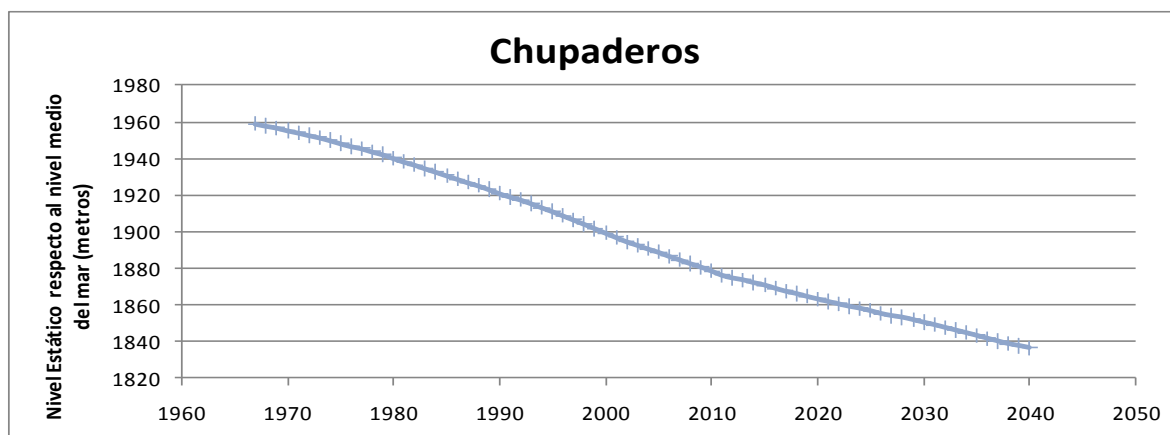


Figura 24 Dinámica de abatimientos bajo un escenario REPDA para el acuífero Chupaderos



### Escenario de Máxima Tecnificación

El escenario de Máxima Tecnificación implica un incremento significativo en sistemas de captación, distribución y aprovechamiento de agua subterránea en los principales usuarios consuntivos de este tipo de agua. Para el sector agrícola se tiene un incremento en eficiencias globales de sistemas de riego; para el sector público-urbano, se asume un patrón de creciente eficiencia para la reducción de fugas y uso moderado del agua acorde con una mayor cultura del agua, mientras que para el sector industrial se tiene adopción de tecnologías de menor consumo con sistemas de recuperación y reuso.

El concepto de máxima tecnificación representa a su vez una situación de máxima eficiencia, bajo el supuesto de que a través de la organización, la capacitación y un mejoramiento de los rendimientos agrícolas, se vuelve solvente una inversión de alta magnitud que se traduce en un ahorro del agua a favor del acuífero, en vez de un incremento de superficie o número de riegos.

Se constata que los volúmenes actualmente destinados al uso agrícola podrían reducirse en un en el acuífero de Chupaderos.

Estos escenarios no suponen que la máxima tecnificación se logrará inmediatamente, sino a lo largo del horizonte de planeación, además, la máxima tecnificación se presenta como insuficiente para lograr un equilibrio y recuperación de los niveles piezométricos. Esto nos permite caer en cuenta de que la sobreexplotación ha crecido hasta niveles de desequilibrio excesivos y para estabilizar el acuífero será necesario tomar medidas de mayor estatura relacionadas con esquemas de organización y compromiso que reconozcan que no sólo es necesario ser más eficientes, sino tomar medidas más sustanciales como modificar el tipo de cultivos o reducir superficies agrícolas en caso de que esta sea la única medida para alcanzar el equilibrio.

La máxima tecnificación luce como una de las acciones indispensables dentro de un conjunto de estrategias de diverso orden las cuales deben ser continuas y constantes a lo largo del periodo de planeación.

Figura 25 Dinámica de aprovechamientos bajo un escenario Máxima Tecnificación para el acuífero Chupaderos

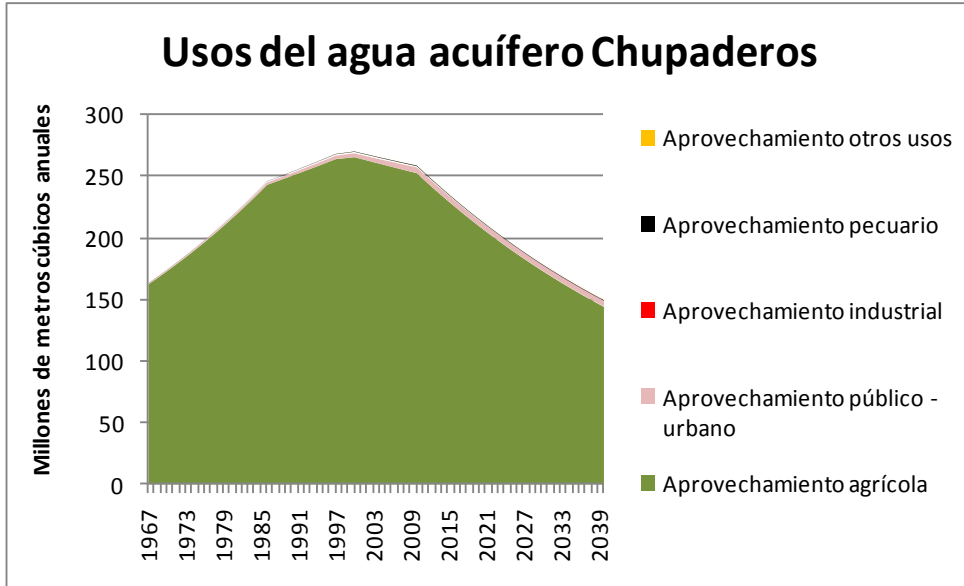


Figura 26 Costo del agua bajo un escenario Máxima Tecnificación para el acuífero Chupaderos

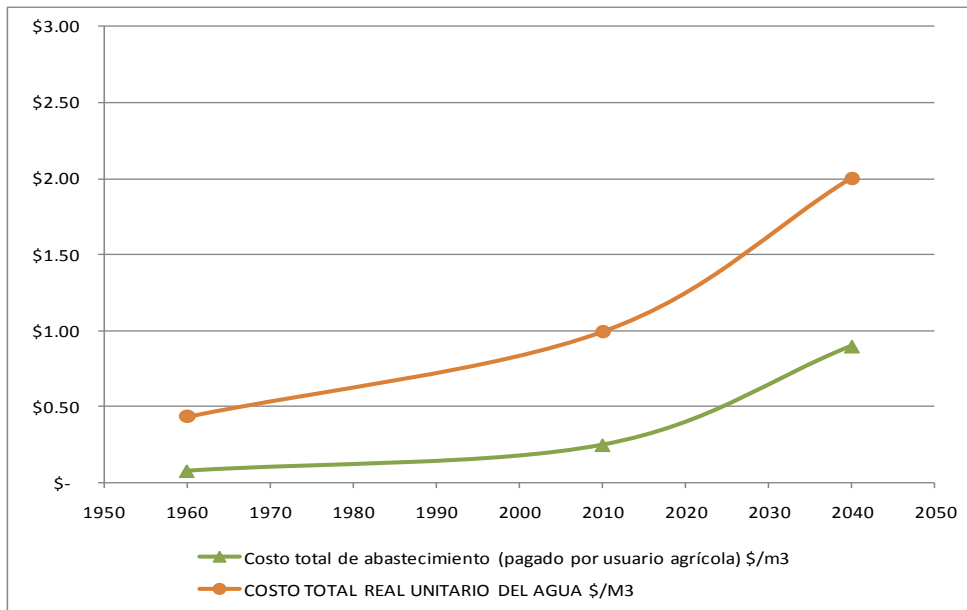
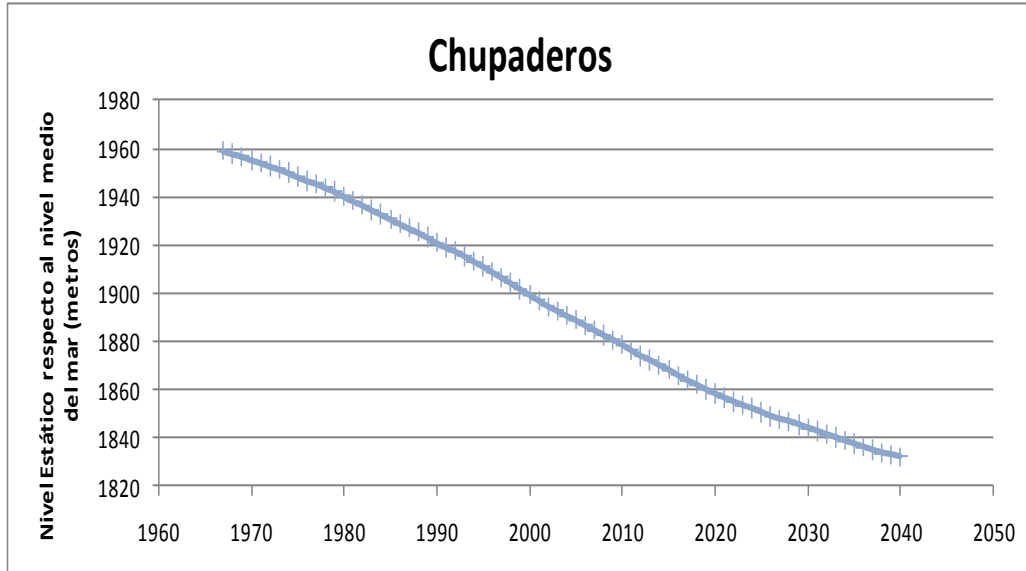


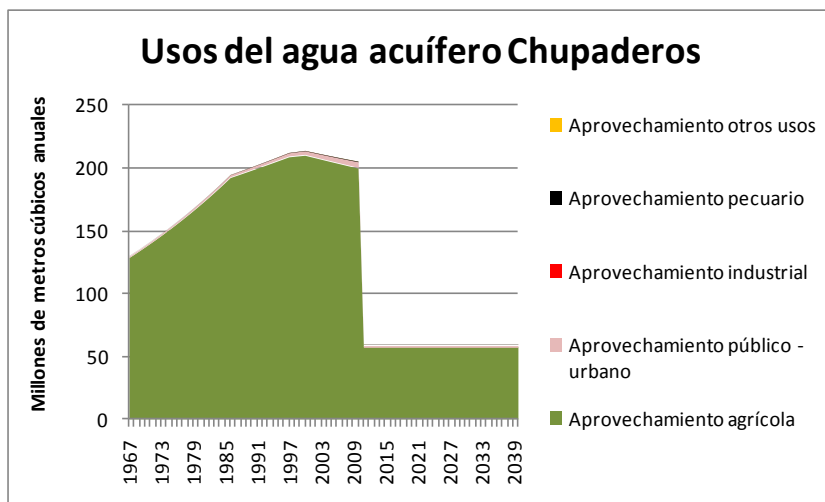
Figura 27 Dinámica de abatimientos bajo un escenario Máxima Tecnificación para el acuífero Chupaderos



**Escenario Equilibrio**

Este escenario contempla la implementación de medidas necesarias para recuperar el equilibrio en las zonas actualmente deficitarias. Para ello, se parte del supuesto de que en aquellos casos que no existe una sobreexplotación generalizada, es posible redistribuir las extracciones para alcanzar el equilibrio.

Figura 28 Dinámica de aprovechamientos bajo un escenario en Equilibrio para el acuífero Chupaderos



El equilibrio tiene como efecto el aprovechamiento total de un volumen equivalente al que el balance hidráulico subterráneo determinó como el que puede extraerse sin impactar negativamente en el volumen de reserva del acuífero.

Figura 29 Costo del agua bajo un escenario en equilibrio para el acuífero Chupaderos

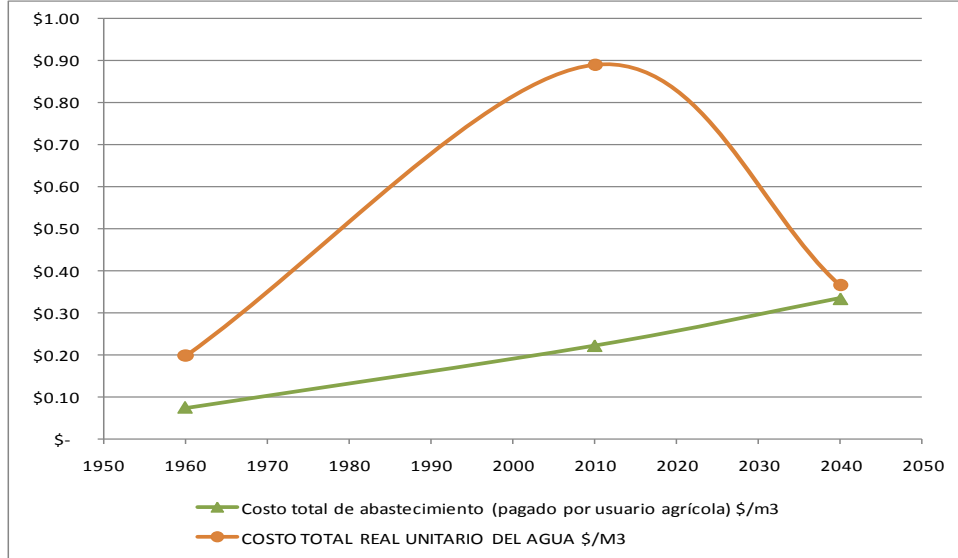
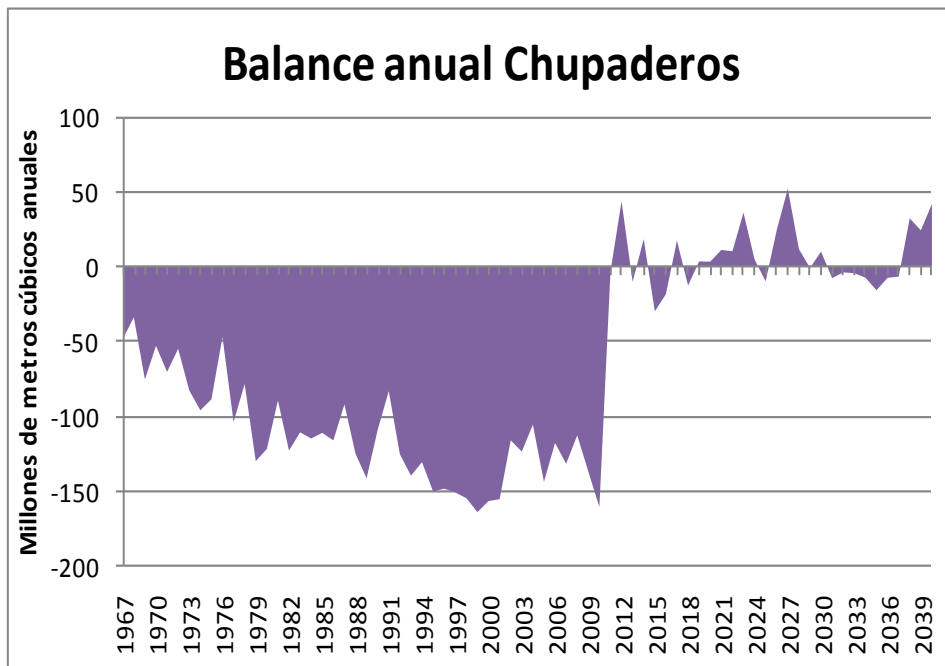


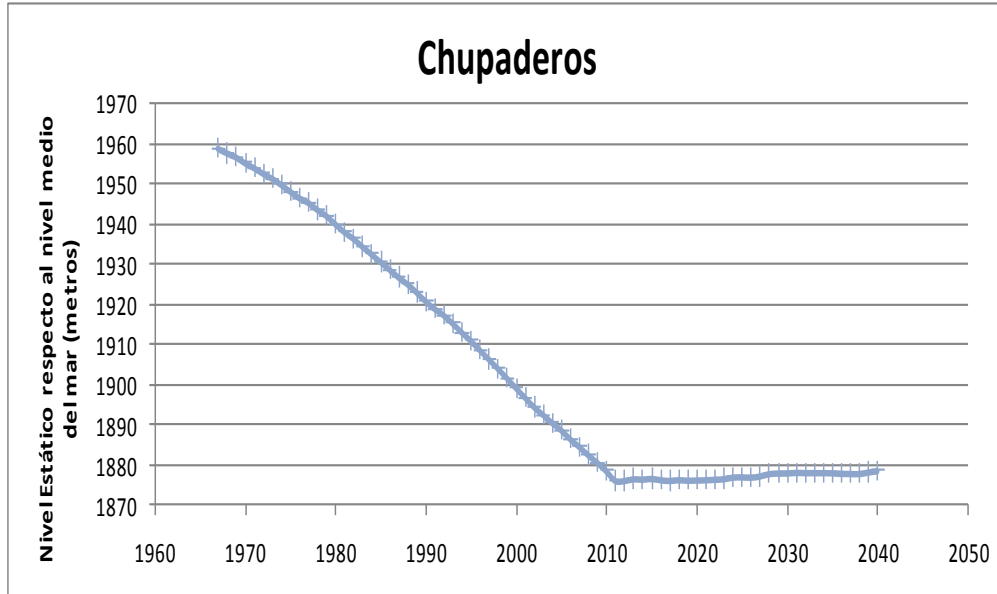
Figura 30 Dinámica del balance hidrológico bajo un escenario en Equilibrio para el acuífero Chupaderos



El balance en equilibrio para este caso, considera patrones de eficiencia similares a los actuales y una reducción de extracción tal que el balance neto del acuífero alcance el equilibrio, aunque la recarga total resulte ligeramente menor a la actual al reducirse la recarga inducida por riego.

La condición para alcanzar el equilibrio nos señala la magnitud necesaria de las acciones por realizar si queremos que el nivel estático no descienda ni un centímetro más en los años siguientes y las conclusiones son alarmantes, ya que la magnitud necesaria de la reducción del aprovechamiento representa un porcentaje que es del para el acuífero Chupaderos.

Figura 31 Dinámica de abatimientos bajo un escenario en Equilibrio para el acuífero Chupaderos



## **7 DESCRIPCIÓN DEL PLAN**

### **7.1 DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS**

#### **7.1.1 Objetivo Estratégico 1: Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola**

Se reconoce que el desequilibrio hidrológico presente en el acuífero Chupaderos representa uno de los mayores retos en el centro del estado de Zacatecas en términos de un avance económico, social y ambiental. Siendo el sector agrícola el principal consumidor del recurso hídrico, las acciones que se implanten y ejecuten de manera coordinada y continua favorecerá, en primera instancia, frenar los niveles de sobreaprovechamiento (estabilización), para después iniciar la fase de recuperación de volúmenes de reserva perdidos.

Las principales líneas estratégicas en este objetivo se enfocan al incremento de la productividad del agua, la diversificación de cultivos, reorientación de subsidios, la reactivación de infraestructura hidroagrícola, entre otras más.

#### **7.1.2 Objetivo Estratégico 2: Incrementar el acceso y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento**

En el estado de Zacatecas, como en el resto del país, se reconoce un retraso técnico, administrativo y económico del sector público-urbano, el cual ha generado problemas de sobreaprovechamiento en zonas urbanas y falta de servicios en zonas rurales; también, se destaca que la falta de saneamiento de aguas residuales provoca la contaminación de suelo y agua.

Aunque no en igual medida que el sector agrícola, el sector público urbano adquiere un papel importante para reorientar las estrategias de aprovechamiento subterráneo que permitan no solo coparticipar en el manejo sustentable del recurso hídrico, sino también, coadyuvar en el incremento de la calidad de vida de los zacatecanos.

#### **7.1.3 Objetivo Estratégico 3: Promover el manejo integrado del agua en cuencas y acuíferos**

A la par de una política hídrica que favorece la gestión integrada de los recursos hídricos, el actual Plan de Manejo promueve la participación multisectorial y multitemporal de los diferentes actores vinculados, a través de un esquema de transversalidad suficiente y real. Es por ello, que el presente objetivo pretende coadyuvar a la conservación y compensación del medio ambiente, que permita asegurar la continuidad de los procesos hidrológicos en la zona de estudio, asegurando con ello, la oferta de agua en cantidad y calidad suficiente en el futuro inmediato y a largo plazo.

#### **7.1.4 Objetivo Estratégico 4: Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico**

Para este caso, el fortalecimiento técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico (principalmente Organismos Operadores o entidades administradoras del agua), adquiere un matiz muy importante dado que es punto de partida para la ejecución de las estrategias de solución y aprovechamiento de oportunidades que se presentan en este Plan de Manejo. Se pretende pues, fortalecer las estructuras técnicas y humanas para ser capaces de enfrentar los retos en la administración y gestión del recurso hídrico de cara a una realidad más demandante.

#### **7.1.5 Objetivo Estratégico 5: Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del buen uso**

Dentro de una problemática compleja, existen diversas variantes y repercusiones sociales que inciden en la calidad de vida de los habitantes, es por ello que la participación social no solo debe ser la ejecutora de las alternativas de solución, sino también, la responsable de prevenir que las actuales problemáticas incrementen su intensidad, y lógicamente, conducir las controversias dentro de canales de imparcialidad y el bien común.

Reconociendo que en la zona de estudio han existido procesos de Planeación Participativa, este objetivo tiene la finalidad de reforzar los mecanismos de participación social desde una perspectiva de co-responsabilidad en la elaboración, implementación y seguimiento de estrategias de solución a la problemática que nos compete.

#### **7.1.6 Objetivo Estratégico 6: Prevenir los riesgos derivados de los fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos**

Zacatecas se circunscribe dentro de la región del país que por sus características inherentes es propensa a enfrentar alteraciones hidroclimatológicas principalmente en forma de sequías. Tales eventos repercuten en el incremento del sobreaprovechamiento de aguas subterráneas, poniendo en peligro mayor a los cada vez más escasos volúmenes de reservas de agua, así como generar impactos económicos y sociales de marcada relevancia.

Por lo anterior, dentro del actual Plan de Manejo se pretende establecer mecanismos eficientes para prevenir, mitigar y compensar los efectos de fenómenos hidroclimatológicos por medio de estrategias de adaptación en los sectores agropecuarios, industrial y social.

#### **7.1.7 Objetivo Estratégico 7: Evaluar los efectos del cambio climático e hidrológico global y local**

Uno de las mayores amenazas para la continuidad del ciclo hidrológico tanto en el país como en el mundo, es el cambio de comportamiento de las variables climáticas que influyen



directamente en las láminas de lluvia y las tasas tanto de evaporación como de evapotranspiración. La zona de influencia del acuífero Chupaderos no es la excepción.

Tales amenazas implican cambios en la fenología de los cultivos, los cuales demandarán mayores volúmenes de agua, y por ende, la presión sobre los acuíferos será mayor que en la actualidad. Las demandas de agua de el resto de sectores también se incrementara, y por ende, se estarán generando mayores conflictos multisectoriales en la gestión del recursos hídrico.

Dado el nivel de complejidad y el tipo de alcances que tienen los COTAS en esta temática, las estrategias relacionadas con este objetivo implican la difusión de información, capacitación y co-participación en los procesos de toma de decisiones para definir los mejores mecanismos de adaptación y mitigación de impactos por este fenómeno en el futuro.

### **7.1.8 Objetivo Estratégico 8: Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la LAN en materia administrativa**

Diversas circunstancias pasadas y presentes han ocasionado que los niveles de eficiencia administrativa en la gestión del recurso hídrico tengan importantes áreas de oportunidad para el incremento de sus resultados. Acciones como la actualización del padrón de usuarios, conocimiento de patrones de consumo, macro y micromedición, asistencia al contribuyente y eficiencia en la aplicación de la legislación aplicable, marcan un entorno poco favorable para la lograr una gestión y administración óptima del recurso. Por ello, su atención reviste de importancia dado que representa el esfuerzo total para poner en marcha diversos mecanismos de solución como los presentados en este documento

## **7.2 DESCRIPCIÓN DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS**

### **LE: Modernización de infraestructura hidroagrícola y reconversión de cultivos**

La agricultura en el centro del estado de Zacatecas enfrenta importantes retos en términos de elevar su productividad sin poner en riesgo la dinámica hidrológica de la región. En este sentido, se han desarrollado diversos esfuerzos enmarcados en ofrecer alternativas de sustentabilidad en un sector que es responsable del aprovechamiento de alrededor de tres cuartas partes del uso de aguas subterránea.

El proyecto Manejo Sustentable de Recursos Hídricos en el Estado de Zacatecas es uno de estos esfuerzos, y a partir de un análisis ambiental, hidrológico, social y económico determina una serie de actividades para el aprovechamiento óptimo del agua. Dicho proyecto contempla siete acciones específicas:

- Reglamentación de aprovechamientos
- Reconversión productiva con canola
- Reconversión productiva con nopal forrajero
- Tecnificación en la producción de chile seco y alfalfa

- Agricultura de protección de chile verde a través de macrotuneles
- Uso de agua residual tratada, y
- Adquisición de derechos

Importante impulso ha recibido la estrategia de reconversión productiva a través de canola, sin embargo, aún cuando en lo general es una iniciativa bien planteada, su ejecución ha sido mal ejecutada.

Entre las situaciones que ha enfrentado tal iniciativa, y que son representativas de estrategias de reconversión productiva en otras regiones, se pueden enlistar las siguientes:

- Inadecuada institucionalización de iniciativas

En el marco del uso inadecuado del agua en la agricultura, se reconoce que la visión multisectorial y multitemporal de esta problemática representa una de las mayores estrategias para proveer las mejores soluciones posibles, sin embargo, aunque existen esfuerzos conjuntos que pretende coadyuvar a la solución del problema, prevalece la visión sectorizada en el diseño y adopción de distintas iniciativas.

Lo anterior trae consigo que la falta de definición clara de los responsables operativos de tales iniciativas trae como resultado el abandono o la implantación inadecuada de las mismas, generando con ello una desconfianza y disgusto por parte de los potenciales beneficiarios.

Los procesos de reconversión productiva no son estrategias nuevas, y sí, esfuerzos que muchas veces se han quedado truncados por diversas situaciones, entre las cuales podemos mencionar:

*Ausencia de acuerdos de coordinación.* En el caso de la agricultura, se consensan iniciativas que pocas veces concluyen con un acuerdo en firme que especifique los compromisos puntuales tanto de dependencias involucradas como de beneficiarios potenciales. Esto trae consigo que no exista una organización administrativa y operativa lo suficientemente robusta para sacar adelante las propuestas de solución.

En el caso de la agricultura, se reconoce que dependiendo de la naturaleza de la iniciativa, se requiere la coordinación y compromiso de entidades federales, estatales y municipales (SAGARPA, CONAGUA, SEDAGRO, etc.).

*Iniciativas no consideradas en la programación presupuestal.* Al no existir acuerdos de coordinación o cooperación, se depende de “esfuerzos presupuestarios” para cumplir las necesidades de financiamiento requeridas. Frecuentemente, diversas propuestas se presentan ya iniciado un ejercicio presupuestal, por lo que la asignación inmediata de recursos económicos se dificulta considerablemente, debiendo establecer una gestión compleja e ininterrumpida para lograr el financiamiento esperado.

Por lo anterior, los acuerdos de coordinación o cooperación tienen la finalidad de ser elementos de compromiso institucional que justifiquen la asignación de recursos en el ejercicio en curso o inmediato posterior.

- Desconocimiento del manejo agrícola de especies propuestas para reconversión

A partir del cambio de cultivos tradicionales por alternativos, se requiere la capacitación agrícola adecuada que asegure la correcta implantación de nuevos cultivos. Algunos de las problemáticas que se identifican en este punto son:

*Ausencia de conocimiento agrológico de nuevos cultivos.* Es frecuente que la introducción de nuevas especies o variedades agrícolas no siempre rindan los resultados esperados, dado que el agricultor descuida detalles del desarrollo fenológico que terminan por disminuir la calidad de la cosecha. Por ello, cualquier estrategia de reconversión debe ser implementada previa capacitación a los productores interesados, proveyéndoles de esta forma, del conocimiento teórico y operativo para el correcto manejo del cultivo.

*Infraestructura y maquinaria inadecuada.* Se reconoce un atraso tecnológico en el sector agrícola en lo que implica maquinaria e infraestructura, razón por lo cual, muchas veces es normal que se requiera la adquisición -o en su caso, la adaptación- de maquinaria agrícola, equipos de bombeo e infraestructura hidroagrícola, entre otras cosas más. Esto trae como consecuencia que no necesariamente cualquier iniciativa de reconversión favorezca al grueso de productores, sino más bien, sólo a aquellos que son capaces de invertir o ser sujetos de crédito para la compra, renta o ejecución de obras y actividades complementarias.

*Introducción de cultivos no aptos a las condiciones hidrológico-ambientales.* No es recomendable la adopción inmediata de nuevas especies o variedades sin que estas hayan sido estudiadas a través de periodos de tiempo representativos que garanticen el éxito agrícola, económico y ambiental en forma sostenida y rentable a largo plazo.

El estudio previo debe validar de forma real lo que se concluye en fase de gabinete. Además, estos estudios pueden mejorar y adaptar condiciones de manejo agrícola específico, como por ejemplo: las necesidades de fertilización, control de plagas y malezas potenciales y reales, manejo específico de suelo y agua, necesidades de obras y actividades complementarias para el correcto desarrollo del cultivo, etc.

Una estrategia muy útil para incentivar el interés por productores desconfiados o incrédulos en la factibilidad agrológica de nuevos cultivos es la instalación de parcelas demostrativas las cuales tienen la finalidad de demostrar las ventajas en el uso de determinada especie o variedad.

*Problemas por monocultivo extensivo.* En la práctica agrícola se identifica que una agricultura extensiva incrementa el riesgo de pérdidas parciales o totales en caso de

que la producción enfrente: eventos hidroclimatológicos extremos (sequías, heladas, granizadas, bajas temperaturas, etc.); falta o ausencia de apoyos institucionales comprometidos; cambios en las condiciones agroeconómicas locales, regionales y globales; eventos inesperados de desestabilización social o política; etc.

En caso de ocurrir alguno de estas situaciones, los impactos se intensifican a consecuencia de un monocultivo extensivo, donde un solo cultivo absorbe los mayores impactos, principalmente económicos.

- Manejo postcosecha

*Infraestructura y tecnología inadecuada postcosecha.* Dependiendo del tipo de cultivo o variedad, es potencialmente necesaria la adquisición de tecnología de conservación postcosecha, incluyendo centros de almacenamiento, tratamiento químico y biológico, manejo y transporte específico, etc. Estas condiciones implican una inversión para la conservación de la calidad del producto, sobre todo si se enfoca para la venta en el extranjero.

*Canales de comercialización no asegurados.* El mercado agrícola depende de condiciones coyunturales que provocan fluctuaciones económicas que impactan de manera diferente a la agricultura local, regional y global. Se reconoce que no existe cultivo alguno que ofrezca ventajas económicas garantizadas sin riesgo en el corto, mediano y largo plazo. En sí, es recomendable que el beneficio económico se quede en el sector productivo, y no en el intermediario, el cual a través de manejos especulativos generan la mayor ganancia en la cadena de producción.

*Confianza para la adopción de nuevos cultivos.* En diversas regiones del país como en Zacatecas, históricamente se ha favorecido la producción de una gama de cultivos no muy amplia, lo cual incide en la desconfianza por parte de los productores para la práctica agrícola de nuevas especies o variedades. Se identifica que el grueso de productores presenta edades avanzadas, y por diversas causas, son reacios al cambio de cultivos tradicionales. A su vez, se han generado mecanismo de apoyo crediticio y subsidios, así como de salvaguarda en caso de pérdida total en casos no contemplados, sin embargo, no existe garantía de estos apoyos sean continuos y oportunos en el futuro.

*Condiciones hidrometeorológicas.* Zacatecas representan una de las regiones de mayores impactos por eventos de sequía, granizada, heladas y bajas temperaturas, por lo cual, la reconversión productiva requiere de un mayor aseguramiento en términos de una viabilidad agrológica. La escases de agua y la alteración climática de la región, favorece la vulnerabilidad de diversas especies, haciéndolas propensas a plagas y aun desarrollo fenológico inadecuado. Esto puede traer consigo la pérdida parcial o total de cultivos que no demuestren su adaptación a condiciones extremas, las cuales se visualiza que se incrementaran al paso de los años.

A partir de los estudios agroclimatológicos y socioeconómicos recientes, es necesario definir las cédulas de cultivo más convenientes día con día, para cada zona agrícola ubicada dentro del acuífero Chupaderos. Con ello, se optimizará la ocurrencia de la precipitación, se protegerán los suelos y se producirán aquellos cultivos que cuenten con mayor oportunidad en su comercialización local y en otros centros de consumo, como son las grandes ciudades.

La modernización de la infraestructura hidroagrícola a través de la presurización de los sistemas de riego, busca reducir las demandas de agua sin reducir la superficie regada. Esta acción permitirá, que aún cuando se continúe regando la superficie actual, existirán volúmenes que actualmente se usan en exceso en riego, disponibles o en reserva para abastecer los incrementos futuros de los demás sectores.

#### **LA: Incremento de riego presurizado**

Por las características especiales de la agricultura de riego y sus altos requerimientos de inversión para su tecnificación, los agricultores de riego, aún cuando en promedio obtienen mayores ingresos que los de temporal, no necesariamente tienen la capacidad de inversión requerida.

El objetivo general es contribuir al mejoramiento de la productividad del agua mediante un manejo eficiente, eficaz y sustentable del recurso agua en la agricultura de riego, a través de apoyos a los productores agrícolas de la Unidades de Riego con aprovechamientos subterráneos, para la modernización de la infraestructura hidroagrícola y tecnificación de la superficie agrícola.

El esquema general de inversión es que la CONAGUA, a través del fideicomiso estatal aporta el 50% de la inversión requerida, para el proyecto que el usuario ha seleccionado, y éste aportaría el 50% restante. Dado que aún bajo este esquema los usuarios por lo general no cuentan con los recursos económicos requeridos los gobiernos estatales aportan diversos porcentajes que varían entre el 0% y el 40%, o más, en términos generales.

Aquí resalta la importancia fundamental de la participación estatal en el esquema de la Alianza para el Campo, por un lado administra y dirige el fideicomiso y por otro su aportación en apoyo a los usuarios que solicitan las obras es determinante para su participación.

Para efectos de referencia, el costo de tecnificación por hectárea oscila sobre los \$35,000.00 MN.

***Acción:** Programa de modernización de infraestructura hidroagrícola y fomento a la ampliación de riego presurizado*

#### **LA: Planes Directores**

Con base en el estudio de la actividad agrícola en cada Distrito de Desarrollo Rural, deben definirse Planes Directores, que a partir de un diagnóstico de la situación del sector agrícola en cada zona, establezca estrategias para mejorar las condiciones productivas, defina

programas de inversiones y establezca un programa de acciones para contar con una base logística e informática, necesarios para precisar acciones que beneficien a un mayor número de usuarios agrícolas. Se considera necesaria la ejecución de cuando menos un Plan Director para el acuífero Chupaderos, diseñado con un mecanismo de seguimiento, evaluación y actualización a través de los años siguientes.

El Plan Director, es el documento que reúne la información básica sobre las acciones necesarias para lograr un mejor uso del agua, también se establece el costo de las acciones y su programa de ejecución; así mismo, es el marco de referencia para llevar a cabo las inversiones concertadas con los usuarios. El Plan Director es elaborado por la CONAGUA con base en su metodología desarrollada con la participación de los usuarios y demás dependencias.

Con los volúmenes ahorrados será posible aumentar la superficie bajo riego sin aumentar los volúmenes actualmente concesionados. Para lograr esto se requieren de estudios para determinar la factibilidad económica, financiera y social de las inversiones. En este sentido los Planes Directores representan un apoyo básico, pues en éstos se determinan las condiciones actuales de productividad y se determina la productividad una vez realizadas las inversiones jerarquizadas, calendarizadas acordadas con los productores.

Esta acción permitirá, la participación de los usuarios beneficiados, tener previstas las acciones estructurales y no estructurales específicas para cada unidad de riego y determinada su factibilidad.

El objetivo de la presente línea de acción es establecer las bases de acción para la elaboración de los Planes Directores que permitan determinar la viabilidad de las inversiones de modernización de la infraestructura hidroagrícola, de la superficie actualmente en producción, y la factibilidad de la ampliación de las áreas de riego.

Para efectos de referencia, el costo de elaboración de Plan Director se calcula en 700 mil pesos para cada acuífero, con una necesaria actualización sexenal; no obstante, dado que la zona de Chupaderos ya existen Planes Directores para algunas Unidades de Riego seleccionadas.

***Acción: Planes Directores para unidades de riego.***

#### **LE: Instrumentación de aprovechamientos**

La medición de volúmenes además de ser un instrumento de múltiple utilidad básica en el manejo de las aguas subterráneas y en su administración, constituye también un elemento necesario para un manejo eficiente y un control más productivo en el suministro del agua.

El mejoramiento del uso del agua en el sector agrícola del acuífero Chupaderos requiere, entre otras acciones, de una adecuada hidrometría.

La Ley de Aguas Nacionales, dispone en su artículo 29, Fracción II, III, XII y XIII, la obligación de los usuarios de poseer dispositivos de medición en todos sus aprovechamientos, no obstante lo anterior, se estima que la mayoría de los aprovechamientos registrados, carecen de medición. Del

resto de aprovechamientos, sólo una mínima porción toma lecturas de manera sistemática. Es necesario por lo tanto, contar con mecanismos más formales y organizados, para asegurar la colocación y la lectura continúa de los medidores. Se reconoce que dentro del horizonte de planeación al año 2040, será necesario colocar los medidores y posteriormente darles mantenimiento y reponerlos conforme alcancen su vida útil.

Esta acción de mejoramiento de la medición permitirá, además de fomentar la observancia del marco legal en materia de aguas nacionales, disponer de la información básica, consistente y confiable, en tiempo real e histórico para determinar con mayor precisión la eficiencia en el uso del agua, evaluar el comportamiento geohidrológico, así como apoyar el proceso de toma de decisiones para una mejor administración del recurso.

#### **LA: Instrumentación volumétrica en aprovechamientos subterráneos**

El objetivo de esta Línea de Acción es el establecer las bases para la modernización de la medición a través de la colocación de medidores y la modificación de los trenes de descarga del sector agrícola en los aprovechamientos en el acuífero Chupaderos.



Por las características especiales de la medición -altos costos de la instalación de medidores y la modificación del tren de descarga para cumplir con la norma oficial, así como llevar y establecer un seguimiento periódico de los volúmenes consumidos-, se considera indispensable el apoyo oficial para ello.

Los requerimientos de inversión para medición pueden llevarse a cabo bajo un esquema similar al del Programa de Alianza para el Campo (PAC), donde converjan las aportaciones federales, estatales y de productores en los fideicomisos estatales “Fondo de Fomento Agropecuario”, específicamente en el “Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego”.

Para efectos de referencia el costo de instalación de los medidores, incluye la modificación del tren de descarga para cumplir con la norma oficial, se estimó un costo de \$36,200 M.N por aprovechamiento.

*Acción: Programa de instrumentación volumétrica en aprovechamientos agrícolas*

*Acción: Programa de verificación técnica, normativa, administrativa y de lectura en medidores volumétricos en aprovechamientos agrícolas*

## **7.2.1 Líneas Estratégicas de Objetivo 2**

### **LE: Incremento y mantenimiento de sistemas de agua potable**

El abastecimiento de agua potable destaca diversos retos en materia de captación, almacenamiento y distribución de agua potable en términos de cantidad y calidad. Tales retos se incrementan su problemática cuando la gestión y administración del agua se presenta en regiones donde la escasez natural e inducida ha tomado niveles críticos. Por su parte, la compleja problemática que enfrenta los Organismos Operadores, encargados constitucionalmente del suministro de agua en los municipios, coloca una carga más al ya pesado problema que nos compete.

Dada las problemáticas analizadas con anterioridad, se reconoce que en términos de un incremento en la calidad de los servicios de agua potable, es necesario, que las entidades encargadas de ellos, canalicen esfuerzos técnicos, administrativos y financieros a las siguientes actividades.

- Localización y reparación de fugas en tuberías principales, secundarias y tanques
- Ubicación de fugas en tuberías de circuitos principales y secundarios (de 2" de diámetro o mayores) y reparación de tramos dañados. La detección y localización de aguas en tuberías principales y secundarias se hace con base en la evaluación de fugas por muestreo en distritos hidrométricos, jerarquizando los distritos con mayor incidencia de fugas. Si se trata de fugas visibles, la localización se lleva a cabo con un programa de inspección visual, en cambio, si son fugas ocultas será necesario aplicar técnicas de caída de presión localización con equipos electroacústicos de contacto e indirectos y, en ocasiones, con correlacionador electrónico. La reparación se realiza colocando abrazaderas metálicas en el tramo dañado, también se deben de elaborar las estadísticas respectivas.

### **LE. Control de descargas contaminantes**

Los Organismos Operadores son los responsables de cumplir con la normatividad vigente de la NOM-001 que señala los límites máximos permisibles para descargas a cuerpos receptores propiedad de la nación, sin embargo en un hecho que muchos comercios e industrias descargan a los sistemas de alcantarillado sin cumplir con la NOM-003, la cual se refiere a los límites máximos permisibles para las descargas a los sistemas de alcantarillado, por tal razón los Organismos Operadores deben de contar con padrones de usuarios que además contengan información acerca del contenido de contaminantes que dichos usuarios hacen a los sistemas de vertido.

### **LE: Incremento de coberturas y mantenimiento de sistemas de alcantarillado**



Una limitante para proporcionar servicios de saneamiento en el medio rural y zonas marginadas, es la falta de tecnología de bajo costo acorde con las condiciones económicas de la población y que garantice un adecuado manejo de excretas.

La construcción de fosas sépticas se espera que realice la Comisión Estatal respectiva, con apoyo de CONAGUA y los Ayuntamientos en un período de 2 años, con un costo de 8.4 MDP. Una limitante para proporcionar servicios de saneamiento en el medio rural y zonas marginadas, es la falta de tecnología de bajo costo acorde con las condiciones económicas de la población y que garantice un adecuado manejo de excretas.

En regiones donde la densidad promedio es menor o igual a las de la Tabla 23, la letrina es la tecnología más adecuada. Para poblaciones (rancherías) pequeñas donde viven de 2 a 5 familias de hasta 5 personas, se recomienda la letrina seca ventilada de foso profundo con piso de concreto o fibra de vidrio, si se cuenta con agua suficiente, se sugiera la letrina húmeda con pozo directo.

*Tabla 23 Sistema sanitario según la dispersión de la localidad*

Tamaño de la localidad (hab.)	Características de la comunidad	Tecnología recomendada
100-499	Comunidades pequeñas con alta dispersión, lotes o solares grandes y suelos fáciles de excavar	Letrina seca de foso profundo con losa o piso de concreto o de fibra de vidrio
500-999	Comunidades con densidad poblaciones de 10-49 hab/km <sup>2</sup> , donde se notan calles y manzanas	Letrina seca de foso profundo
1000-1999	Tienen escasez de agua; el suelo es ligeramente pedregoso, el solar es grande	Letrina seca de 2 cámaras semienterradas
	Comunidad con densidad poblacional es de 50-99 hab/km <sup>2</sup>	Letrina seca de 2 cámaras, de construcción superficial y semienterrada con fondo impermeable de concreto simple
mayor a 2000	Tiene abastecimiento continuo y suficiente, suelo fácil de excavar y manto freático superficial en época de lluvias	Letrina seca de 2 cámaras, de construcción profunda o superficial con fondo de grava y arena
	Manto freático a mas de 2 metros	Letrina húmeda
	Comunidades mayores a 2000 habitantes	Sanitario con arrastre hidráulico

Por esta razón, las tecnologías de saneamiento de bajo costo como las letrinas y el sanitario con arrastre hidráulico, son las opciones propuestas para disminuir los riesgos a la salud y mejorar el bienestar social de la población.

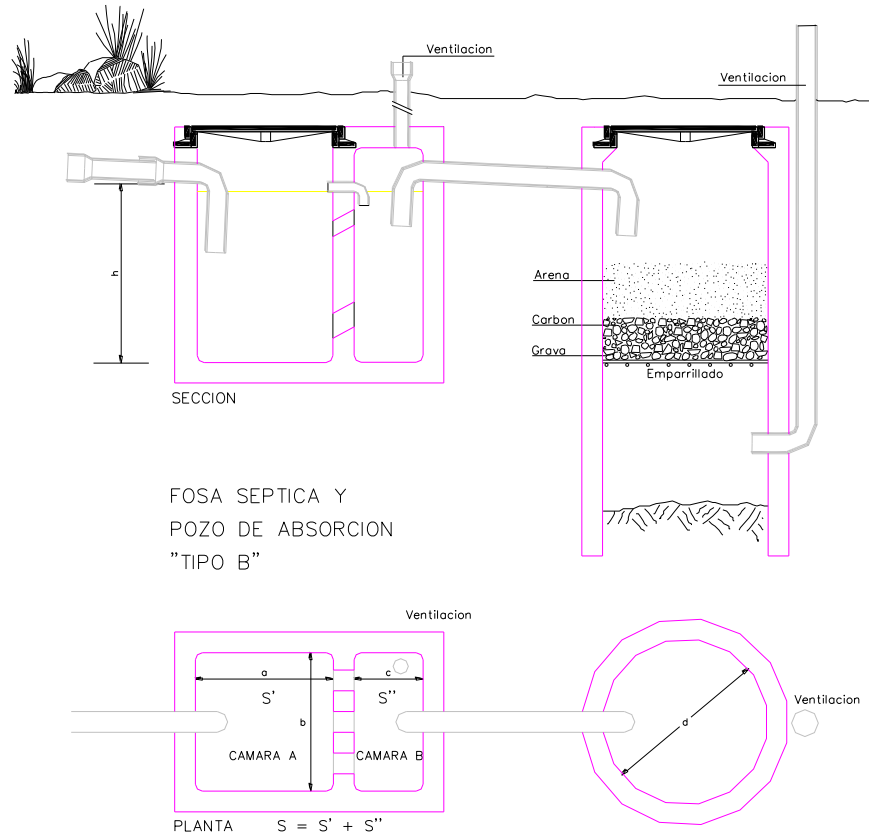
La letrina es una instalación sanitaria, que con mínimos conocimientos técnicos puede construirse en lugares adecuados para el confinamiento y tratamiento de las excretas humanas, con la construcción adecuada, proporciona una solución económica para disposición y tratamiento de los excrementos en comunidades rurales y marginadas donde la dispersión de la población y la cantidad de agua limitan el uso de otras opciones.

En el medio rural, la letrina típica que construye carece de algunos componentes como el brocal, taza, tapa, tubo de ventilación y una profundidad adecuada del foso.

La disposición del efluente se efectúa de la sedimentación del agua residuales y de la transformación de la materia orgánica en el tanque séptico. El efluente contiene concentraciones altas de materia orgánica, nutrientes y un gran número de patógenos, por lo que no debe descargarse directamente al suelo o a cuerpos de agua.

En la Figura 32 se muestra un ejemplo de su funcionamiento.

Figura 32 Sistema sanitario de arrastre hidráulico



Para filtrar el efluente, pueden considerarse los pozos de absorción, los cuales consisten en una excavación en el suelo, por lo general de 1x1 m y mínimo de 2 m de profundidad, al cual se conducen las aguas negras provenientes del tanque séptico. El pozo debe ademarse con tabique, block o piedra, dejando huecos entre estos, para permitir la filtración del líquido en el subsuelo.

**LE: Incremento de sistemas de saneamiento**

La cobertura de tratamiento en el área de estudio en del 36%, así que es necesario la construcción de sistemas de tratamiento en las áreas urbanas, en cuanto a las localidades rurales, se deberá de analizar la construcción de sistemas de tratamiento de baja tasa, los cuales son relativamente económicos para su saneamiento.

La propuesta de saneamiento de las localidades rurales se planteo considerando su rango de población, de acuerdo a la Tabla 24.

*Tabla 24 Propuesta de tecnologías de saneamiento según tamaño de la población rural*

Población	Sistema	Clave	Costo
menor a 100	Letrina ventilada de doble cámara	LUDC	\$2,434.06
de 100 a 499	Tanque séptico - pozo de absorción	TS+PA	\$3,154.42
de 500 - 999	Tanque séptico - laguna facultativa	TS+LF	\$13,696.62
de 1,000 a 1,999	Tanque séptico - laguna facultativa - filtros intermitentes de arena	TS+LF+FIA	\$172,392.38
de 2,000 a 2,499	Tanque séptico - laguna facultativa - laguna de maduración	TS+LF+LM	\$208,594.78

En cuanto a las localidades urbanas se analizaron las alternativas presentadas en la Tabla 25, las cuales fueron evaluadas con costos índice, considerando la aportación de aguas residuales generada por las mismas.

*Tabla 25 Propuesta de tecnologías de saneamiento según tamaño de la población urbana*

Sistema	Costo / Gasto	10.0	50.0	250.0	400.0	450.0
Wetland (Q < 60lps)	$(-1722.7)+(3,453.2) \ln(Q)$	\$6,228.59	\$11,786.30	\$17,344.01		
Lagunas de estabilización	$740(Q^{0.6928})$	\$3,647.81	\$11,124.44	\$33,925.37	\$46,982.80	\$50,977.36
Primario avanzado	$1272*(Q^{0.6843})$	\$6,148.75	\$18,496.62	\$55,641.32	\$76,749.71	\$83,191.78
Filtro biológico	$319.6*(Q^{0.964})$	\$2,941.76	\$13,880.78	\$65,496.93	\$103,036.86	\$115,426.00
Lodos activados	$1032.4*(Q^{0.7633})$	\$5,986.16	\$20,448.99	\$69,854.70	\$100,000.09	\$109,407.00
Lagunas aereadas	$(-184,430)+(47,677) \ln(Q)$		\$2,083.52	\$78,816.69	\$101,225.06	\$106,840.60

### 7.2.2 Líneas Estratégicas de Objetivo 3

El *Objetivo 3 Promover el manejo integrado del agua en cuencas y acuíferos*, involucra iniciativas de solución fuertemente vinculadas a la acción colectiva y coordinada de instituciones y dependencias de la administración pública federal, estatal, municipal, así como de los usuarios del agua y la sociedad en su conjunto. Tal interacción representa un reto importante dado las diversas realidades y percepciones que se tiene del agua por parte de los interesados en el tema. La situación adquiere altos niveles de complejidad cuando cada participante presenta realidades organizativas, financieras, técnicas y humanas tan disimiles que sólo en pocas áreas y ocasiones se tienen los elementos mínimos suficientes para ejecutar trabajos coordinados.

Un ejemplo de lo anterior lo representan las Unidades de Planeación institucional, mientras que para la Comisión Nacional del Agua la unidad de planeación es la cuenca hidrológica o el acuífero, para la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación lo es el Distrito de Desarrollo Rural, ambas unidades sin correspondencia geográfica, situación que implica

una alta probabilidad en duplicidad de acciones y asignación de recursos, así como la eliminación de resultados por implantación de programas contradictorios en una misma región de incidencia.

Tomando en cuenta que diversas acciones del presente Plan de Manejo se visualizan a largo plazo, la continuidad de éstas a través del tiempo es fundamental para cumplir con el objetivo de estabilizar, primero, y después promover la recuperación del acuífero. Por lo anterior, un reto importante es que tal continuidad de acciones se dé independientemente del cambio de administraciones federales y/o estatales, de la adecuación de programas de apoyo institucionales y de los cambios en las Gerencias Operativas, vocales usuarios y Consejos Directivos de cada uno de los COTAS respectivos.

Es así que para el cumplimiento del Objetivo 3 se establecen dos premisas fundamentales de trabajo:

1. El diseño, implementación, adecuación y seguimiento de acciones se da a partir de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).
2. La GIRH basa su potencialidad a partir del concepto de Transversalidad tanto a nivel institucional y social.

Después de varias décadas en las cuales se mantuvo una visión sectorial en cuanto al manejo de los recursos hídricos y después de varios años de discusión, se ha adoptado el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, como parte de un marco teórico de planeación sustentable con el cual, se pretende asegurar la continuidad del ciclo hidrológico sin menoscabo de la conservación de los recursos asociados.

Es así que en México, este nuevo enfoque ha entrado a ser parte del marco normativo con el que se pretende dar certeza a la planeación hídrica nacional. De esta forma, en el marco de las adiciones y reformas a la Ley de Aguas Nacionales del año 2004, se destaca que uno de los principios que sustenta la política nacional hídrica es la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, la cual se define 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 ligada con el desarrollo sustentable y considera primordialmente el agua y el bosque.

Uno de los mayores retos en cuanto a la Gestión Integral de los Recursos Hídricos se presenta en la operatividad y cumplimiento de cada una de las acciones necesarias para su correcta implantación y ejecución; en primera instancia es necesario alcanzar la compatibilidad entre políticas públicas sectoriales para que sean mutuamente complementarias y no mutuamente excluyentes.

Esto solo es posible a través del correcto cumplimiento de una política de transversalidad definida y ejecutada de manera *ex profeso* para la gestión del agua y sus recursos asociados, en la cual se dé prioridad a la observancia de los instrumentos de ordenamiento territorial, el cumplimiento del marco normativo y el aprovechamiento óptimo de los recursos, sin desatender las necesidades de avance productivo que son necesarias para la entidad.

Es necesario también, alcanzar la compatibilidad de intereses entre los habitantes de diferentes regiones del estado, estableciendo las reglas de aprovechamiento sustentable de recursos, asignar responsabilidades para su conservación y definir los mecanismos necesarios y suficientes que aseguren el cumplimiento de cada uno de los acuerdos alcanzados.

Se requiere también, la intervención de los diversos sectores involucrados desde una perspectiva participativa, continua y propositiva privilegiando, en todo momento, la búsqueda y diseño de soluciones a las problemáticas más relevantes en materia hídrica.

Los obstáculos institucionales y organizacionales pueden solventarse con el fortalecimiento de las debilidades del marco jurídico y normativo, a la vez que es importante el impulso en la continuidad de los procesos de gestión del agua, como elemento clave para la correcta atención de los diferentes problemas presentados en el sector.

Una de las dificultades que retarda la puesta en marcha de programas de gestión integrada del agua, es la **carencia de estrategias coherentes con los medios disponibles**, razón por lo cual, deberá considerarse la atención de las necesidades de inversión, planeación y organización en acciones no estructurales, pero sí sustanciales, como lo es el incremento de fondos económicos para la capacitación técnico-administrativa del personal y su incremento en número, el fortalecimiento de infraestructura administrativa, y el desarrollo de los convenios necesarios con otras instancias para el logro de la transversalidad de políticas comunes.

Con todo lo anterior, se pretende generar una visión para atender lo “importante” con un mismo nivel de prioridad que la atención de eventos “urgentes”. Esta conceptualización pretende **incrementar la valoración del medio ambiente como elemento clave en la continuidad del ciclo hidrológico** que dará viabilidad social, económica y ambiental al estado de Zacatecas.

Bajo esta serie de conjeturas, y a partir del análisis de la problemática en el sector ambiental vinculado a la gestión y administración del agua, el Presente ha generado cuatro Líneas Estratégicas, nueve Líneas de Acción y 18 Acciones específicas.

A continuación se presenta el desglose de cada una de las iniciativas para el cumplimiento del Objetivo 3 de este Plan de Manejo.

#### **LE: Ordenamiento territorial**

Una de las premisas del desarrollo sustentable es el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales sin poner en riesgo su subsistencia en las próximas generaciones; sin embargo, tal aprovechamiento es incapaz de realizarse sin el adecuado conocimiento de las aptitudes que el entorno físico puede proveernos.

Determinar las aptitudes inherentes, tanto bióticas como abióticas, permitirá en consecuencia determinar la capacidad de carga que puede soportar un ecosistema sin que esté presente un desequilibrio que ponga en riesgo los servicios ambientales que le proporciona a la población dependiente de él. Es así que, determinar temporal y espacialmente las aptitudes del medio físico permite mejorar su aprovechamiento, y a raíz de éste, proveer a la población de los bienes necesarios para sus subsistencia.

Este aspecto de manejo sustentable reviste gran importancia dentro de nuestra región de estudio, ya que el centro del estado de Zacatecas es propenso a enfrentar desequilibrios hidrológicos que alteran el óptimo aprovechamiento de recursos.

Por lo anterior, la presente Línea Estratégica se establece con la finalidad de compatibilizar las aptitudes ambientales del entorno con el desarrollo social y productivo de la zona centro del estado de Zacatecas.

Dentro de esta Línea Estratégica se contemplan dos Líneas de Acción las cuales se describen a continuación.

#### **LA: Adecuación, reconversión y reordenamiento agrícola**

En la región centro de Zacatecas, como en otras partes del país, el crecimiento inadecuado y desordenado de las tierras de cultivo -tanto de temporal como de riego-, han traído consigo la expansión de esta actividad en zonas no apropiadas para su desarrollo, ocasionando con esto, una baja productividad del agua en este sector. A la par, se han realizados cambios de suelo que propician la deforestación, pérdida y contaminación de suelo y agua, así como la pérdida de biodiversidad.

Es inobjetable, que al hacer usos de áreas que no son aptas para la agricultura, ésta demanda una fuerte cantidad de insumos que hace insostenible la producción agrícola. El elevado usos de fertilizantes ocasiona contaminación del binomio agua-suelo, la falta de infraestructura hidroagrícola impide el correcto desarrollo fenológico de los cultivos, la presencia de plagas provocan cosechas de mala calidad, etc. Estas consecuencias en conjunción con otras más, ocasionan paulatinamente el abandono de extensiones de terreno que rápidamente pierden su potencial ambiental, deteriorándose en diversos grados, hasta en ocasiones, llegar a la desertificación.

La presente Línea de Acción establece la necesidad de reordenar la actividad agrícola en una región del país en donde las condiciones hidroclimatológicas y edafológicas, determinan el desarrollo de la agricultura, tanto de temporal como de riego. Adecuar la agricultura a las características agroclimatológicas del centro del estado de Zacatecas, es una de las premisas más importantes para lograr la sustentabilidad de la región en términos hidrológicos.

Bajo la finalidad de dar mayor certeza al crecimiento del sector agrícola, dentro de esta Línea de Acción se establece la siguiente Acción.

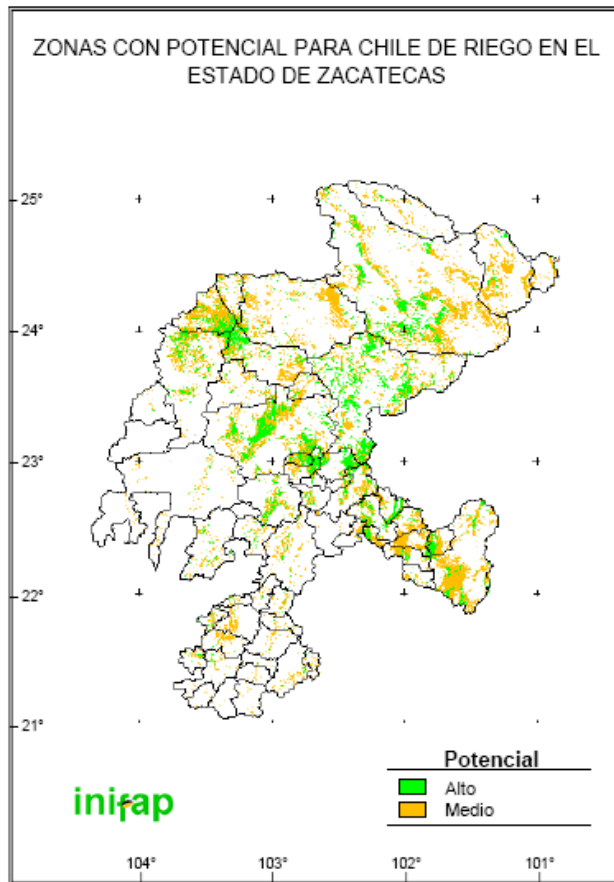
***Acción:*** *Mecanismos de transferencia de tecnología para optimizar el potencial productivo de la zona centro del estado de Zacatecas según sus características agroclimatológicas.*

En este contexto es importante destacar que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha desarrollado información técnica al respecto, logrando generar publicaciones de gran interés e importancia para esta Acción.

Dentro del amplio abanico de asistencia técnica, el INIFAP ha desarrollado información en aspectos como el potencial productivo de especies agrícolas, incluyendo forrajeras, para la totalidad del estado de Zacatecas. Adicionalmente, se tiene una consistente información hidroclimatológica que permite sentar las bases de diseño para la adecuación, reconversión y reordenamiento productiva tanto de la agricultura como en la ganadería.

La información generada está basada en una detallada caracterización física y climática del ambiente zacatecano, la cual conjuntada con los requerimientos agroclimáticos de diversas especies dieron como resultado áreas geográficas con diferente potencial productivo. Aunado a lo anterior, para cada especie se generó una ficha técnica que permite incrementar el conocimiento técnico para su manejo.

Figura 33 Ejemplo de regionalización agroclimatológica para producción agrícola en el estado de Zacatecas



Fuente: Medina, G., G. *et al.* 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No 2. México.

Como punto a destacar, es importante señalar que diversas zonas potenciales no son excluyentes, es decir, una misma puede tener potencial

para varias especies; sin embargo, en la obtención de zonas potenciales para especies de riego, puede existir el potencial agroclimático, pero no necesariamente se cuenta con la disponibilidad de agua subterránea o superficial para el riego.

Para que estas iniciativas, generadas con sustento científico, sean adoptadas por los interesados, es necesario generar los mecanismos de transferencia de tecnología necesarios a través de cursos de capacitación, sesiones informativas, emisión de boletines técnicos, parcelas demostrativas, y cualquier otro mecanismo que cumpla con la finalidad de esta Acción.

Para esta Acción se establece un financiamiento anual de \$100,000.00 MN en un lapso de cinco años, por lo cual el financiamiento total es de 0.5 MDP.

### **LA: Ordenamiento territorial regional**

Bajo la misma premisa que la Línea de Acción anterior, otras actividades productivas distintas a la agrícola requieren de establecerse en áreas geográficas que le puedan proveer en el mediano y largo plazo los insumos naturales que demanden, entre ellos el recurso agua.

Es innegable que el desarrollo social en términos de una mejora de la calidad de vida, se establece a partir de un desarrollo económico que tiene repercusiones directas e indirectas con el entorno en el que se destaca, por ello, el impulso al crecimiento de sectores productivos requiere del crecimiento ordenado acorde a las características económicas, sociales y ambientales que aseguren su desarrollo.

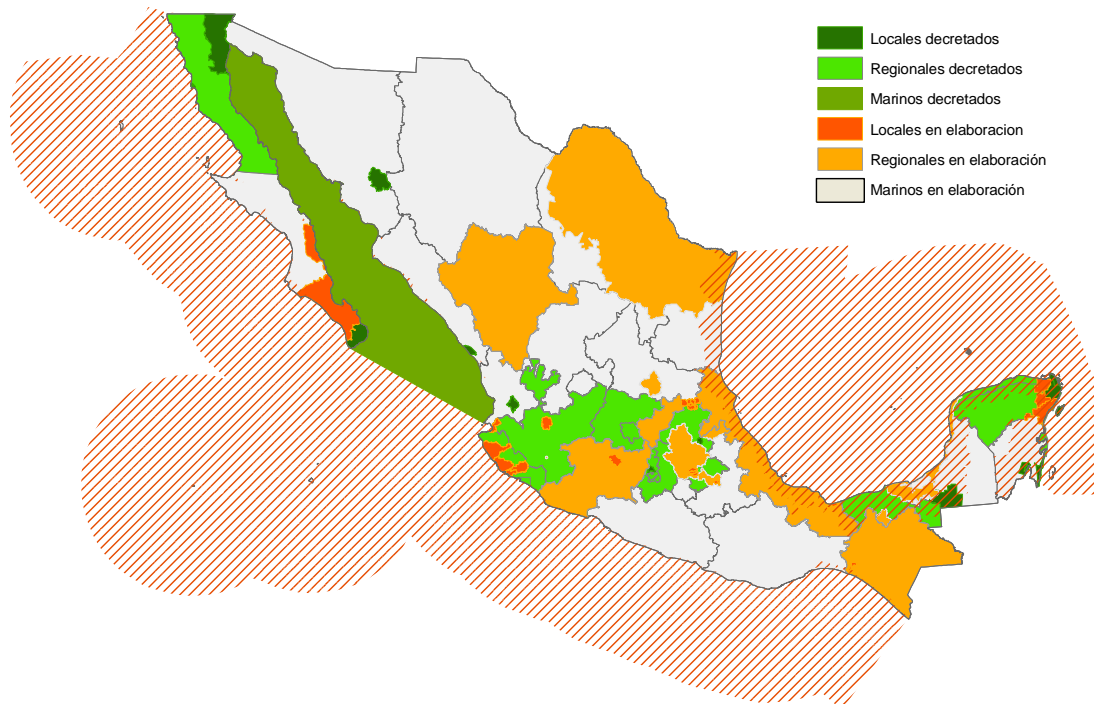
De tal forma, la presente Línea de Acción tiene la finalidad de desarrollar el marco de desarrollo para el crecimiento de los distintos sectores productivos que inciden en el desarrollo social y económico a nivel local, regional, nacional e internacional. De forma complementaria, una segunda acción comprende las acciones de formalización legal que dé al Ordenamiento, la jerarquía necesaria para su observancia jurídica.

***Acción:*** Ordenamiento Territorial regional del centro del estado de Zacatecas desde una perspectiva del aprovechamiento óptimo de sus recursos naturales renovables y no renovables.

El ordenamiento territorial es un instrumento que pretende normar el equilibrio entre los sectores productivos y la protección al entorno físico (biótico y abiótico), induce la compatibilidad de diversas actividades respecto a la aptitud del medio ambiente, da certidumbre al desarrollo y la inversión, disminuye los conflictos entre sectores, facilita la toma de decisiones, posibilita la integración y articulación de programas y proyectos de desarrollo, y evalúa la efectividad de políticas públicas; sin embargo, en la actualidad, el estado de Zacatecas no cuenta con un ordenamiento territorial local o regional que sienta las bases para la protección de su patrimonio natural (Figura 34).



Figura 34 Ordenamientos territoriales regionales y locales decretados al año 2010



Dada las acciones necesarias para la realización de un ordenamiento a nivel estatal, y reconociendo la complejidad técnica y necesidades de inversión para ello, el presente Plan de Manejo, recomienda efectuar un ordenamiento de tipo regional que circunscriba los principales acuíferos sobreexplotados de la región centro del estado de Zacatecas. Tal iniciativa surge de la necesidad de atender la zona socioeconómica de mayor importancia para la entidad, y la cual se destaca por el aprovechamiento no sustentable del recurso hídrico.

Tal ordenamiento regional permitirá dar certeza técnica a diversas iniciativas de solución propuestas en este documento, dado que será un instrumento normativo que al regular el aprovechamiento óptimo del entono físico, permitirá lograr los objetivos en torno al manejo adecuado de agua subterránea con un horizonte de planeación a largo plazo.

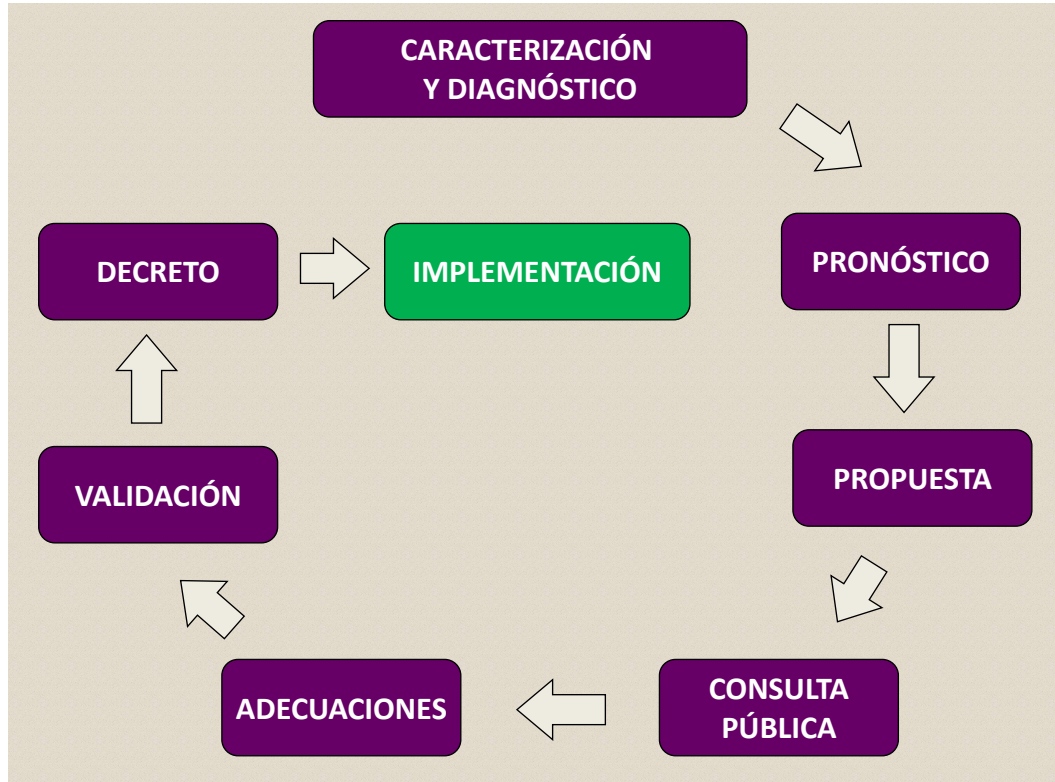
Para esta Acción específica, se determina una necesidad de inversión de 5.5 MDP, y dada su importancia, se recomienda establecer el respectivo ordenamiento en el corto plazo.

**Acción:** *Implementación del Ordenamiento Territorial Regional de la región centro del estado de Zacatecas.*

La importancia de contar con un instrumento de este tipo se refleja en diversas políticas y programas sectoriales de incidencia federal, estatal y local, sin embargo, su mayor reto se relaciona con etapas distintas al

aspecto técnico y metodológico. En la Figura 35 se visualizan el proceso para la formulación, y se destaca, entre otras, la consulta pública, toda vez que se deberá promover una participación multisectorial que favorezca la opinión constructiva y continua de todos los involucrados; sin embargo, será necesario incrementar y fortalecer la relación entre autoridades e instituciones federales, estatales y locales que permitan la instrumentación e implementación del ordenamiento generado.

Figura 35 Etapas para la formulación de un ordenamiento territorial



Como se puede observar, el planteamiento y validación de un ordenamiento territorial implica un trabajo intenso y continuo, el cual tendrá que ser expedido de forma oficial por el gobierno respecto a fin de convertirlo en un instrumento normativo a cumplir.

La presente Acción tiene por objeto financiar toda actividad que promueva el fortalecimiento del ordenamiento a través del sistemas de monitoreo y evaluación una vez que entre en vigencia. Su amplia difusión e inserción institucional a toda dependencia e institución involucrada será parte de su éxito.

Para esta actividad se estiman recursos por \$100,000.00 MN anuales por un periodo de 5 años, iniciados después de que el ordenamiento entre en vigor. El financiamiento total asciende a 0.5 MDP.

## **LE: Prevención de la contaminación de suelo y agua**

Una de las mayores amenazas en términos de calidad de agua lo representa la contaminación natural o inducida. Las primera se presenta por las características de la roca del subsuelo, por lo cual, poco se puede hacer. La segunda, ocurre cuando el manejo de residuos de diferente característica es deficiente o nulo, esto trae consigo que su degradación genere productos tóxicos que degradan la calidad del agua subterránea una vez que entran en contacto con ella.

Dado que el manejo de residuos sólidos municipales se genera en grandes volúmenes, su acopio, manejo y disposición final representan una fuente potencial de contaminación de suelo y agua. Esta situación adquiere mayor importancia en zonas rurales donde el acopio y disposición final es deficiente, en el mejor de los casos, y nulo en las situaciones más extremas.

Dentro del ciclo hidrológico, se presentan zonas de recarga y descarga de agua subterránea, las características del subsuelo pueden proveerle a ésta de un sistema protector, o bien, un medio para su potencial contaminación. Es por ello que esta Línea de Estratégica tiende a caracterizar el grado de potencial contaminación de suelo ya agua por efecto de sitios de disposición final de residuos sólidos, en una primera fase, para posteriormente crear los mecanismos de manejo adecuado que reduzcan significativamente los niveles de contaminación provocados.

### **LA: Inventario de pasivos ambientales**

***Acción:** Inventario de disposición final de residuos sólidos en el centro del estado de Zacatecas.*

Hasta principios de 2010 ningún municipio zacatecano contaba con el confinamiento adecuado para sus residuos sólidos, es decir, Zacatecas no contaba con ningún relleno sanitario conforme lo estipula la legislación y normatividad vigente.

A partir de lo anterior, se determina que los confinamientos existentes han generado una contaminación no cuantificada de suelo y agua, dado que carecen del diseño, manejo e infraestructura adecuada.

En la actualidad, se tiene construido el Relleno Sanitario Intermunicipal el cual confinará los residuos sólidos de los municipios de Zacatecas, Guadalupe, Morelos y Vetagrande. Publicaciones informativas sugieren que los municipios de Calera, Gral. Enrique Estrada, Panuco y Trancoso, pudiesen también disponer de este sitio; sin embargo, la entrada en operación de tal relleno presenta atrasos considerables por causas jurídico-administrativas más que financieras. Según el Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas (IEMAZ), existen 20 MDP para efectos de adquisición de maquinaria y estudios técnicos para la puesta en marcha de este confinamiento intermunicipal, aún así, hasta el momento, no hay fecha concreta para inicio de operaciones.

Si bien es cierto que con este tipo de acciones se atiende una de las necesidades ambientales más apremiantes para el centro del estado de Zacatecas, otra realidad es que los actuales sitios de disposición final de basura continúan generando contaminación, toda vez que no se tiene un programa de recuperación y compensación ambiental de este tipo de zonas. Por lo anterior, cabe preguntar ¿qué pasará con todos aquellos sitios que han sido y fueron empleados para disponer residuos y que siguen contaminando suelo y agua?.

Sin lugar a dudas, es necesario el censo completo de sitios destinados a confinamiento final de basura en la totalidad del estado de Zacatecas, y en particular, por los intereses de este estudio, en el centro de la entidad. Dicho censo permitirá conocer la cantidad de sitios considerados como pasivos ambientales, logrando con ello generar las estrategias suficientes para lograr su saneamiento y compensación, y por ende, eliminar la potencial fuente de contaminación hacia el suelo y agua subterránea.

Para este tipo de acción se consideran recursos financieros por \$250,000.00 MN a ejercerse en un año.

#### **LA: Acciones para control y erradicación de pasivos ambientales**

##### ***Acción:*** Control y erradicación de pasivos ambientales

La presente Acción pretende generar las alternativas para el control y erradicación de pasivos ambientales generados a partir de sitios de confinamiento inadecuados de residuos sólidos municipales e industriales. Para este caso se deberán caracterizar los sitios con base su grado de impacto hidrogeológico, impacto medioambiental y salud pública.

En forma paralela, y bajo la perspectiva de un manejo integral de residuos sólidos, el cual exige la cooperación de diversas instancias a nivel federal, estatal y municipal, se reconoce que los COTAS respectivos deberán coadyuvar en la generación de las alternativas de solución más adecuadas técnica, social, económica y ambientalmente, por ello, tendrá que poner atención en lo siguiente.

- Las Gerencias Operativas de los COTAS deberán entrar en contacto con las dependencias respectivas para efectos de coordinar los trabajos de diagnóstico y censo de sitios de disposición final de residuos sólidos ubicados en la zona de interés.
- Apoyarán en el planteamiento de atención inmediata o a corto plazo de sitios identificados como de mayor prioridad para la

protección de sitios de recarga, almacenamiento y aprovechamiento de agua subterránea.

- Promoverán ante las instancias respectivas, el diseño de modelos adecuados para el manejo de residuos sólidos.
- Fungirán como asesores, supervisores y proponentes de alternativas en los procesos de diagnóstico y solución integral en el manejo de basura en la zona de competencia, además de ser difusores de una cultura de reducción, reutilización y reciclaje de residuos entre los diferentes sectores del agua.

Para la realización de esta Acción se estima una inversión de 4.0 MDP.

### **LE: Manejo de cuencas**

El Manejo de Cuencas comprende un conjunto de acciones multisectoriales que pretenden resolver de manera integral la problemática de una unidad de planeación –en este caso, una cuenca o un acuífero–, además de incrementar los servicios ambientales a favor de la sociedad, todo desde una perspectiva de manejo sustentable de recursos.

Para el caso del acuífero Chupaderos se presenta un panorama característico del altiplano mexicano: una baja precipitación y una alta evapotranspiración que origina un balance hídrico negativo; sin embargo, esta situación no es única dentro de la compleja problemática ambiental que enfrenta desde hace tiempo.

En la actualidad no existen Áreas Naturales Protegidas de carácter federal dentro de la región de estudio, tampoco no existen Regiones Hidrológicas Prioritarias ni Regiones Terrestres Prioritarias publicadas por a CONABIO para el área específica del acuífero en cuestión.

Es importante destacar que el presente documento trata de un Plan de Manejo para un acuífero, sin embargo, el manejo de recursos naturales implica la planeación a partir de una cuenca hidrológica, situación que no presenta correspondencia geográfica. Es así que la planeación para efectos del manejo sustentable de aguas subterráneas requiere la coordinación de múltiples secretarías en tiempo y espacio.

Reconociendo la necesidad de una planeación de recursos desde la perspectiva de cuenca hidrológica, para el presente estudio se analiza la componente biótica desde la extensión geográfica circunscrita a la región de influencia, incluyendo a los acuíferos Aguanaval y Calera.

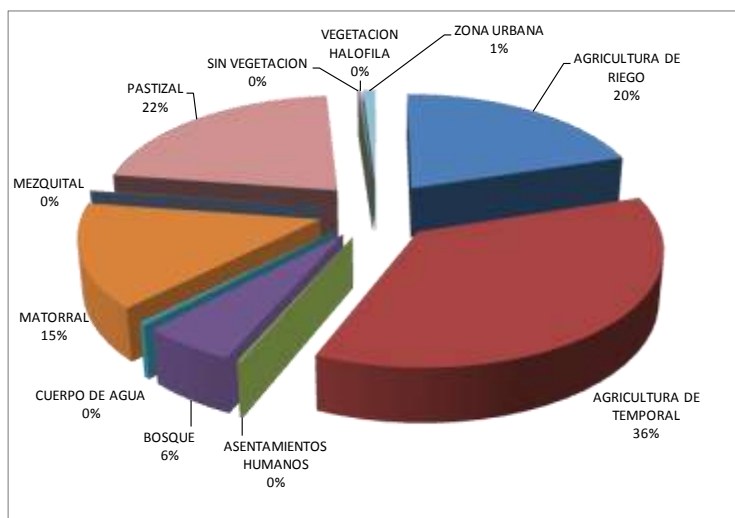
Tabla 26 Usos de suelo y tipo de vegetación en los acuíferos Aguanaval-Calera-Chupaderos

Tipos de Vegetación	Km <sup>2</sup>	ha	%
AGRICULTURA DE RIEGO	1,514.76	151,476.17	20.16
AGRICULTURA DE TEMPORAL	2,721.04	272,103.72	36.21
ASENTAMIENTOS HUMANOS	16.23	1,622.96	0.21
BOSQUE	413.80	41,380.41	5.50
CUERPO DE AGUA	32.62	3,262.22	0.43
MATORRAL	1,108.04	110,803.79	14.74
MEZQUITAL	4.50	449.95	0.05
PASTIZAL	1,612.76	161,276.44	21.46
SIN VEGETACION	0.39	38.95	0.005
VEGETACION HALOFILA	15.44	1,543.73	0.20
ZONA URBANA	73.74	7,373.86	0.98
<b>Total General</b>	<b>7,513.32</b>	<b>751,332.21</b>	<b>100.00</b>

Nota: Dentro de cada categoría se contemplan ecosistemas considerados como primarios y secundarios.  
Fuente: Carta Uso de suelo y vegetación Serie IV. Versión preliminar

En la Tabla 26 se destaca el grado de transformación que ha sufrido el paisaje original. Resaltan las zonas agrícolas de riego y temporal, que por sí solas, ocupan el 56.27% del total de territorio, dando una idea de la presión de esta actividad sobre el ecosistema en general. Por debajo de este porcentaje se ubican los pastizales (21.46%), seguidos de matorrales (14.74%), sólo un 5.5% de la extensión presenta ecosistemas catalogados como bosques (Figura 36 y Figura 37).

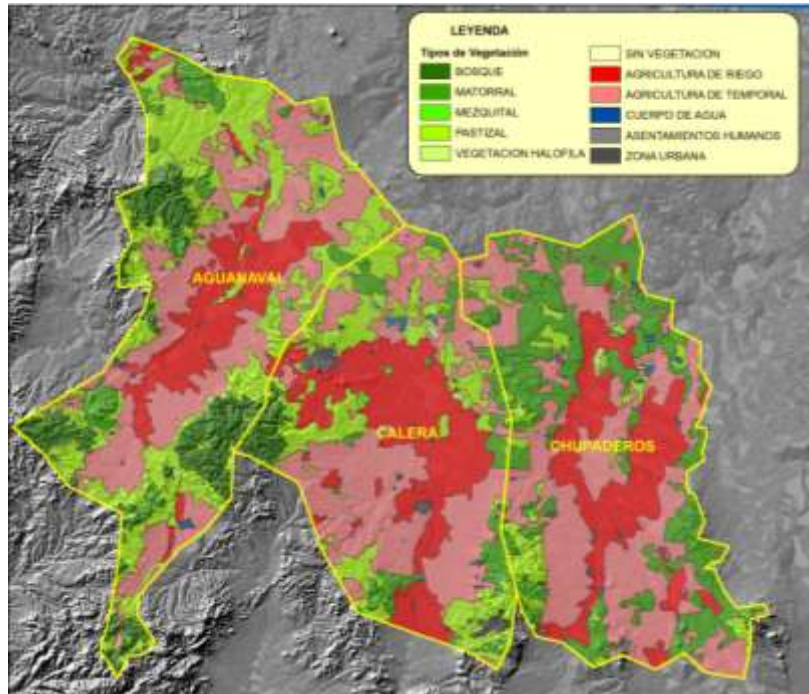
Figura 36 Distribución porcentual de los usos de suelo y tipos de vegetación en los acuíferos Aguanaval-Calera-Chupaderos



Nota: Dentro de cada categoría se contemplan ecosistemas considerados como primarios y secundarios.  
Fuente: Carta Uso de suelo y vegetación Serie IV. Versión preliminar

A la par de lo anterior, es notorio el grado de deterioro en el cual se encuentran los sistemas naturales remanentes. De los 413 km<sup>2</sup> de ecosistemas catalogados como bosques, 265 km<sup>2</sup> (64%) se identifican con algún grado de alteración; en el caso de los matorrales, el 37.8% de los 691 km<sup>2</sup> identificados, se consideran como sistemas secundarios; para el caso de los pastizales, 1,025 km<sup>2</sup> que corresponden al 63.6% corresponden a vegetación alterada (Tabla 27).

Figura 37 Distribución espacial de usos de suelo y tipos de vegetación en los acuíferos Aguanaval-Calera-Chupaderos



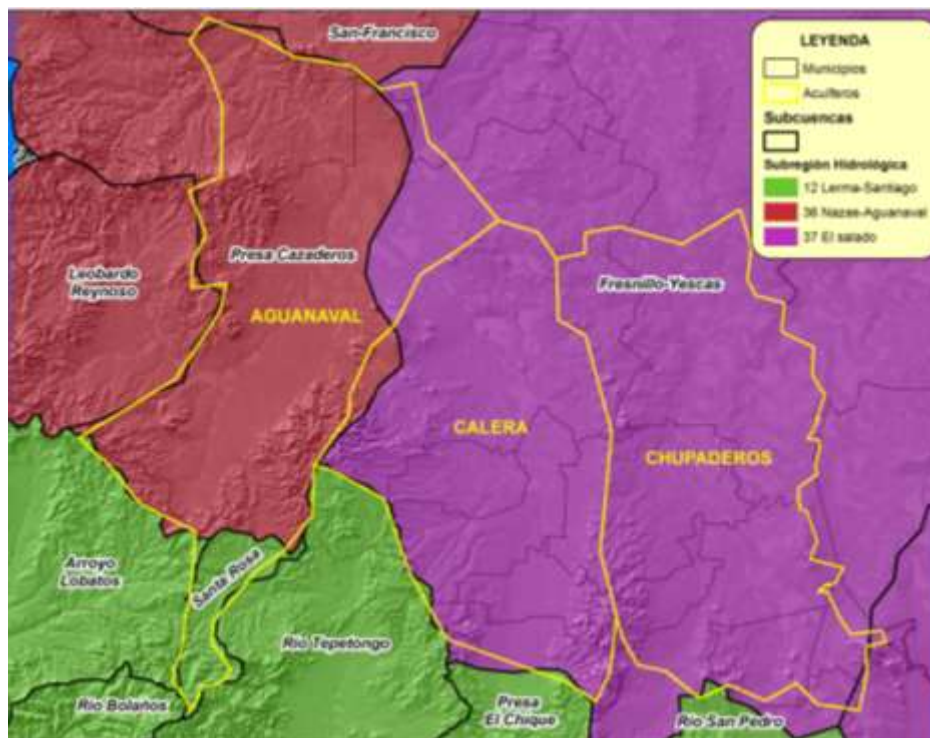
Nota: Dentro de cada categoría se contemplan ecosistemas considerados como primarios y secundarios.  
Fuente: Carta Uso de suelo y vegetación Serie IV. Versión preliminar

Tabla 27 Condición natural para usos de suelo y tipos de vegetación selectos en el acuífero Aguanaval-Calera-Chupaderos (km<sup>2</sup>)

Condición	Bosque	Matorral*	Pastizal**
Primaria	148.80	691.40	586.80
Secundaria	265.00	421.13	1025.96
<b>Total</b>	<b>413.80</b>	<b>1112.53</b>	<b>1612.76</b>

(\* Se incluye mezquital; (\*\* Se incluye pastizal inducido)

Figura 38 Subcuencas circunscritas en los acuíferos Aguanaval-Calera-Chupaderos



Fuente: Sistema de Información Geográfica del Agua, CONAGUA

Es a partir del análisis realizado, y tomando en cuenta la premisa de que una conservación del medio físico implica la estabilización y eventual recuperación de niveles freáticos en los acuíferos estudiados, a continuación se presentan las Líneas de Acción para efectos de cumplir lo establecido en el Objetivo 3 del presente Plan de Manejo.

**LA: Conservación y compensación ambiental**

En la actualidad aun cuando existen diversos estudios del nivel de afectación de suelos en la República Mexicana, muchos de ellos presentan cifras contradictorias en cuanto a los volúmenes de suelo removido y su respectivo nivel de afectación; en forma reciente se han generado estudios con mayor detalle respecto a este tema, sin embargo, no necesariamente agrupan la totalidad de área que nos ocupa en este estudio.

A razón de lo anterior, es preciso detallar las zonas de degradación física que inciden en la apropiada continuidad de los procesos hidrológicos en las cuencas de interés.

Algunos trabajos previos realizados en Zacatecas para el control de la degradación de ecosistemas lo representan los trabajos de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) en su calidad de agente técnico de la SAGARPA para el programa PIASRE (Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente).



Bajo este esquema, la CONAZA en sinergia con SAGARPA y el INIFAP, implementaron proyectos de desarrollo para la reconversión de áreas afectadas por fenómenos meteorológicos y el impacto de las actividades humanas, a través del cambio de áreas en extremo degradadas hacia áreas productivas por medio del modelo MIRZA (Modelos de Inversión y Reconversión en Zonas Áridas). El propósito fue regresarle su aptitud natural a la tierra, vía obras y trabajos de conservación de suelo y agua, con apoyo tecnológico e involucramiento de productores.

Para este tipo de actividades, la CONAZA reporta una inversión total de \$2,155,393.00 MN en el periodo de 2003-2007 (90% de inversión federal y 10% proveniente de productores), lográndose atender 400 ha; de tal forma, se establece que la inversión promedio por hectárea fue de \$5,388.48 MN.

Para efectos de financiamiento para las acciones de esta Línea de Acción se contemplan recursos federales provenientes del programa institucional ProÁrbol, específicamente de los Componente B1.4 Conservación y restauración de suelo y B1.5 Mantenimiento de obras y prácticas de conservación de suelos, según las Reglas de Operación del Programa ProÁrbol 2011.

Los montos de apoyo por hectárea para actividades en estos dos Componentes para zonas áridas y semiáridas es de \$2,340.00 MN y \$1,080.00 MN (Componentes B1.4 y B1.5, respectivamente). Por lo anterior, sumando ambos apoyos se tiene un financiamiento federal de \$3,420.00 MN. Un financiamiento complementario por parte estatal y de beneficiarios deberá contemplarse.

Anteriormente se ha destacado la baja proporción de ecosistemas en condiciones adecuadas de conservación, y por ello se establece la necesidad de compensar ambientalmente 3,139 km<sup>2</sup>, o bien, 313, 909 hectáreas (Tabla 27), sin embargo, para determinar la cantidad de financiamiento se parte de la premisa de que sólo una cuarta parte de la vegetación secundaria requiere acciones de restauración y compensación ambiental. Tal premisa deberá ser corroborada con el estudio Determinación y caracterización de ecosistemas degradados en los recursos suelo y agua, a escala 1:50,000.

Para el caso de la presente Línea de Acción, el Plan de Manejo estima que el financiamiento necesario a un horizonte de planeación a 30 años es de 149.3 MDP, de los cuales 3 MDP corresponden a estudios de diagnóstico y planeación de obras, los cuales deberán efectuarse en el periodo 2011-2012. En términos aproximados, anualmente es necesaria una erogación de prácticamente 5 MDP.

**Acción:** *Determinación y caracterización de ecosistemas degradados en los recursos suelo y agua (1,5 MDP).*

**Acción:** *Estudio ejecutivo para el establecimiento de obras y/o acciones para la conservación y compensación de sitios degradados en los recursos suelo y agua (1.5 MDP).*

**Acción:** *Ejecución de obras y acciones de conservación y compensación ambiental en la región centro del estado de Zacatecas (146.3MDP).*

#### **LA: Manejo sustentable de recursos forestales**

Se reconoce que un ecosistema forestal optimizado permite acrecentar los beneficios tangibles e intangibles que ofrece (servicios ambientales), pero ello requiere de la estructuración de alternativas de manejo adecuado.

Si bien, la parte central del estado de Zacatecas predominan ecosistemas transformados, otros, de carácter natural como los matorrales, representan casi un 15% de la región de estudio. Si bien, tales ecosistemas no presentan una estructura arbórea, si presentan servicios ambientales que van desde protección al sustrato edáfico hasta la producción de materiales diversos para subsistencia en zonas rurales.

La presente Línea de Acción parte de algunas premisas importantes que se enuncia a continuación:

- El cambio de uso de suelo deja de existir para efectos de recuperar y manejar adecuadamente los ecosistemas naturales remanentes.
- Existe una baja proporción de ecosistemas forestales de carácter arbóreo, que aunque en menor proporción, intervienen en la continuidad del ciclo hidrológico, y por ende, es necesario no postergar su protección y conservación.
- Los ecosistemas formados por matorrales son los más amenazados por cambios de uso de suelo, contaminación y manejo inadecuado, pero se ubican en zonas de manejo estratégico para el aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas.
- Zonas de pastizales naturales e inducidos presentan importantes alteraciones que implican una reducción en su potencial productivo a diferentes actividades como la ganadera.

Para el análisis respectivo, se toman como base las cifras de usos de suelo y vegetación presentadas en la Tabla 26 y Tabla 27, y a partir de ello, se determinan las necesidades de inversión.

Dado que los respectivos COTAS no tienen un campo de acción perfectamente establecido, se pretenden sentar las bases de participación y colaboración para el diseño y puesta en marcha de las iniciativas de manejo sustentable en *Zonas Estratégicas de Conservación* para el presente estudio.

Para este caso de los COTAS respectivos, a través de sus Gerencias Operativas o grupos auxiliare al interior de éstos, deberá revisar los avances a aquellos programas de fomento y desarrollo forestal en *Zonas Estratégicas de Conservación*, debiendo realizar consulta y entrevistas con representaciones de dependencias federales, estatales y municipales.

Para efectos de financiamiento para esta Línea de Acción se contemplan recursos federales a partir del programa institucional ProÁrbol, específicamente de los siguientes componentes:

Componente A1.3 Estudios técnicos para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables y obtención de germoplasma forestal;

Componente A2.2 Prácticas de manejo para el aprovechamiento no maderable y la vida silvestre;

Componente B1.1 Reforestación;

Componente B1.2 Mantenimiento de áreas reforestadas, y

Componente B1.3 Protección de áreas reforestadas.

Para un horizonte de planeación al 2040 se requieren poco mas de **209.6 MDP**, de los cuales una parte importante son para efecto de estudios técnicos y el resto para la ejecución de acciones derivadas de los mismos.

**Acción:** *Estudios técnicos para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables en la zona centro del estado de Zacatecas. (\$164, 000 MN).*

**Acción.** *Prácticas de manejo para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales no maderables en la zona centro del estado de Zacatecas (\$660,000.00 MN).*

**Acción:** *Programa de reforestación/forestación para zonas estratégicas dentro de microcuencas estratégicas (54.5 MDP).*

**Acción:** *Programa de mantenimiento y protección a actividades de reforestación en zonas estratégicas dentro de microcuencas estratégicas (154.3 MDP).*

#### **LA: Conservación y fomento del ciclo hidrológico**

Se identifica que las características geohidrológicas de determinadas zonas de los acuíferos Aguanaval-Calera-Chupaderos pueden ser potencialmente proveedoras de las características necesarias para el fomento de la infiltración de agua de lluvia. Por ello, es importante evaluar la potencialidad de las características pluviales y geohidrológicas que permitan en el mediano y largo plazo acrecentar la oferta de agua subterránea.

Actualmente, las estrategias de conservación de volúmenes de agua subterránea se perfila como una alternativa de interés en aquellas regiones donde la sobreexplotación de las reservas geohidrológicas presentan un balance desfavorable; más relevancia presenta en regiones donde los volúmenes de lluvia y escurrimiento son bajos o escasos, dado que un desequilibrio en el balance hidrológico repercute no solo en el entorno natural, sino también, directamente en la sociedad y las labores económico-productivas que ésta desarrolla. Es así que a la par de iniciativas, como la recuperación, protección y fomento de

zonas estratégicas de importancia hidrológica, la recarga artificial de acuíferos se desempeña como una estrategia de manejo adecuado de agua subterránea.

Para mayor factibilidad, es necesario considerar elementos de análisis hidrológico, económico, social, y por supuesto, ambiental. Es importante entonces, un análisis hidrológico en cuanto a la demanda y disponibilidad del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo, basado en escenarios actuales y futuros; modelación conceptual de la interacción lluvia-escurrimiento-infiltración; determinación de la evolución de niveles piezométricos; ubicación de áreas puntuales para pruebas piloto y definitivas de recarga de acuíferos a partir de condiciones geohidrológicas; y, diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones definitivas.

Dada las condiciones de aprovechamiento de recursos hidrológicos en la zona de influencia de los acuíferos Aguanaval-Calera-Chupaderos, se recomienda el estudio y factibilidad de recarga de agua pluvial en primer instancia, y en su oportunidad, el aprovechamiento de agua residual tratada. En cualquiera de los dos casos, en su etapa de diseño, construcción y operación de instalaciones, se deberá observar la normatividad correspondiente: NOM-014-CONAGUA-2007, *Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada*, y NOM-015-CONAGUA-2007, *Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua*.

A partir de lo anterior, el presente Plan de Manejo establece que en un horizonte de planeación inmediato, se deberá efectuar un estudio de factibilidad hidrológica, técnica y ambiental y en un posterior periodo efectuar las respectivas pruebas piloto, y construcción y operación de obras definitivas. De tal forma, se proponen para el cumplimiento de la presente Línea de Acción se proponen las siguientes acciones:

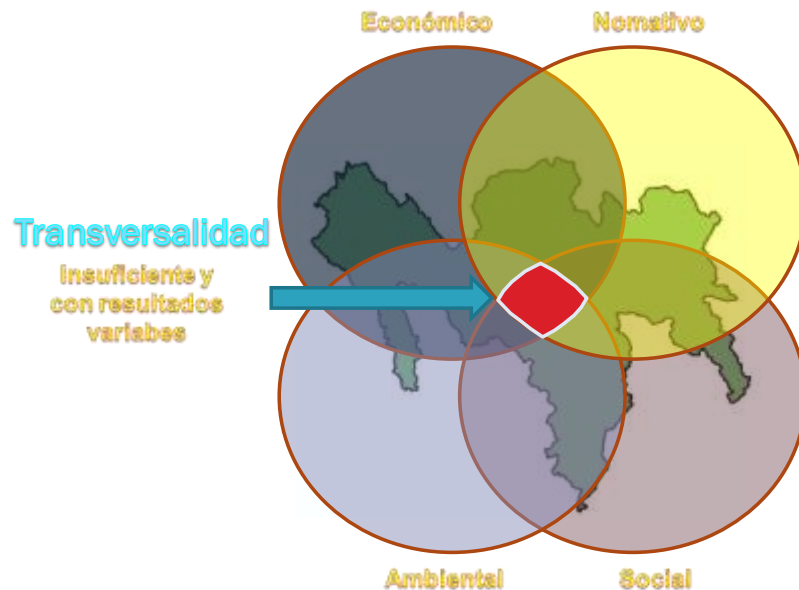
**Acción:** *Estudio de factibilidad hidrológica, ambiental y económica para el fomento de recarga inducida de acuíferos en la región centro del estado de Zacatecas (4.5 MDP).*

**Acción:** *Diseño ejecutivo de infraestructura para la recarga inducida en áreas estratégicas de la región centro del estado de Zacatecas (10 MDP).*

#### **LE: Instrumentos de coordinación multisectorial**

La planeación hídrica requiere de una base institucional y social que pueda ser capaz de generar, coordinar, ejecutar y evaluar, las estrategias para la solución de problemas, o bien, aprovechar las áreas de oportunidad que el propio escenario ambiental nos ofrece. Sin embargo, a pesar de la existencia de políticas en el tema, sus resultados son variables a través del tiempo y el área geográfica específica (Figura 39). Se pretende pues, identificar las oportunidades de organización institucional y social con miras a lograr potenciar los resultados que permitan la recuperación y consolidación de los esfuerzos entorno al manejo óptimo de los recursos hídricos dentro de acuífero Calera.

Figura 39 Problemática en la Gestión Integral de Recursos Hídricos



#### LA: Transversalidad institucional

En el presente Plan de Manejo se ha estructurado una cartera de proyectos que pretende atender diversas problemáticas del sector hídrico subterráneo, al igual que aprovechar áreas de oportunidad en el manejo del agua. Sin embargo, un porcentaje considerable de estudios y proyectos dependen de la gestión correcta de los mismos en diversas instancias y dependencias vinculadas al sector hídrico e hidráulico en México. Por lo anterior, se considera que para mejor éxito y cumplimiento de cada uno de los objetivos y líneas estratégicas es necesario incrustar cada proyecto en las políticas y programas institucionales y sectoriales involucrados, así pues, es necesario que los instrumentos de coordinación interinstitucional busquen el cumplimiento de lo siguiente.

- Difundir el Plan de Manejo en las áreas técnicas y administrativas de las dependencias e instituciones involucradas que de manera directa e indirecta están involucradas en el cumplimiento de cada proyecto
- Fomentar el desarrollo de estudios y proyectos en el marco de los programas de apoyo institucional para hacer coparticipe a los diferentes sectores en el desarrollo del presente Plan de Manejo.
- Crear canales de comunicación y coordinación entre la Gerencia Operativa de los COTAS respectivos y las diversas instancias correspondientes para el intercambio de información relacionada con el Plan de Manejo.
- Incentivar Acuerdos de Cooperación que comprometan la incorporación de los proyectos del Plan de Manejo dentro de los programas presupuestales que cada dependencia elabora y ejecuta anualmente; esto con la finalidad de comprometer recursos económicos de diversas dependencias y con ello lograr la mezcla de

recursos suficientes que den cumplimiento a las actividades señaladas en la Cartera de Proyectos respectiva.

Como es posible observar, las acciones de esta línea estratégica son de carácter intangible y no estructural, pero su importancia se destaca por ser eje toral de la realización de diversos proyectos de gran interés para el óptimo aprovechamiento de agua subterránea en el centro del estado de Zacatecas. Es así que para el cumplimiento de la presente línea de acción se establecen dos actividades específicas:

***Acción:*** *Convenio de colaboración y coordinación para implantación, operación y seguimiento de actividades del Plan de Manejo*

***Acción:*** *Convenio de Colaboración para efectos de coordinar las acciones de adaptación y mitigación de efectos derivados por fenómenos hidroclimatológicos extremos*

***Acción:*** *Convenio de Colaboración para efectos de conocimiento multisectorial de planes de trabajo anual de cada dependencia*

#### **POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA ESTE OBJETIVO**

Dado que las presentes Líneas Estratégicas y de Acción involucran acciones multisectoriales, es importante identificar las posibles alternativas de financiamiento.

Dentro de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, se identifican los siguientes programas y componentes.

**Programa: Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales.** *El objetivo es contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante el otorgamiento de apoyos y servicios que permitan desarrollar sistemas integrales, obras, acciones y prácticas sustentables que ayuden a rescatar, preservar y potenciar los recursos genéticos, inducir una nueva estructura productiva incluyendo cultivos para la producción de insumos para bioenergéticos; el uso de fuentes alternativas de energía; así como a la conservación y aprovechamiento sustentable del suelo, agua y vegetación de las unidades productivas.*

**Componente: Conservación y Usos Sustentable de Suelo y Agua.** *El objetivo específico es contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante el pago de apoyos y servicios que permitan a los productores rurales desarrollar proyectos integrales que consideren el cálculo, diseño y ejecución de obras y prácticas para un aprovechamiento adecuado de sus recursos, garantizando así su conservación y beneficio futuro en favor de las nuevas generaciones de productores rurales.*

*La población objetivo son personas físicas o morales que se dedican a actividades de producción agrícola y pecuaria, que se ubican en los municipios clasificados por la Secretaría en cada entidad federativa como de mayor prioridad por el grado de deterioro,*

*escasez o sobreexplotación de sus recursos productivos primarios (suelo, agua y vegetación), organizados en grupos de productores denominados Comité Pro-proyecto.*

Cabe señalar que la totalidad de municipios de la región de estudio se encuentran listados en el anexo respectivo por lo que son elegibles para ser beneficiarios de este componente.

**Programa: Proyectos Transversales.**

**Componente: Desarrollo de Zonas Áridas.** *El objetivo específico es promover el desarrollo humano y patrimonial acorde a las condiciones particulares de las zonas áridas y semiáridas y, de aquellas regiones que trascienden sus límites y que por su actual nivel de degradación de los territorios agropecuarios se consideran en proceso de desertificación; esto a través de avanzar, con un enfoque integral y de desarrollo territorial, en la atención de necesidades prioritarias de la región y su gente tales como: la disponibilidad de agua, la reconversión a tecnologías y de especies con mayor adaptabilidad y con acceso al mercado, la reglamentación y planificación del uso de los agostaderos en la ganadería extensiva, la incorporación de los productores a la generación de valor agregado a la producción primaria y en todo momento el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales.*

*La población objetivo es personas físicas y morales y grupos de las localidades rurales que se ubican en los municipios de la cobertura potencial del proyecto estratégico.*

Cabe señalar que la totalidad de municipios de la región de estudio se encuentran listados en el anexo respectivo por lo que son elegibles para ser beneficiarios de este componente.

### **7.2.3 Líneas Estratégicas de Objetivo 4**

**LE: Banco de derechos del Agua**

El Banco de Derechos del Agua o Bancos de Agua, es un instrumento de gestión que promueve la asignación y el uso más eficiente del agua, a través de la regulación en la trasmisión de derechos, propiciando condiciones que evitan la especulación con el valor del agua, la reasignación de volúmenes de agua no utilizada a usos más eficientes y productivos, la equidad en el acceso al recurso, la correlación entre la oferta y la demanda de acuerdo con la disponibilidad del recurso, la difusión de las ofertas y demandas de transmisión de derechos, y la creación de un historial de operaciones es este aspecto.

Tales alcances adquieren mayor importancia en regiones en las cuales las condiciones hidroclimatológicas ejercen una fuerte presión en la administración del agua entre particulares, generando esquemas de intercambio no regulados que inciden en incremento desordenado en las extracciones del recurso.

Importante es señalar, que las políticas de negociación entre poseedores de concesiones deberá estar siempre bajo el amparo de un Reglamento para el aprovechamiento de aguas subterráneas, bajo la observancia de otros instrumentos regulatorios y normativos –como publicaciones de disponibilidad y vedas-, así como de la información arrojada por estudios con

suficiente base científica que establezcan esquemas para el mejor aprovechamiento en la asignación de derechos.



Fuente: [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

Con base en lo anterior, para que exista un Banco de Agua exitoso, es necesario crear las condiciones para que el proyecto cumpla con las expectativas puestas en él, algunas de estas condiciones son:

- Existencia de un **Reglamento del acuífero e Instrumentos para aplicar la ley** de manera efectiva y representativa. Es conveniente que el Reglamento cuente con **Zonas de manejo del acuífero** definidas a partir de la caracterización hidrológica de la región y los escenarios actuales y futuros de desarrollo social, económico y productivo, directa e indirectamente vinculado a él.
- **Medición efectiva del aprovechamiento de agua**, de energía y de los patrones de productividad del agua, a partir de ello, se establecerá el nivel de efectividad que tiene en Banco mismo. En este respecto, será necesario contar con un programa de certificación periódica de los usuarios partícipes en este Banco (p. ej., comprobar la clausura definitiva de pozos en aquellos casos en los cuales un usuario cede la totalidad de su concesión; verificar que la extracción de volúmenes se realice dentro los rangos establecidos en la trasmisión respectiva; comprobar el uso acordado en el acuerdo respectivo, etc.).
- **Acciones efectivas a favor del acuífero**. Es necesario que los poseedores de concesiones, y el público en general, comprendan que la regulación de derechos tiene como finalidad principal la **estabilización del acuífero** y no necesariamente el intercambio de un bien público para efectos de cubrir diversas necesidades.
- **El ningún caso debe promoverse la regularización de aprovechamientos irregulares**

Estas condiciones serán especialmente necesarias en aquellas zonas donde la concesión de derechos supere la capacidad de recuperación local del acuífero, o la capacidad global, en caso de



que ésta supere la cuota total de recarga, situación que por ahora ocurre en los acuíferos del centro del estado de Zacatecas, según se identifica.

Es conveniente que el Banco de Derechos de Agua se vincule con los distintos programas para reducción de la demanda de agua subterránea en el sector agrícola principalmente –dado que éste representa al sector de mayor aprovechamiento de agua subterránea-, de manera que los ahorros volumétricos de agua sean inscritos como volúmenes **a favor del acuífero**; es decir, **no deberán ser ofertados** en el mercado del agua.

#### **LA: Banco de Derechos del Agua a favor del acuífero**

En la actualidad, la Comisión Nacional del Agua ha establecido Bancos de Agua en las 13 regiones hidrológico-administrativas del país, y en tres entidades federativas, entre ellas, el estado de Zacatecas, por ello, se tiene un sustantivo avance en lo que respecta a esta Línea Estratégica y de Acción. Por tal motivo, es importante que el desempeño de este instrumento regulatorio tome en cuenta lo expresado con anterioridad para obtener mejores resultados.

##### *Acción: Banco de Derechos del Agua a favor del acuífero*

Una vez que ya se tiene instalado y operando el Banco de Agua del estado de Zacatecas se recomienda su difusión por los medios que la propia dependencia administre, teniendo en cuenta de aclarar en mayor medida los mecanismos de su funcionamiento, beneficios y metas esperadas.

#### **LE: Sistemas de información**

Dentro de la planeación hidrológica, la información como tal, se presenta como el elemento total para un correcto diagnóstico del problema a resolver y el diseño adecuado de estrategias de solución. Desafortunadamente, el origen, la actualización, la disponibilidad, la difusión -entre otras muchas situaciones-, no siempre favorecen su mejor aprovechamiento.

Uno de los casos más recurrentes, es la falta de bases de datos históricas que permitan visualizar la evolución de diversas variables relacionadas con la problemática del agua, en algunos casos, el extravío de tal información histórica es una constante en diversas instancias de carácter federal, estatal y municipal; esto se profundiza a medida de que la interacción social se incrementa (p. ej., en el sector agrícola, las organizaciones de productores pocas veces tienen estadísticas de su productividad, uso de insumos, rentabilidad, etc.), en el mejor de los casos, se tienen “estimaciones” generadas por la práctica cotidiana de productores y profesionistas vinculados directamente con el manejo del agua, más sin embargo, la falta de un sustento firme para incrementar su certeza, poco aporta a la finalidad buscada.

En algunos otros casos, la calidad de la información obtenida en bases de datos está en entredicho, dada su falta de claridad e incongruencia con otras bases de datos, o con la realidad misma. Para otras situaciones, la no difusión correcta y oportuna, implica que se dé por hecho la inexistencia de información puntual, y por lo tanto, la necesidad de obtenerla, lo que implica el

desarrollo de un trabajo ya realizado, generando gastos económicos innecesarios y pérdidas de tiempo sustanciosas.

Bajo esta situación, el actual Plan de Manejo requiere de la generación, depuración y difusión de cantidades de información importante, que cubran las necesidades de calidad que la planeación hidrológica demanda hoy día, por tal motivo, la presente Línea Estratégica pretende fomentar la producción y manejo adecuado de información directa e indirectamente vinculada con la administración pasada, actual y futura del recurso hídrico, con la finalidad de proveer la base de una planeación y seguimiento de acciones efectivo.

#### **LA: Censo de infraestructura hidráulica**

La infraestructura hidráulica en la zona de estudio presenta condiciones diversas en cuanto a su existencia, mantenimiento y operación adecuada. Aun cuando en algunas instancias y estudios específicos (p. ej. Planes Directores de distritos de riego o unidades de riego, estudios de caracterización de Organismos Operadores, entre otros), se han realizados levantamientos en este aspecto, se requiere de la conjunción de tal información en un sola base de datos, la cual debe ser complementada a través de recorridos directos en campo, información institucional disponible e información de usuarios.

El censo de infraestructura debe actualizarse recurrentemente para asegurar su confiabilidad y utilidad, para que a partir de ello, se generen trabajos de construcción, rehabilitación y diseño de planes de manejo adecuado para tal infraestructura, cumpliendo la finalidad de administrar correctamente el recursos hídrico, tanto superficial como subterráneo.

De manera indirecta, el censo de infraestructura permitirá a la autoridad correspondiente, sustentar el diseño de planes de desarrollo social y productivo en la región, planes de contingencia para caso de desastres naturales o accidentales (p. ej. protección de infraestructura estratégica para la captación, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua a sectores como el público-urbano, industrial y agrícola, en caso de derrames o accidentes químicos, biológicos, etc.), así como, protección a elementos naturales específicos.

##### *Acción: Inventario de la infraestructura hidráulica*

El censo de infraestructura hidráulica debe comprender diversos aspectos, entre los cuales se enumeran de manera descriptiva y no limitativa, los siguientes:

- Geoposicionamiento con base en GPS
- Archivo fotográfico
- Descripción de funcionamiento y/o utilidad
- Fecha de construcción
- Responsable de construcción, operación y/o mantenimiento

Se entiende como infraestructura hidráulica, todo elemento físico que tenga como finalidad, extraer, conducir, aprovechar, derivar, desalojar o reintegrar al subsuelo o cuerpos de agua, cantidades de agua en diversos volúmenes y condiciones. De forma general, se requiere de integrar a la base de información respectiva, pozos de extracción, acueductos de distribución principales y secundarios, canales y drenes, compuertas, plantas de tratamiento, pozos de infiltración, etc.

Toda información se deberá generar en formato tabular y cartográfico.

#### **LA: Inventario oficial de aprovechamientos y descargas**

En la planeación hidrológica, la determinación de la disponibilidad y extracción de agua subterránea y superficial juegan un papel por demás importante. Para ambos casos el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) juega un papel trascendental.

El REPGA está definido en la Ley de Aguas Nacionales como aquél que inscribe los títulos de concesión y/o asignación de agua nacionales y sus bienes públicos inherentes, prorrogas, modificaciones y rectificaciones a éstos, transmisión de derechos, suspensiones y/o revocaciones, padrones de usuarios, estudios de disponibilidad y zonas reglamentadas.

Aún cuando este elemento informativo reviste de gran importancia, existen diversas áreas de oportunidad para potenciar su utilidad. Un REPGA fortalecido y adecuado, proveerá de información sustancial para un diagnóstico más real que permita analizar la situación hidrológica a mayor profundidad. Por lo anterior, la presente Línea de Acción es de carácter prioritario para efectos de un mejor seguimiento y evaluación a las estrategias planteadas en este documento.

##### *Acción: Fortalecimiento y actualización del REPGA*

Una de las mayores áreas de oportunidad en lo que respecta al REPGA es la validación de cierta información específica, como lo es la ubicación geográfica de cada registro. Recurrentemente, una proporción más que importante de registros presentan coordenadas geográficas totalmente erróneas que dificultan el análisis correspondiente, disminuyendo la certeza y el nivel de calidad para el total de la base de datos. Se reconoce que principalmente los registros que presentan este problema son aquellos que tienen mayor antigüedad, y las facilidades que se tenían para su ubicación geográfica correcta, eran limitadas; por ello, la actual acción se encuentra vinculada con el *Inventario de infraestructura hidráulica*, mencionado anteriormente, dado que tal acción puede proveer la información específica para solventar este problema.

En otros casos, se observa una discrepancia entre los censos de aprovechamiento, con los títulos de concesión y/o asignación reportados por el REPGA. Esto trae consigo dos conceptos relacionados con un mismo tema: volumen concesionado y extracción real de agua subterránea. Los

mecanismo de fortalecimiento y actualización del REPDA deberán considerar la manera de desaparecer dicha incertidumbre apoyándose en Acciones como las presentadas en el Objetivo 8 (*Instrumentación y aplicación de medidas legales a usuarios que no cumplan con la LAN y Censo actualizado de aprovechamientos con una validación en sitio de los títulos de concesión*).

La presente Acción también deberá diseñar el mecanismo para adicionar la información proveniente de las siguientes Acciones: *Programa de verificación técnica, normativa, administrativa y de lectura en medidores volumétricos en aprovechamientos agrícolas y Colocación de medidores volumétricos en captaciones y programa de lecturas en sector industrial, pecuario y servicios*, (Objetivos 1 y 8, respectivamente), tales acciones generarán información más puntual y real respecto al volumen extraído por el usuario, y con ello, además de establecer en mejor medida el aprovechamiento real, coadyuva a establecer incentivos o sanciones al poseedor de la concesión y/o asignación.

Como en el caso de otras acciones de esta misma Línea Estratégica, se requiere que el REPDA se encuentre ligado a bancos de información geográfica de manera permanente. En sí, esta Acción deberá delinear las bases jurídicas y legales que fuesen necesarias para la actualización de la información respectiva al interior del REDA.

#### **LA: Instrumentación**

Acción: Colocación de micromedidores en localidades urbanas

Acción: Diseño ejecutivo e instalación de estaciones de monitoreo hidroclimatológico en sitios estratégicos

#### **LA: Modernización delineamientos para mejorar la calidad del agua**

Acción: Monitoreo periódico de la calidad de agua

### **LE. Optimización de tarifas y recursos hídricos**

#### **LA: Pago por servicios ambientales**

Los servicios ambientales se definen como aquellos aspectos del medio ambiente que tienen beneficio tangible o intangible, directo o indirecto, inmediato o latente, en la población humana. En general, se reconoce que los beneficios ambientales se derivan de la preservación de los ecosistemas, por ello, desde el 2003 México cuenta con programas institucionales a nivel federal –y recientemente, a nivel estatal-, para el Pago por Servicios Ambientales.

Por lo anterior, se han diseñado estrategias, metas y líneas de acción que permitan alcanzar los objetivos antes planteados. Dentro de las primeras se encuentran las siguientes:

1. Difusión del valor e importancia de los servicios ambientales a través de reuniones, talleres, foros, congresos, simposios y medios de comunicación.
2. Desarrollo de fórmulas para incentivar a los diferentes agentes económicos en la creación de mercados para el pago de servicios ambientales.
3. Creación de una sinergia social para que haya disponibilidad para el pago por los beneficios de los servicios ambientales, diseñando sistemas de cobro y asegurando fuentes de financiamiento permanentes.
4. Identificación de las zonas dentro de ÁREAS PRIORITARIAS que se tienen establecidas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en la Entidad. Actividad que se puede realizar a través de la participación interinstitucional, considerando para ello el ámbito territorial de las Unidades de Manejo Forestal, para impulsar proyectos para la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos asociados al bosque como el agua, suelo, aire, fauna y belleza escénica.

Acción: Programa de pago por servicios ambientales

**LA: Identificación de áreas de oportunidad para el desarrollo socioeconómico**

Acción: Estudio de optimización de recursos económicos en el sector hídrico

**LA. Valoración económica del agua**

Acción: Estudio específico de valor, precio y costo del agua

**LE: Gestión de financiamiento**

Es necesario contar con recursos financieros para la organización elemental requerida para llevar a cabo el respectivo Plan de Manejo. Sin embargo, también la obtención de estos recursos requiere en principio de la organización de las distintas instituciones involucradas con este proceso y de su canalización de los recursos básicos para que los COTAS se consoliden con una mayor capacidad de autogestión. Esta actividad en principio debe realizarse por las instituciones involucradas con los COTAS, posteriormente se llevará a cabo también por los propios COTAS (en la medida que logre su autogestión).

Una alternativa es definir o establecer a través del Reglamento del acuífero una tarifa diferencial para los distintos usuarios, igualmente definir una partida deductiva en las obras públicas que se edifican dentro de estos acuíferos, que considere un pequeño porcentaje para su designación hacia el Comité Técnico de Aguas Subterráneas y específicamente hacia el fideicomiso del mismo, de manera que con ello se cuente con el financiamiento necesario para llevar a cabo las acciones establecidas en el Plan de Manejo. Estos instrumentos no representan particularmente un costo, sino más bien la capacidad de gestión jurídica tanto de la Federación como de los Estados, para reconocer la necesaria inversión en el manejo sustentable de las reservas estratégicas subterráneas, con el establecimiento de estas normas que aseguren la gestión de estos recursos.

Entre las estrategias de gestión de financiamiento, deben destacarse *la recuperación de beneficios del manejo sustentable del acuífero y la reorientación de subsidios*. Esta recuperación consiste en reconocer cuáles son las dependencias directamente beneficiadas por el respectivo Plan de Manejo, con una reducción de su gasto corriente.

Esta Línea Estratégica tendrá dos principales indicadores de seguimiento: i) El porcentaje de los recursos necesarios para que los COTAS cuenten con opciones seguras de financiamiento y ii) El porcentaje de inversiones programadas en los respectivos Planes de Manejo que cuentan con opciones seguras de financiamiento.

#### **LA: Gestión de financiamiento hacia instituciones ejecutoras**

La participación social e institucional es indispensable para alcanzar un manejo sustentable del agua. Para fomentar la participación social e institucional, es necesario contar con los recursos para comunicar las estrategias y el papel que cada uno debe realizar de acuerdo con la estrategia de manejo del acuífero, mientras que simultáneamente debe contar con una coordinación en los términos jurídicos y financieros para que las instituciones que regulan las leyes en la sociedad y específicamente las relacionadas con el agua, logren cumplir con su cometido. En este sentido es necesario comunicar a los involucrados con las soluciones propuestas en los respectivos Planes de Manejo:

- Cuál es su papel en torno a las soluciones. Lo cual incluye el conocimiento de los programas sociales de apoyo para lograr la ejecución de las soluciones
- El beneficio de llevar a cabo las acciones
- La obligatoriedad de las acciones a realizar

*Acción: Promover la participación de la iniciativa privada en el financiamiento de las acciones*

La iniciativa privada (IP) representa un área de oportunidad de gran peso en la posibilidad de financiar las acciones propuestas en el Plan de Manejo. Es necesario, sin embargo, contar con esquemas de organización que permitan a la IP hallar un área de oportunidad en la inversión en estas acciones. La reorientación de subsidios y la recuperación de beneficios del manejo sustentable del acuífero a través de ahorros, serán programas de gran peso para disponer de recursos atractivos para los inversionistas de la iniciativa privada.

Es posible, adicionalmente, que la inversión de la iniciativa privada ocurra ya en la actualidad, por ejemplo en la participación en organismos operadores, igualmente son viables empresas de capacitación para la producción de productos agrícolas de alta densidad económica.

*Acción: Identificación y diversificación de vías y opciones de financiamiento*

## **LE: Estudios y proyectos**

El presente Plan de Manejo ha estructurado una Cartera de proyectos que pretende atender diversas problemáticas en el aprovechamiento del agua subterránea, su gestión correcta a nivel institucional, potencializaran sus beneficios; por tal razón -y como se ha comentado en otros apartados-, se considera que para mejor éxito de cada uno de los Objetivos y Líneas Estratégicas es necesario incrustar cada estudio y proyecto dentro de las políticas y programas institucionales y sectoriales involucrados. Así pues, dentro de dicha Cartera de proyectos (Matriz de Planeación), se establecen los responsables directos y corresponsables para la ejecución de cada actividad, esto con el fin de que cada uno de ellos pueda identificar su participación en el cumplimiento de estrategias de solución planteadas.

### **LA: Planeación**

Como una forma de actualización necesaria para adecuar las estrategias de solución se plantea que el Plan de Manejo sea una estrategia vigente en el futuro próximo, por lo cual deberá perfeccionarse oportunamente. En la medida que exista una mejor instrumentación y la información se incremente en cantidad y calidad, será posible dar mayor precisión al diagnóstico en porciones más puntuales de su geografía e identificar fenómenos de horizonte cronológico más breve, con ello, mejorando la definición de medidas locales y regionales para el manejo del acuífero.

Es así que se considera conveniente una actualización operativa del Plan de Manejo al interior de cada COTAS cada quinquenio, y adicionalmente, una actualización detallada cada lustro, que progresivamente incorpore nuevas estrategias, indicadores e instrumentos de verificación acordes con los avances del momento.

Su indicador de seguimiento será la actualización sexenal detallada y la actualización anual de bases de datos y sistemas de información.

*Acción: Actualización periódica del Plan de Manejo del acuífero*

## **LE. Desarrollo de organismos operadores**

La zona de estudio requiere de consolidar Organismos Operadores u organizaciones similares, que contribuyan con la administración racional del agua y favorezcan una capacidad de mejorar el servicio a la población. En la medida que estos organismos existan y se consoliden, será posible mejorar las condiciones de manejo del agua. En principio es prioritario iniciar con el impulso de Organismos Operadores de localidades urbanas.

Adicionalmente, la actitud ante el agua debe cambiar, sobre todo debe aumentar la valoración de este recurso y la eficiencia de los sistemas comerciales debe incrementarse para repartir de manera más equitativa la responsabilidad económica de contribuir al sistema financiero del agua en cada localidad. Un incremento en la micromedición, junto con una adecuación de las tarifas en forma diferencial, permitirá mejorar la captación de ingresos y sobre todo, desincentivará el desperdicio y el uso irracional del agua. Es necesario que también se incremente la eficiencia

física de los Organismos Operadores, sólo así se logrará revertir el círculo vicioso que caracteriza a los Organismos Operadores no consolidados.

**LA: Creación y consolidación de organismos operadores o instituciones similares**

*Acción: Incremento de la eficiencia comercial de los organismos operadores*

Acción. Creación de organismos operadores o instituciones similares.

## **7.2.4 Líneas Estratégicas de Objetivo 5**

Los Consejos de Cuenca son entidades multisectoriales que pretenden dar soluciones integrales a diferentes problemas vinculados al agua dentro de un cuenca definida, sin embargo, enfrentan diversas circunstancias que no permiten su adecuado desempeño.

Es necesaria la consolidación económica de cada uno de los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares para lograr la creación y fortalecimiento de sus Gerencias Operativas así como de cada uno de sus grupos de trabajo.

Se recomienda también el intercambio de experiencias entre Consejos, comisiones, y COTAS regionales y nacionales para lograr mayores impactos en las decisiones tomadas así como fomentar una integralidad regional en las soluciones y programas diseñados para cada caso. Es también recomendable la profesionalización de los integrantes de cada uno de estos órganos de consulta, dado que existe la necesidad de tener la capacidad de administrar los diversos programas y proyectos diseñados, así como gestionar múltiples acciones propias de una representatividad de este tipo.

La consolidación de cada uno de los Consejos de Cuenca y órganos auxiliares, no solo depende de aspectos financieros y de voluntad de cada sector participante, su estructura representativa multisectorial representa una gran oportunidad para enriquecer la discusión acerca de las decisiones que se deban tomar para la solución de la problemática que afecta a una cuenca en particular, aunque esta apertura a la participación de todos los sectores represente, en ocasiones, dificultad para alcanzar el consenso.

En algunos casos, la presencia de usuarios poderosos inclina la balanza a sectores específicos que causan la molestia del resto de los participantes. En este caso la exigencia válida de apoyos no debe convertirse en herramienta de presión con fines distintos a la optimización del recurso hídrico.

**LE: Reglamentación del manejo del agua subterránea**

**LE: Reglamentación del manejo del agua subterránea**

Establecida en la Ley de Aguas Nacionales como una facultad del Ejecutivo Federal, los Reglamentos Específicos se reconocen como instrumentos legales para aplicar lineamientos restrictivos en el aprovechamiento de aguas subterráneas; así pues, tiene como finalidad fijar los volúmenes de extracción, uso y descarga que se podrán autorizar al amparo de los resultados técnicos de regionalización hidrológica efectuada con esta finalidad.



Al denotar impactos directos en los usos del agua, el establecimiento de un Reglamento de aprovechamiento de aguas subterráneas, requiere del conceso de todos los involucrados, comprometiéndose a efectuar las acciones necesarias para la estabilización del acuífero, en primer instancia, y la recuperación de niveles freáticos, posteriormente.

Esta Línea Estratégica es prioritaria dentro del conjunto de acciones contenidas en este documento, por lo cual, su diseño e implantación se requiere en la brevedad posible.

#### **LA: Reglamentación del manejo del agua subterránea e incentivos a usuarios**

Acción: Reglamentación de aprovechamientos de agua subterránea, beneficios y penalizaciones

*Acción: Reglamentación de aprovechamientos de agua subterránea, beneficios y penalizaciones*

Para fines de reglamentación, y con base en los resultados de los estudios técnicos respectivos, habrá de subdividirse al acuífero conforme a su nivel de sobreexplotación, abatimiento anual y escenarios de desarrollo social, económico y productivo (Grupos).

La relocalización de pozos, los cambios de uso y la transferencia de derechos que implique un cambio de Grupo, deberán estar sujetos a la reducción de respectivos volúmenes concesionados en la proporción que el propio estudio técnico establezca con fundamento.

De manera general, la relocalización de pozos dentro de un mismo Grupo podrá ser autorizada a expensas de reducir su volumen de extracción; sin embargo, la relocalización, cambio de uso y/o transferencia de derechos no deberá ser permitida cuando se pretenda ubicar el nuevo aprovechamiento en un Grupo de mayor sobreexplotación al original.

Por otra parte, el Reglamento deberá de observar la jerarquía de prelación en usos del agua, no podrá autorizar cambios de uso domestico y/o público-urbano a cualquier otro.

Importante es señalar, que al igual que en la estrategia de Banco de Agua mencionado en este Plan, los volúmenes de agua correspondientes a las reducciones aplicadas, deberán quedar liberadas **a favor del acuífero, no debiendo ser objeto de nuevas concesiones**, en tanto los estudios técnicos respectivos no demuestren que se ha llegado al equilibrio hidrológico.

#### **LE: Comunicación y difusión**

##### **LA: Eficiencia en el consumo**

Acción: Reuso y reducción de consumo

Entre las acciones que la sociedad en general puede realizar para efectos de un mejor uso del agua en la región se destaca la reducción en los consumos cotidianos que efectúa. Bajo esta expectativa, se ha desarrollado diversas tecnologías que permiten un uso más eficiente del agua en diferentes sectores.

En el ámbito doméstico, deberá promoverse la sustitución de dispositivos que no favorezcan la reducción en el consumo, principalmente en llaves y regaderas. En el sector industrial, los mecanismos de auditorías ambientales pueden identificar las áreas de oportunidad en el reuso y reducción de agua en sus procesos principales y servicios auxiliares. En este sentido, la autoridad competente deberá promover los beneficios que tiene la auditoría ambiental voluntaria, no solo para el cumplimiento de la legislación y normatividad vigente, sino como una alternativa para incrementar su utilidad y disminuir el impacto al medio ambiente, amén de ser objeto de incentivos fiscales y comerciales de diferente carácter.

En el sector servicios (escuelas, hospitales, centros penitenciarios, oficinas gubernamentales, etc.), para el caso de inmuebles nuevos, la normatividad de construcción deberá de promover el uso exclusivo de dispositivos ahorradores en suministros de agua y luz, sólo por mencionar algunos ejemplos. Para el caso de inmuebles actualmente en funcionamiento, se deberá promover la sustitución de dispositivos que no cumplan con el ahorro del agua, reuso de la misma, así como el tratamiento de los volúmenes residuales generados.

Para que el usuario en general, de el paso hacia la sustitución de dispositivos ineficientes se deberá difundir por los medios adecuados, el catálogo de productos disponibles en el mercado, indicando el nivel de eficiencia y su cumplimiento con la norma respectiva.

En esta Acción no se trata lo relacionado con el sector agrícola dado que esta situación se aborda ampliamente en el Objetivo 1.

#### **LA: Programa de ahorro y cultura del agua**

El objetivo principal del Programa de ahorro y cultura del agua es reducir el consumo del líquido sin realizar modificaciones técnicas en los equipos y dispositivos de consumo. Son programas basados en campañas de comunicación para incentivar el ahorro voluntario para disuadir a los usuarios de actitudes despilfarradoras.

Es importante recordar que es necesario segmentar al público objetivo, de tal forma que se diseñen estrategias de mayor penetración según los auditorios trabajados (niños, estudiantes de todos los niveles, trabajadores, amas de casa, ejecutivos, asociaciones y oficinas de gobierno, usuarios agrícolas, etc.).

*Acción: Educación escolar y ecoauditorias en centros educativos*

Como parte de una educación ambiental integral, que involucre el ahorro del agua como elemento sustancial, se pretende establecer acciones con la vinculación entre los centros de enseñanza y la autoridad del agua. Tal interacción se da con la visita de técnicos capacitados en los centros educativos con la finalidad de fomentar una cultura de la prevención en el aprovechamiento adecuado del agua.

A través de dinámicas grupales, se pretende difundir la enseñanza para la detección temprana de fugas y su reparación correcta, el incremento en la racionalización del agua, la reutilización de la misma, así como su conservación en cantidad y calidad.

*Acción: Creación de espacios municipales para la Cultura del Agua*

La finalidad de estos espacios es promover la concientización y la cultura del buen uso del recurso hídrico en el estado. Estará dirigido a todo tipo de público no importando su edad o condición educativa. Para lograr su cometido podrá efectuar las siguientes actividades.

1. Exposición permanente El ciclo del agua, su origen, transformación y destino.
2. Exposiciones temporales. Las cuales describirán de manera más puntual la importancia del agua en la cotidianidad de nuestras vidas.
3. Conferencias y/o pláticas en torno a la problemática del agua en el estado y estrategias de solución posibles.
4. Demostración de formas de ahorro de agua en la vida cotidiana
5. Diseño y distribución de información en torno al tema del cuidado de agua
6. Proyección de documentales y/o películas, o cualquier material didáctico en formato visual que contribuya al objetivo de concientización buscado.

Se pretende que todos los municipios involucrados en el área geográfica del acuífero referido tenga al menos un espacio para la cultura del agua. De ser posible, las cabeceras municipales deberán contar con uno. Se recomienda la gestión de tales espacios en instalaciones de Organismos Operadores, Presidencias Municipales, o instituciones educativas que reúnan las características adecuadas.

El responsable del este tipo de lugares deberá de diseñar el programa anual de actividades, la estimación y gestión de los recursos económicos necesarios, el diseño e instalación de la museografía, el diseño del plano

base de distribución de espacios, las necesidades de equipo electrónico e inmobiliario, el diseño y desarrollo de actividades lúdicas y/o de enseñanza, la promoción del lugar, y otras actividades vinculados con el propósito que se sigue.

Como evento principal, anualmente se deberá desarrollar la Semana del Agua, evento máximo en torno a las funciones de cada espacio municipal del agua instalado. Para esta actividad, se recomienda que parte del financiamiento necesario se gestione con organismos no gubernamentales asociados a la difusión de una educación ambiental y/o cuidado del agua. (Ver Acción: *Financiamiento complementario*).

*Acción: Difusión del uso eficiente de agua en medios de comunicación*

Dada la cobertura que es posible alcanzar con los medios de comunicación, es necesario gestionar espacios de transmisión radiofónica y/o impresión en periódicos y revistas que tengan la finalidad de promover la concientización en torno al uso adecuado del agua en el centro del estado de Zacatecas.

En el ámbito de la radio y/o televisión, se recomienda no gestionar programas temáticos como tales, dado el nivel de producción que se requiere, sino más bien, convenir espacios (“invitaciones”) dentro de programas radiofónicos o televisivos de amplia audiencia. Se vislumbra que una intervención semanal, bajo este esquema de “invitación” abordando temas específicos, puede generar mejores resultados al no saturar a la audiencia, incentivando su interés en vez de generar escepticismo o rechazo.

En medios impresos, se persigue la misma estrategia que en la radio, generando columnas periódicas desarrolladas por algún responsable institucional, o a partir de la invitación que la autoridad del agua haga a algún especialista en la materia para escribir sobre un tema de interés general relacionado con el agua en el estado.

Para este caso, se recomienda que la Comisión Estatal del Agua genere el contacto y los acuerdos de colaboración entre las instituciones participantes y los medios de comunicación interesados.

## **LE. Consolidación técnica y financiera del COTAS**

### **LA: Consolidación administrativa del COTAS**

Acción: Capacitación técnica-administrativa para la gerencia Operativa del COTAS

Conocer la profundidad de las problemáticas derivadas del manejo del agua subterránea y su implicación en los sectores sociales, económicos y

ambientales, es necesario tanto a nivel de tomadores de decisión, usuarios, como de sociedad en general.

Los primeros, para generar respuestas coherentes en términos del diseño de programas ambientales o programas vinculados directamente al ambiente, requieren el conocimiento real de los procesos hidrológicos y del impacto de la alteración de éste en la vida social y económica de la región. Por otra parte, los usuarios del agua subterránea requieren conocer cómo es la interacción de su actividad en cuanto a la dinámica de los volúmenes de agua almacenada en el subsuelo.

Se identifica también, la necesidad de difundir la información generada por las autoridades del agua, instituciones educativas o especialistas en el tema, dando con ello, mayor oportunidad de conocimiento general para incrementar la participación informada y responsable de los diferentes actores involucrados.

Dado que la información objetiva, clara y oportuna es base de una buena toma de decisiones, se deberá de generar información impresa, digital y audiovisual que promueva y difunda las funciones y alcances del COTAS y la Gerencia Operativa en el manejo sustentable del agua; la legislación y normatividad aplicable a los diferentes sectores vinculados al agua en la región; manuales de capacitación técnica; y, difusión de información general que ayuden al cumplimiento de los diferentes objetivos del presente Plan de Manejo.

Se pretende la necesidad de que la Gerencia Operativa de los acuíferos ACCH tenga dos eventos de capacitación anuales, al igual que los Usuarios Vocales y usuarios en general.

Se pretende que el número de participantes de la Gerencia Operativa para efectos de capacitación presencial sea de dos, por lo cual se estarían realizando cuatro eventos por año, con un costo anual de \$40,000 MN, cifra que incluye gastos de traslado, alimentación y hospedaje. En cuanto a la capacitación a Usuarios Vocales y usuarios en general, se estima apropiado la realización de dos eventos anuales con un mínimo de 20 participantes en los cuales se deberá contratar a exponentes profesionales en diferentes áreas de especialización; es costo anual estimado es de \$100,000 MN, costo que incluye la renta de espacios para la capacitación, traslado de participantes, material impreso y servicios de cafetería. En lo referente a la difusión de información, se planea generar dos procesos de diseño, impresión y difusión de información diversa con un costo anual de \$10,000 MN (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Financiamiento estimado para efectos de capacitación e información

Actividad	Elemento	Número de participantes	Eventos anuales	Eventos anuales total	Costo unitario estimado por evento	Costo anual	Costo horizonte de planeación
Capacitación	Gerencia Operativa	2	2	4	\$10,000.00	\$40,000.00	\$1,200,000.00
	Vocales Usuarios y usuarios en general	>20	2	2	\$50,000.00	\$100,000.00	\$3,000,000.00
Información	Difusión de información diversa	No aplica	2	2	\$5,000.00	\$10,000.00	\$300,000.00
TOTAL			6	8	\$65,000.00	\$150,000.00	\$4,500,000.00

Con base en lo anterior, la cifra anual para efectos de cumplimiento de esta Línea de Acción es de \$150,000 MN, lo que proyecta una inversión al año 2040 de \$4.5 MDP, cifra que resulta verdaderamente marginal respecto al total necesario para efectuar el actual Plan de Manejo, pero que sin embargo, es elemento vital para gestionarlo y administrarlo de manera correcta.

Es importante hacer notar, que para efectos de una mejor gestión al interior de COTAS ACCH, es necesario que la Gerencia Operativa adquiera el conocimiento complementario en los siguientes rubros:

- Legislación y normatividad del sector hídrico ambiental
- Manejo integral de cuencas
- Gestión de financiamiento en el sector hídrico y ambiental
- Manejo de tecnologías de la información (bases de datos, sistemas de información geográfica, etc.)
- Capacitación técnica (en áreas de agroecología, manejo de residuos sólidos, tratamiento y reuso de aguas residuales, conservación de suelo y agua, impacto ambiental, etc.).

*Acción: Diseño e implementación del Sistema de Calidad en el COTAS*

*Acción: Supervisión y seguimiento del Plan Anual de Trabajo del COTAS*

#### **LA: Vinculación institucional, social y financiera**

Acción: Formación de recursos humanos e integración de infraestructura operativa para el COTAS

Acción: Convenios de capacitación, investigación y transferencia de tecnología entre instituciones educativas y de investigación

Acción: Financiamiento complementario

### **7.2.5 Líneas Estratégicas de Objetivo 6**

Como parte de una estrategia óptima en el manejo de los recursos hídricos, se considera la adopción de planes de respuesta efectiva que tengan la finalidad de mitigar los efectos adversos de futuras Contingencias Climatológicas en la zona de interés.

La región de influencia de los acuíferos Calera se ubica en zona intrínseca a fenómenos hidrometeorológicos extremos, siendo las sequías la de mayor importancia por su impacto económico, social y ambiental. En términos del presente esfuerzo de planeación hídrica, es necesario considerar a las sequías como el factor de mayor riesgo en cuanto al manejo sustentable y continuo del recurso hídrico en la región.

Es importante mencionar que los conceptos de sequía, estiaje y aridez difieren notablemente. La sequía es un fenómeno atípico en el transcurso de la historia climatológica de una zona determinada, caracterizado por la escases de agua debido a la disminución o ausencia de precipitaciones e incremento de la insolación la cual repercute en el aumento de evapotranspiración y evaporación hídrica; el estiaje se define como la escases natural de agua por causas de estacionalidad climática, es decir, la estacionalidad de lluvias marca la “época húmeda y seca del año”; finalmente, la aridez es una condición normal de zonas con condiciones de baja precipitación pluvial a lo largo de periodos de tiempo sumamente largos.

Tanto la sequía, estiaje y aridez, se acentúan por factores antropogénicos como la oferta y la demanda del recurso, la administración del mismo, la construcción de infraestructura hidroagrícola, etc.

La sequía afecta de manera importante la región, principalmente a sus zonas de temporal, ganaderas y poblaciones. En el caso de la agricultura de riego, las sequías reducen el almacenamiento de las presas y afectan extensas superficies productivas, su duración multianual incrementa el volumen de extracción de agua subterránea, agravando la sobreexplotación de los acuíferos.

Ante el panorama anteriormente descrito, es necesario señalar diversos puntos:

- Una contingencia climatológica (sequía, helada, granizada, etc.) es un fenómeno natural (evento desestabilizador de un sistema) para el cual es necesario un proceso de adaptación por parte de la población directamente involucrada.
- La contingencia climatológica se transforma en desastre natural cuando existe falta de prevención e insuficientes medidas de mitigación antes, durante y después de cada evento desestabilizador.

- Los costos económicos, ambientales, sociales y productivos son ostensiblemente superiores en la fase de reconstrucción de daños que en la fase de prevención y mitigación.
- La intensidad de contingencias climatológicas se vislumbran cada vez mayor, y su presencia se torna errática e impredecible.
- Mientras no exista un control real en el ritmo de extracciones de agua subterránea, el sobreaprovechamiento de éstas en épocas de contingencia climatológica pone en riesgo el esfuerzo para estabilizar el acuífero, y lograr posteriormente, su recuperación.
- El comprometer volúmenes de agua más allá de lo razonable esperando que en el futuro la sequía se revierta puede ser contraproducente, incrementando el riesgo de escases en el futuro.

Se reconoce que el actual Plan de Manejo representa en sí una de las medidas de prevención y mitigación para efectos de la presencia de Contingencias Climatológicas por fenómenos hidroclimatológicos.

A partir de lo anterior, la prevención y mitigación de contingencias por eventos de sequía en el acuífero Aguanaval requiere del trabajo coordinado de los tres órdenes de gobierno, sociedad y sector productivo. Por ello, como elemento estratégico, es necesario, en el corto plazo, generar un Convenio de Coordinación Marco entre la SAGARPA y el Gobiernos Estatales de Tlaxcala Zacatecas, para la conjunción de acciones y recursos de apoyo a sectores productivos bajo el esquema del Programa de Atención a Contingencias Climatológicas (PACC), y específicamente del Fondo de para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC).

En sí, el Plan de Contingencias se destaca en dos etapas:

**Etapas Preventiva:** Como se ha dicho anteriormente, la implantación y ejecución del presente Plan de Manejo representa en sí la mejor opción para la adaptación y mitigación de impactos generados por contingencias climatológicas. Sin embargo, se requiere también de otras acciones coadyuvantes:

*Monitoreo hidroclimatológico.* Este monitoreo se viene realizando de manera ininterrumpida por el Servicio Meteorológico Nacional, y por lo tanto, las organizaciones de productores, así como usuarios en general, son responsables de su oportuna conocimiento a través de los distintos medios para ello. En sí, la dependencia en cuestión genera el respectivo Boletín Meteorológico a nivel nacional, situación que debe tomarse como herramienta oportuna para adecuarse a las condiciones hidroclimáticas venideras.

*Capacitación e información.* Dado que el sector agrícola enfrenta la mayor amenaza por contingencias climatológicas, la capacitación de este sector debe darse en términos técnicos referente a reconversión de cultivos, conservación de suelo y agua, conservación de ecosistemas, etc. Estas actividades están comprendidas en las Líneas



Estratégicas vinculadas al Objetivo Específico 3 Manejo sustentable de cuencas y acuíferos.

**Etapa Mitigación:** En cuanto a la mayor amenaza por contingencia climatológica, la identificación de la sequía representa en sí un reto importante. Se ha caracterizado a la sequía desde diversos puntos de vista (ambientales, sociales, económicos, etc.), sin embargo, en este momento solo nos enfocaremos a dos tipos de sequía; meteorológica e hidrológica. La primera se refiere a un retraso atípico de las condiciones de humedad estacional o bien la ausencia de lluvia en cortos periodos durante la época húmeda. La sequía hidrológica es más difícil de determinar, pero se presenta por periodos de mayor duración que la anterior, reflejándose en la disminución irrefutable de caudales, presas y acuíferos.

A partir de lo anterior, es necesario identificar en primera instancia el tipo de sequía, y promover en consecuencia las siguientes acciones:

*Sequia Meteorológica:* Dado que esta sequía es de corta duración, y sus repercusiones en la agricultura repercuten principalmente en el desarrollo fenológico de los cultivos, la autoridad competente, a partir de una evaluación previa, podrá promover el ajuste en fechas de siembra y cosecha, empleando para ello comunicación rápida y efectiva para efectos de mitigar en mayor medida los daños esperados.

*Sequia Hidrológica.* Dado que este tipo de sequía es de presencia indiscutible y por periodos de tiempo considerables, es necesario adecuar diversas etapas de producción.

*Uso de variedades agrícolas resistentes a la sequía.* Para este efecto, instancias de investigación superior como el INIFAP y diversas universidades han generado un amplio campo de conocimiento en este tema.

*Sustitución de cultivos tradicionales por cultivos alternos,* aun a costa de una posible reducción en términos de rentabilidad económica.

*Reducción de extensión agrícola.* Dado que mayor extensión sembrada requiere de mayores volúmenes de agua, se recomienda la asignación limitada de subsidios para control de superficies sembradas.

Para el conjunto de los acuíferos Aguanaval, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) determina que en el periodo de 2000-2008, se han generado 84 Declaratorias relacionadas con fenómenos hidroclimatológicos incluyendo contingencias climatológicas, desastres y emergencias. De esta información se desprende que el 32.1% se refieren a fenómenos de sequía.

Tabla 28 Declaratorias de emergencia, desastre y contingencia climatológica por fenómenos hidrometeorológicos en la zona de influencia del acuífero Chupaderos (2000-2008).

Fenómeno Hidrometeorológico	Contingencia climatológica	Desastre	Emergencia	Total Declaratoria
Sequía	13	14	0	27
Lluvia Atípica o Extremas	1	10	8	19
Granizada o Helada	5	0	6	11
Inundaciones	0	0	3	3
Bajas Temperaturas	0	0	24	24
Total	19	24	41	84

Fuente. CENAPRED. Sistema Integra de Información sobre Riesgos de Desastre. 2009

### LE: Monitoreo hidroclimatológico

La zona centro del estado de Zacatecas, así como la mayor parte del país, se encuentra expuesto al efecto de las sequías. Durante las sequías, la precipitación disminuye y la temperatura aumenta. Existen diversos criterios para definir lo que es una sequía, que para fines oficiales, se apega a una reducción de la precipitación con condiciones estadísticas precisas. Al no haber precipitación, también se reduce la recarga natural hacia los acuíferos, además dado que los cultivos en las zonas de riego no reciben la precipitación esperada, resulta necesario compensar esa deficiencia de humedad por medio de agua subterránea. Esta situación puede ser aún más grave cuando las tierras cuentan tanto con fuentes superficiales (presas), como subterráneas (pozos), pues durante las sequías, las fuentes superficiales también reducen su oferta de agua.

De este modo, la conjunción de una menor recarga por deficiencia de lluvia, conjugada con una mayor demanda de agua, pueden causar un déficit en las reservas de aguas subterráneas. En aquellos acuíferos que ya se encuentran sobreexplotados, este déficit tiende a incrementar más aún el abatimiento de los niveles de bombeo.

### LA: Sistema de Alerta

Dentro de la etapa preventiva para combatir los efectos de los eventos climatológicos extremos, la información oportuna de la incidencia y magnitud de este tipo de eventos es muy importante para afrontar en tiempo y forma las amenazas venideras. Por esta razón, se deberán facilitar los canales de comunicación y difusión más eficientes para que el grueso de usuarios, principalmente agrícolas, adopte las medidas pertinentes. Por esta razón, se pretende el desarrollo de las siguientes acciones específicas.

**Acción:** Desarrollo de sistema de monitoreo y alerta para detección temprana de eventos hidroclimatológicos extremos

**Acción:** Boletín informativo de condiciones hidroclimatológicas

**LE: Investigación y transferencia de tecnología para adaptación a fenómenos hidroclimatológicos extremos**

Es necesario contar con un estudio de los distintos componentes de la sequía, así como de aquellos elementos más susceptibles, vulnerables y en riesgo de ser afectado por estos eventos.

En este sentido, es conveniente la integración de un Atlas de Riesgos Hidroclimatológicos para la región centro del estado de Zacatecas, mismo que represente el efecto histórico de las sequías, inundaciones y heladas y defina la vulnerabilidad de las actividades y el riesgo derivado de la gama de eventos probables. El atlas habrá de definir una zonificación de la región, misma que establezca las áreas de mayor riesgo y proponga a grandes rasgos las alternativas de prevención ante estos eventos y señale algunos protocolos de emergencia activos y viables.

**LA: Transferencias de tecnología**

**Acción:** Adaptación a condiciones hidroclimatológicas extremas a través de la adopción de técnicas de cultivo sustentables y uso de variedades resistentes a condiciones extremas.

**Acción:** Diseño de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para mitigación de los efectos de sequías

**Acción:** *Definición de fuentes de abastecimiento de agua potable para las localidades durante las sequías*

**Acción:** *Plan de contingencia para enfrentar los efectos de la sequía*

**LA: Investigación y tecnologías de adaptación y mitigación a sequías**

Acción: Creación de Atlas de riesgos hidroclimatológicos

**LE: Capacitación a usuarios**

Como parte de una estrategia para adaptarse, mitigar y compensar los impactos derivados de fenómenos meteorológicos extremos, se requiere que los usuarios en general, adquieran el conocimiento teórico y práctico específico para cada eventualidad. Por ello, es necesario la capacitación respectiva a todos los sectores usuario involucrados.

**LA: Capacitación a sectores usuarios**

**Acción:** *Capacitación a usuarios del sector agrícola para mitigar los efectos derivados de sequias y fenómenos hidroclimatológicos extremos*

**Acción:** *Capacitación a usuarios del sector público-urbano para mitigar los efectos derivados de sequias y fenómenos hidroclimatológicos extremos*

**Acción:** *Capacitación a usuarios de sectores industrial, pecuario y servicios para mitigar los efectos derivados de sequias y fenómenos hidroclimatológicos extremos*

## POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA ESTE OBJETIVO

Dado que las presentes Líneas Estratégicas y de Acción involucran acciones multisectoriales, es importante identificar las posibles alternativas de financiamiento.

Dentro de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, se identifican los siguientes Programas y Componentes.

**Programa: Prevención y Manejo de Riesgos.** *El objetivo es apoyar a los productores agropecuarios, pesqueros, acuícolas y otros agentes económicos del sector rural para la prevención, manejo y administración de riesgos, a través de instrumentos que atiendan problemas de mercado y de financiamiento, sanidad e inocuidad y ocurrencia de desastres naturales.*

**Componente: Atención a Desastres naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero.** *El objetivo específico es que los productores del medio rural cuenten con apoyos para la prevención y manejo de riesgos derivados de desastres naturales perturbadores, relevantes, y fortalecer la cultura de la prevención de riesgos.*

*La población objetivo es: productores agropecuarios, pesqueros y acuícolas del medio rural de bajos ingresos que no cuenten con algún tipo de aseguramiento público o privado agropecuario, acuícola y pesquero, que se vean afectados en sus activos productivos elegibles por los siguientes fenómenos naturales perturbadores relevantes, para la actividad agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola:*

*a) Fenómenos Hidrometeorológicos: i. Sequía; ii. Helada; iii. Granizada; iv. Nevada; v. Lluvia torrencial; vi. Inundación significativa; vii. Tornado; viii. Ciclón*

*b) Fenómenos Geológicos: i. Terremoto; ii. Erupción Volcánica; iii. Maremoto; iv. Movimiento de ladera*

### 7.2.6 Líneas Estratégicas de Objetivo 7

En la actualidad, se reconoce un incremento notable de temperatura atmosférica a nivel global, y aunque en parte, se vincula a causas naturales, se asocia fuertemente al aumento de gases de efecto invernadero producido antropogenicamente (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CFC).

La alteración del comportamiento climático global tiene repercusiones directas en el ciclo hidrológico, relacionándose de manera directa con el incremento de intensidad de fenómenos hidrológicos extremos como son lluvias, huracanas, nevadas, sequías, etc. Desafortunadamente, tales incrementos no necesariamente conllevan a una identificación temprana para efectos de prevención de daños, su despliegue errático en términos geográficos y temporales elevan la peligrosidad de sus efectos.

Sus consecuencias producen impactos diversos según el ámbito geográfico, social y económico en el cual ocurren. Dada las condiciones orográficas de la República Mexicana, el centro norte del país despliega regiones con condiciones semiáridas y áridas intrínsecas. Tal es el caso del estado de Zacatecas. Es por ello, que la alteración del ciclo hidrológico incide negativamente en la

disponibilidad de agua superficial y subterránea, acentuando condiciones de escasez natural que pueden conducir al inicio de una etapa de desertificación.

Para el caso específico del centro del estado de Zacatecas -región en la cual se localiza el acuífero Aguanaval, el cual se encuentra en nivel de sobreexplotación crítico-, la posibilidad de analizar de manera profunda los posibles impactos del calentamiento global en la gestión y administración del agua es notablemente relevante, sin embargo, el nivel de estudio a nivel regional es escaso, sujetos a adecuaciones que eleven el nivel de precisión hasta hoy generado, dado que los modelos de circulación empleados no tienen la resolución necesaria para determinar conclusiones a nivel de cuenca hidrológica aunque sí permiten establecer tendencias de comportamiento, además, se destaca la insuficiencia de datos de calidad suficiente y desarrollo incipiente de modelos apropiados que carecen de calibración específica a condiciones particulares.

En la actualidad, el estudio de los potenciales efectos del calentamiento global en la agricultura de riego son aspectos poco estudiados, y dada la heterogeneidad de cultivos y condiciones bióticas y abióticas involucradas, particularizar tales efectos eleva la dificultad de su análisis. Aún así, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, empleando un modelo de simulación biológica (DSST), determinó que para el maíz producido dentro del Distrito de Riego 041 Río Yaqui se requerirían de 350 hm<sup>3</sup> adicionales a los que actualmente se requieren.

Tales cifras deben tomarse desde un punto de vista meramente indicativo, ya que las condiciones específicas de cultivo y región geográfica varían notablemente a todo lo ancho y largo de la República Mexicana.

#### **LE: Estrategias para el manejo de efectos derivados del cambio climático global**

##### **LA: Adaptación, compensación y mitigación de efectos derivados del cambio climático global**

*Acción: Mecanismos de adaptación, compensación y mitigación en el sector agrícola*

*Acción: Mecanismos de adaptación, compensación y mitigación en el sector público-urbano*

*Acción: Mecanismos de adaptación, compensación y mitigación en sectores usuarios: industrial, pecuario y servicios*

#### **LE: Investigación del cambio climático y su incidencia en el ciclo hidrológico**

En la cuenca tanto el cambio climático y particularmente el hidrológico, son fenómenos que definen una tendencia para cada una de las variables del ciclo hidrológico. El calentamiento global constituye un factor que de acuerdo con los pronósticos, puede reducir la lluvia e incrementar la temperatura, con lo cual se incrementaría la demanda del agua con las consecuencias que ello implica.

##### **LA: Prevención de efectos derivados del cambio climático global**

*Acción: Definición de estrategias para el manejo de agua ante los escenarios del cambio climático global*

*Acción: Actualización de la disponibilidad del agua de acuerdo con los escenarios esperados del cambio climático global*

*Acción: Identificación de efectos del cambio climático y alternativas de mitigación*

## **7.2.7 Líneas Estratégicas de Objetivo 8**

### **LE: Orientación y asistencia al contribuyente de aguas nacionales**

Todo marco jurídico mejorará la calidad de vida en la medida que se aplique. La Ley de Aguas Nacionales es un instrumento necesario para la equidad y sustentabilidad en el manejo del agua. La Ley Federal de Derechos define las participaciones y responsabilidades de los usuarios de las aguas nacionales, que son respuesta a su derecho de aprovechar tanto el agua con los cuerpos de agua y bancos de materiales. Es por ello necesario que todos aquellos usuarios a quienes corresponde la obligación de contribuir a través de un pago de derechos, tengan conocimiento de sus obligaciones y de los procedimientos para cumplir con ellas en tiempo y forma. Para ello, es conveniente la sinergia con módulos de información ubicados en todos los municipios ubicados dentro de los acuíferos, donde exista orientación a los contribuyentes

#### **LA: Asistencia fiscal a los contribuyentes**

*Acción: Establecimiento de ventanillas únicas o Centros integrales de Servicio*

### **LE: Presencia fiscal y administrativa entre contribuyentes de aguas nacionales**

#### **LA: Aplicación efectiva de la normatividad**

*Acción: Auditorias fiscales emitidas a contribuyentes omisos o morosos (incluye revisiones fiscales y visitas domiciliarias)*

### **LE: Mecanismos de control previstos en la Ley de Aguas Nacionales**

La aplicación efectiva de la normatividad cuenta ya actualmente con procedimientos establecidos para garantizar el ejercicio pleno y oportuno de la Ley. No obstante, en la realidad dichos instrumentos han carecido de suficientes recursos e instrumentos materiales, humanos, técnicos y económicos para su aplicación. Asimismo, las deficiencias en la precisión de los datos de los aprovechamientos y en general en los bancos de información, dificultan la confirmación de los elementos necesarios para aplicar la normatividad. De este modo, la ejecución de las medidas previamente descritas, permitirá hacer la aplicación del marco normativo y con ello, proteger las aguas nacionales, que son un patrimonio de la sociedad.

#### **LA: Inspección de usuarios de aguas nacionales y de cauces**

*Acción: Visitas de inspección a usuarios previamente regularizados con medidor*

*Acción: Instrumentación y aplicación de medidas legales a usuarios que no cumplan con la LAN*

### **LE: Esquemas recaudatorios en materia de aguas nacionales**

**LA: Incentivar programas recaudatorios que estimulen la inversión federal dentro del acuífero**

*Acción: Aplicación de incentivos y esquemas recaudatorios a usuarios de cuerpos receptores de descargas que propician el tratamiento de las aguas residuales y su reuso.*

*Acción: Aplicación de incentivos y esquemas recaudatorios a usuarios agrícolas*

**LE: Padrones de usuario y contribuyentes de las aguas nacionales**

Es conveniente integrar padrones de usuarios con información accesible para las instituciones, con información para contactarlos, acceder a sus aprovechamientos y conocer tanto el nombre del titular de cada concesión, como el usuario en turno. Es conveniente ligar estas bases de datos a los sistemas de información e igualmente es necesario que dichos bancos de información se unifiquen, para evitar la duplicidad de bases de datos, la ineficiencia en la actualización de los datos y una confiabilidad limitada en cada caso.

**LA: Actualización de padrón de usuarios**

*Acción: Censo actualizado de aprovechamientos con una validación en sitio de los títulos de concesión*

**LE: Mecanismos para medición de aguas nacionales**

Tal como se enfatiza en objetivos anteriores, la medición de las aguas es la base para conocer con precisión el volumen aprovechado y tomar medidas para el control del recurso hídrico. Dado que actualmente es una minoría la que cuenta con medidores, es necesaria la colocación de éstos y a través del horizonte de planeación reemplazarlos cuando se requiera

**LA: Colocación de medidores volumétricos en sectores específicos**

*Acción: Colocación de medidores volumétricos en captaciones y programa de lecturas en sector industrial, pecuario y servicios*

## 8 COSTOS Y FINANCIAMIENTO

### 8.1.1 Costos

Para el horizonte de planeación al año 2040 se estima requerimientos de inversión por un monto total de 847 MDP (Tabla 29).

*Tabla 29 Costos requeridos por objetivo en el horizonte de planeación 2040 (MDP)*

Objetivo	Total
Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola	444,810
Incrementar el acceso y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento	91,433
Promover el manejo integrado del agua en cuencas y acuíferos	216,000
Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico	20,496
Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del buen uso	31,686
Prevenir los riesgos derivados de los fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos	22,000
Evaluar los efectos del cambio climático e hidrológico global y local	3,600
Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la LAN en materia administrativa	17,890
<b>Total general</b>	<b>847,915</b>

Se estima que la reducción de aprovechamientos de agua subterránea, provocando un ahorro anual por subsidios y energía para la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de 150 MDP; para usuarios de 92 MDP, equivalente a 7,260 MDP en 30 años.

Se calcula que el beneficio total será de 16,120 MDP (7,260 MDP por evitar una pérdida de reserva y 8,860 MDP por incremento en la productividad del agua).

A partir del costo total requerido de inversión menos el beneficio total se establece que el beneficio neto es de 15,273 MDP.

### 8.1.2 Financiamiento

El financiamiento en los procesos de planeación hídrica en México pueden catalogarse en tres grandes rubros.

**Fuentes convencionales:** generalmente son de carácter federal y estatal, los cuales tienen su origen en fondos públicos provenientes de recaudación, deuda o financiamiento externo. En este caso, la participación a nivel municipal es escasa, y en el mejor de los casos limitada. Los sectores principalmente apoyados son el agrícola y público-urbano.



**Fuentes alternas:** referente a esquemas de participación privada a través de contratos de prestación de servicios, co-participación en proyectos de inversión, hasta concesiones parciales o totales. Estas alternativas hasta hoy día se han presentado principalmente en el sector público-urbano, en áreas como la administración de agua potable y saneamiento de aguas residuales.

**Fuentes no convencionales:** se refiere a mercados de capitales y emisión de bonos de deuda por parte de la entidad responsable del proyecto, requiriendo una gestión de mayor especialización además de que se requieren entidades solicitantes con estados financieros sanos, situación que no es del todo general para las circunstancias que abordamos.

Tradicionalmente, el financiamiento convencional ha sido limitado y discontinuo en términos de su ejercicio oportuno, situación que implica retrasos y deficiencias en la ejecución de obras y programas.

Se sabe también que los ingresos recabados por prestación de servicios en diferentes sectores, por mucho, son inferiores a las necesidades de inversión, dado que en el mejor de los casos, apenas son suficientes para gastos de operación y administración. Dicha realidad se recrudece en entidades de administración pequeñas, donde la capacidad humana, profesional y técnica rebasa la problemática de escases económica. Esto lo vemos claramente en Organismos Operadores, Comités o Juntas de Agua; Módulos o Unidades de Riego, Asociaciones pecuarias, etc. Por este motivo, gobiernos federales y estatales diseñan y ejecutan programas de financiamiento con recursos propios o externos, que tienen a paliar las diversas problemáticas en torno a la gestión de agua en el área de estudio.

Es así que el éxito de las estrategias propuestas en este Plan de Manejo no sólo depende de **incrementar las capacidades institucionales** hasta ahora observadas, sino **incrementar y mantener un estándar de competitividad** creciente en torno a dichas capacidades de gestión y administración de financiamiento, dentro del horizonte de planeación que actualmente contempla períodos que superan los veinte años, de tal manera que dentro de las primeras acciones multisectoriales es la **continuidad en las acciones** relacionadas directa e indirectamente con el recurso hídrico.

El caso más apremiante se da con la escasez de recursos destinados a acciones no estructurales pero que son torales para el éxito de cualquier planeación, local, regional ó nacional: la administración propia de los proyectos de planeación.

Si bien, en el actual marco jurídico se contempla que la Planeación Hídrica Nacional debe darse en conjunto con la sociedad civil y los usuarios, la mayoría de los COTAS –entidades de participación social dentro de los procesos de planeación- **carecen de recursos financieros que den certeza al funcionamiento de su órgano operativo** (Gerencia Operativa), y cuando los obtiene resulta incierta la constancia con la que continuarán recibiendo dichos recursos. Como consecuencia de esta situación, las iniciativas que se hacen a través de los años, caen durante lapsos en el olvido total, lapsos en los cuales **las Gerencias Operativas se ven disminuidas**

**hasta incluso desaparecer**, ocasionando con ello un estancamiento marcado en los fines que persigue el COTAS como tal.

Es así, que el planteamiento de un Plan, cualquiera que fuere, sugiere la **responsabilidad de identificar las fuentes de financiamiento que aseguren la ejecución de las acciones programadas**. Sin embargo, aún la propuesta que se redacta en un plan, es una propuesta y no un compromiso, de manera que resulta necesario **el diseño y seguimiento de acuerdos y compromisos (Convenios de Coordinación) que se encuentren a la estatura de las necesidades de cada acción y de su ejecución en tiempo y forma para lograr los objetivos y acercarse a un manejo sustentable**.

Importante es recalcar, que el COTAS como tal, carece de la capacidad real de gestión de financiamiento para efectos de la mayor parte del presente Plan de Manejo, toda vez que adolece de la experiencia en este rubro, amén de que mientras no existan Convenios de Coordinación entre entidades involucradas que favorezcan la puesta en marcha de diferentes acciones y actividades multisectoriales descritas en este documento, no tiene el sustento legal para gestionar dichas negociaciones. A partir de este hecho, incrementa su importancia las Líneas de Acción de los Objetivos 3 y 5 referentes a este tema.

Derivado de estas deficiencias, es necesario identificar cuáles son los recursos económicos, técnicos, humanos y materiales para cada una de las acciones del Plan de Manejo, definir también en su caso, las restricciones en torno al origen necesario de dichos recursos según las funciones institucionales y la normatividad, dado que por ejemplo, la aplicación de la Ley es una función que corresponde a las Instituciones del Gobierno y no a la sociedad civil, por ejemplo. No obstante, precisamente existen mecanismos alternos para proveer los recursos o cumplir con las funciones, y definir a una diversidad de opciones para hacer frente a los compromisos establecidos.

Aún cuando se propongan a los **responsables directos y corresponsables**, resulta necesario que la Gerencia Operativa, con apoyo del Comité Técnico, y en casos que así lo convenga, la Asamblea de Usuarios, den seguimiento a la ejecución del Plan de Manejo., pero mientras esta Gerencia Operativa **no se encuentre apropiadamente consolidada**, la implantación, la supervisión y el seguimiento de acciones se verá en riesgo.

La consolidación del COTAS no consiste en conseguir todos los recursos para realizar las acciones del Plan de Manejo, sino más bien, **conseguir los necesarios para que el COTAS tenga el personal suficiente y adecuado para coordinar a todos los responsables y corresponsables de las acciones** en la ejecución del Plan de Manejo.

Para alcanzar la autosuficiencia de gestión, actualmente existen recursos públicos que se disponen con cierta confiabilidad año con año, por lo común son insuficientes y erráticos, pero han sido la única fuente clara de financiamiento. Los COTAS han necesitado constituirse legalmente como asociaciones civiles, para ser sujetos de apoyo a través de **Fideicomisos**, que constituyen el instrumento apropiado para depositar los apoyos provenientes de las distintas fuentes – en principio de los gobiernos federal y estatal -. Se ha observado que **el financiamiento por parte de los mismos usuarios de las aguas subterráneas, ocasionalmente conlleva a un conflicto**

**de intereses al ser dichos usuarios juez y parte dentro del manejo de las aguas subterráneas, o bien, exigir “cuotas de poder o decisión” a cambio de sus aportaciones; sin embargo, mientras no existan suficientes fuentes de financiamiento, dichas alternativas no deben descartarse, y en todo caso, deben tomarse con la responsabilidad necesaria dentro del ámbito de equidad en lo jurídico y administrativo.**

En torno a los recursos de origen gubernamental es necesario que en el ámbito nacional evolucionen:

- ✓ Las reglas para la aportación de recursos a los Consejos de Cuenca y a sus órganos auxiliares. Esto, dando certeza al apoyo del gobierno a dichas instituciones.

En torno al financiamiento de las acciones específicas del Plan de Manejo, los recursos necesarios deben obtenerse para los distintos responsables y corresponsables de las acciones. La CONAGUA, como autoridad en materia de administración del agua, debe asegurar recursos para:

- ✓ Las acciones de **medición y control del aprovechamiento del agua** tanto en cantidad como en calidad, asimismo, para el monitoreo de los cuerpos de agua.
- ✓ **La ejecución de estudios y proyectos** necesarios de manera periódica o recurrente para el desarrollo sustentable.
- ✓ **La observancia y el cumplimiento del marco normativo** y más aún, así como para su evolución en forma específica a través de Reglamentos (del acuífero por ejemplo) y apéndices como son los lineamientos para el uso de aguas tratadas y para los bancos de derechos de agua.
- ✓ La **cultura del agua** en todos sus niveles y con el alcance que esta área de oportunidad significa como una base para hacer responsables a todos los actores del proceso del manejo del agua.
- ✓ La **adecuación de las reglas de operación de los programas de apoyo a municipios**, organismos operadores, usuarios agrícolas y otros tipos de usuario, mismos que guarden congruencia con las necesidades de inversión para el desarrollo en los distintos estratos socioeconómicos.
- ✓ Es necesario reconocer que la **plataforma de personal para llevar a cabo estas medidas**, lejos de ser un gasto económico (mayor gasto corriente para las instituciones), representa una inversión, ya que permitirá esquemas de organización y desarrollo con mayor mejora y que progresivamente tenderán a una mayor eficiencia y simplicidad en su control.

Asimismo, es conveniente que dentro de las reglas para el manejo del presupuesto dentro de las distintas cuencas y acuíferos del país, **se comprometa la proporción apropiada en la asignación de recursos a acciones no estructurales**, que siempre resultan de menor costo, pero por lo general, presentan un mayor rezago en su financiamiento; siendo estas la base para la organización y cooperación de los distintos responsables y corresponsables de las soluciones.

Es conveniente que así como debe asegurarse el ejercicio de las responsabilidades y corresponsabilidades, también debe asegurarse el financiamiento, con una propuesta de fuentes públicas y privadas, que aplicarán para acciones particulares del Plan de Manejo y en el caso de las fuentes privadas, requieren de un proceso de gestión que por lo común toma tiempo y particularmente con las instituciones de beneficencia o filantropía internacional, debiéndose adecuar a los parámetros requeridos para ser sujetos de financiamiento.

Desde décadas pasadas, el financiamiento externo (internacional) se ha ejercido a través de instituciones de desarrollo como Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional (JICA), entre otras instituciones más, pero existen otras fuentes de financiamiento poco atendidas hasta ahora como el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Corporación Andina de Fomento (CAF), Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), Socios Empresariales para el Medio Ambiente (BPD) y Asesoría de Infraestructura Pública-Privada (PPIAF).

Si bien las anteriores posibilidades de financiamiento están enfocadas para acciones de gran envergadura, como por ejemplo, la tecnificación de la agricultura, el incremento de infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento, por citar algunas, se aprecia que éstas están fuera de los alcances de los COTAS, sin embargo, para efectos de asegurar la continuidad de su órgano operativo (Gerencia Operativa) es factible el financiamiento a través de instituciones privadas.

Actualmente, Fundaciones como Gonzalo Rió Arronte, Fundación FEMSA, Fundación ICA, Fundación IPADE, Fundación Desarrollo Sustentable, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Fundación Grupo México, son sociedades que presentan altas expectativas para el financiamiento de diferentes acciones relativas al manejo sustentable del agua, dado que en sus misión y visión, el recurso agua es estratégico y altamente financiable.

Entre las acciones potencialmente financiables por instituciones privadas se enlistan las siguientes de manera enunciativa y no limitativa.

Capacidad de organización

Capacitación y transferencia de tecnología

Proyectos de alternativas de fuentes de abastecimiento

Atención a emergencias y desastres hidrológicos

Notable resulta que si bien el financiamiento es factible, podrá ser necesario adecuar estatutos, esquemas de administración o programas de trabajo, para efectos de obtener dicho apoyo económico, por lo que **una negativa inicial por parte de estas instituciones no implica la pérdida de posibilidades para financiar otras acciones**. Por ello, es necesario identificar claramente las acciones o programas capaces de recibir dicho financiamiento, situación que se indica en la respectiva Matriz de Proyectos.

Dentro del proceso de transversalidad interinstitucional, las distintas dependencias y secretarías, pueden converger en un proceso de optimización de recursos económicos y financieros. Las acciones del Plan de Manejo conllevar a un ahorro de recursos para la sociedad

en general, así como para el gobierno, por lo que es necesario establecer los mecanismos de compensación que estimulen la ejecución de acciones que favorecen la sustentabilidad. Entre las acciones más destacadas en este rubro se señalan las siguientes:

**Integración del censo de aprovechamientos y captaciones.** Dicha actividad normalmente se encuentra a cargo de la CONAGUA. Comisión Federal de Electricidad (CFE) en contraparte, cuenta con un registro considerablemente más completo de las captaciones que aprovechan energía eléctrica y realizan un pago bimestral del servicio. Es así, conveniente **integrar una misma base de datos**, útil para ambas dependencias, preferentemente sistematizada y ligada a través de sistemas de Internet.

**Transferencia de subsidios CFE–CONAGUA – otros actores del manejo sustentable.**

El costo de la energía representa uno de los principales insumos del aprovechamiento de agua subterránea, actualmente para el caso particular de los acuíferos de Zacatecas, es de un orden de 32 centavos por metro cúbico, de los cuales CFE aporta un subsidio de 25 centavos por cada metro cúbico de agua aprovechada; ante una extracción agrícola que supera los 300 hm<sup>3</sup> en los principales acuíferos Zacatecanos (Aguanaval – Calera y Chupaderos), esto implica un subsidio próximo a los 75 millones de pesos por año, cantidad que aumenta progresiva y lentamente debido a la profundización de los niveles de bombeo. Los programas que promueven el uso eficiente del agua y la energía, en aras de una estabilización del acuífero, implican una reducción del volumen aprovechado que en suma tenderá a representar casi una cuarta parte del volumen actualmente extraído, esto no sólo reducirá el subsidio, sino el costo total de la energía de dicho volumen, lo que significará un ahorro anual próximo a los 20 millones de pesos por año a CFE. De lograrse un programa de reorientación de subsidios en el sector agrícola desde CFE hacia CONAGUA, sería posible que parte de este subsidio se destine a las acciones de uso eficiente del agua que reducirán el aprovechamiento de agua.

**Cobro del servicio del agua junto con el suministro de energía eléctrica.** En países como Perú, la medida de cobrar el agua junto con el servicio de energía eléctrica y el servicio telefónico, ha tenido un resultado favorable, ya que constituye una medida que incrementa la certeza de cobro. Es conveniente establecer esquemas de colaboración entre CFE y las instituciones o dependencias responsables de la recaudación por servicios de agua potable así como de saneamiento o por el pago de derechos por el uso de las aguas nacionales.

Una medida de esta naturaleza permitiría uniformar el cobro en la generalidad de los usuarios y mejoraría considerablemente los recursos disponibles para la mejora de los servicios de agua potable, alcantarillado, saneamiento y funciones operativas de la CONAGUA.

**CONGRUENCIA DE LAS ACCIONES INTERDEPENDIENTES DEL PLAN DE MANEJO**

Las opciones para alcanzar el manejo sustentable del acuífero sin afectar a sus usuarios tienen en su mayoría una interdependencia entre acciones, esto significa que deben hacerse de manera

coordinada con otras acciones para asegurar el proceso de estabilización del acuífero. Entre estas acciones destacan aquellas que involucran principalmente al sector agrícola (por ser el mayor usuario de las aguas), como son:

- ✓ En principio, los programas para reducción de las extracciones deben considerar como no negociables los volúmenes que se están extrayendo sin el amparo de un título de concesión, que en el mejor de los casos deben sujetarse a un programa de reducción paulatina para la regularización del aprovechamiento, pero sin que se presten al ejercicio de apoyos gubernamentales.
- ✓ El incremento de la eficiencia en el uso del agua, con un rescate del volumen a favor de la estabilidad del acuífero. Incrementar eficiencia sin reducir extracciones no beneficia al acuífero y de hecho lo perjudica al incrementar la extracción neta por reducción de la percolación del riego
- ✓ Se promueven esquemas de reuso con intercambio de aguas tratadas por agua subterránea, pero esto, igualmente con el fin de cancelar volúmenes actualmente aprovechados.
- ✓ En cuanto a los Bancos de Derechos de Agua, éstos deben fungir inicialmente a favor del acuífero y sus participantes no deben protagonizar una subasta del agua en un mercado libre, sino seguir un Reglamento, que favorezca las estrategias de manejo del acuífero requeridas para el manejo sustentable, como son: la desconcentración de aprovechamientos, la protección de áreas con calidad de reserva de agua potable y propiamente, la reducción de las extracciones a favor del equilibrio en las distintas zonas del acuífero.

### **CONGRUENCIA EN LAS POLÍTICAS DE MANEJO TERRITORIAL**

Es conveniente que cada municipio cuente con un programa de ordenamiento territorial, así como urbano. Estos planes deben tener una coincidencia con las propuestas ambientales y entre estas, las hídricas. De esta manera deben protegerse:

- Áreas de recarga de los acuíferos. Esto a partir del control de la erosión y al evitar la deforestación
- Condiciones constructivas a favor de la infiltración de aguas pluviales en áreas urbanas
- Manejo de residuos líquidos y sólidos con protección de cuerpos de agua

### **FORTALECIMIENTO DE REDES DE MEDICIÓN DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS**

Para el fortalecimiento de redes piezométricas de medición, es viable la identificación de aprovechamientos inactivos o abandonados que cuenten con una ubicación óptima así como con la anuencia de sus propietarios para la colaboración en el registro periódico de datos.

## 9 BENEFICIOS E IMPACTO

El beneficio de los proyectos involucra el valor económico que los usuarios perciben de los mismos y también el efecto favorable sobre el acuífero y el entorno general que pueden tener con respecto a la alternativa de no llevarlos a cabo.

Las necesidades de sustentabilidad se interrelacionan en los ámbitos hidrológico, socioeconómico y ambiental, lo que hace del proyecto un reto en materia hidrológica, social y ambiental. La ejecución de las acciones del Plan de Manejo tiene como efecto beneficios en estos ámbitos.

En el ámbito hidrológico, el plan reducirá la sobreexplotación.

En términos socioeconómicos, el plan promueve:

- Una valoración del agua, que reconoce su costo real y más aún, el costo de la sustentabilidad. A partir de ello se promueven cédulas de cultivo y políticas de aprovechamiento, que tomen en cuenta esta realidad y desarrollen únicamente actividades que no afecten al acuífero ni se vean afectadas por el costo del agua.
- Se promueve el uso de los subsidios como instrumento de inversión y no a fondo perdido, así, especialmente el subsidio a la tarifa eléctrica, será aplicado a actividades productivas que lo justifican. Al considerar que el proyecto evita una profundización adicional en la carga de bombeo y que reduce el régimen de extracciones y con ello reduciendo el subsidio al consumo de energía, que sería suficiente para pagar el proyecto.
- Al evitar la profundización de los niveles de bombeo, se reduce la restricción de pequeños aprovechamientos, que para las localidades rurales pueden resultar impagables.
- También se reducen los efectos de la consolidación del acuífero por drenado, que significan agrietamientos y hundimientos diferenciales, que junto con otros impactos de la sobreexplotación y el ahorro en costos de extracción, representan un beneficio superior.

En términos ambientales el proyecto propone restablecer el equilibrio hidrológico y así evitar el agotamiento del agua en éste medio, sin omitir la protección de la calidad del agua.

El efecto de la estrategia de manejo del acuífero al año 2040, es un abatimiento considerablemente mayor que para el caso de un escenario inercial. Éste, presenta una ligera tendencia a la baja en su aprovechamiento global del sector agrícola. Esto se debe a la profundización de los niveles de bombeo que encarecen el aprovechamiento del agua subterránea.

Es necesario destacar que para un escenario inercial, la reducción del aprovechamiento es consecuencia de un deterioro socioeconómico de la actividad agrícola, mientras que en un escenario sustentable, producto de llevar a cabo las acciones del Plan de Manejo, la reducción de aprovechamiento es consecuencia de un programa racional de estabilización del acuífero a través de programas de uso eficiente del agua asociados con un proceso de crecientes productividad del agua.