

INTEGRACIÓN DEL PLAN DE MANEJO PARA EL ACUÍFERO INTERESTATAL OJO CALIENTE – AGUASCALIENTES - ENCARNACIÓN

INFORME DE AVANCES SEPTIEMBRE



Contenido

1. GENERALIDADES	1
1. 1. ANTECEDENTES	1
1. 2. PROBLEMÁTICA	2
1. 2. 1. Incumplimiento de disposiciones legales (LAN, vedas, reglamentos)	2
1. 2. 2. Apoyo institucional a un modelo de producción cuestionable – no sustentable	3
1. 2. 3. Políticas públicas contradictorias	3
1. 2. 4. Insuficiente capacidad operativa de la autoridad	3
1. 2. 5. Problemas de representatividad de las organizaciones de usuarios	3
1. 3. JUSTIFICACIÓN (LEGAL, TÉCNICA Y SOCIOECONÓMICA)	4
1. 4. OBJETIVOS	6
1. 4. 1. Objetivo General	6
1. 4. 2. Objetivos Específicos	6
1. 5. ESTUDIOS PREVIOS	7
1. 6. POLÍTICA NACIONAL SOBRE EL MANEJO DEL AGUA	14
1. 7. METODOLOGÍA	15
1. 8. ÁREA DE ESTUDIO	22
1.8.1. Localización	22
1.8.2. Extensión	22
1.8.3. Vías de comunicación	22

Tablas

TABLA 1. 1. ACTIVIDADES PROGRAMADAS PARA CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO	17
---	----

Figuras

FIGURA 1.1. NIVELES ESTÁTICOS DEL ACUÍFERO	1
FIGURA 1.2. APROVECHAMIENTO DE LAS EXTRACCIONES	2
FIGURA 1.3. ESQUEMA CONCEPTUAL DEL FIDEICOMISO	10
FIGURA 1. 4. ALGORITMO PARA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	19
FIGURA 1. 5. FUNCIONES DE ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PLANEACIÓN EN EL MODELO HIDROECONÓMICO	19
FIGURA 1. 6. RASGOS GENERALES DEL MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO HIDRODINÁMICO	20
FIGURA 1. 7. ALGORITMO DE PRIORIZACIÓN DE ACCIONES PROGRAMADAS EN LA MATRIZ DE PLANEACIÓN.	21
FIGURA 1. 8. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ACUÍFERO	22
FIGURA 1.9. VÍAS DE COMUNICACIÓN	23

1. GENERALIDADES

1. 1. Antecedentes

Según su composición geohidrológica, este acuífero es considerado de tipo libre en su parte superior y semiconfinado en su parte inferior; el flujo subterráneo tiene una dirección preferencial Norte-Sur; sin embargo, alrededor de la Cd. de Aguascalientes la dirección del flujo se invierte conformando localmente un círculo con dirección concéntrica en torno la mancha urbana.

El acuífero permaneció inalterado prácticamente hasta los años 40's, donde todavía se podían encontrar manantiales en diversos puntos de su superficie, de ahí el nombre de Aguascalientes.

A partir de entonces comenzó un rápido crecimiento de las actividades tanto agrícola como industrial, convirtiéndose en una región importante en el cultivo de la vid y otros frutales, así como en un productivo dentro de la industria textil.

Derivado de este incremento en las actividades productivas, la extracción de agua del acuífero se incremento rápidamente lo que se reflejo en los niveles estáticos, por tal motivo en los años sesentas se decreto una veda por tiempo indefinido en gran parte de este acuífero.

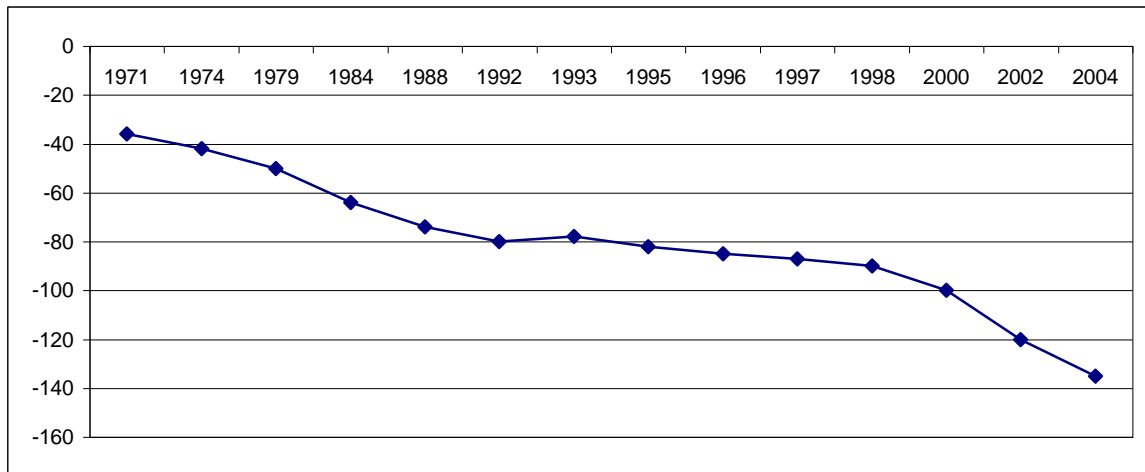


Figura 1.1. Niveles estáticos del acuífero

Ya en los años 70's y 80's, derivado de una caída en el precio de la uva, se dio un gran impulso al establecimiento de la industria lechera con lo cual se dio inicio a una transformación en los tipos de cultivos a lo largo del Valle de Aguascalientes, estableciéndose grandes extensiones de terreno con forrajes, en específico alfalfa.

En la actualidad la extracción estimada dentro del acuífero es de 541 hm³, de los cuales el 80% es aprovechado en el Estado de Aguascalientes, el 18% en Zacatecas y el 2% en Jalisco.

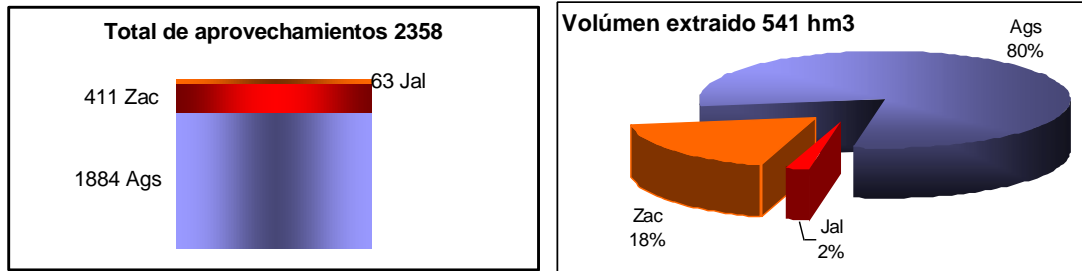


Figura 1.2. Aprovechamiento de las extracciones

De el total de las extracciones el 74% es destinado al riego agrícola, el 22% para el uso público urbano, el uso industrial consume el 2%, el 1% se destina al uso de servicios y otros usos consumen el restante.

Sin embargo de los 541 hm³ que se extraen anualmente, se estima que únicamente se recarga un volumen de 293 hm³ por lo que se presenta un déficit de 248 hm³ al año.

Por todo lo anterior en el acuífero se han realizado una serie de trabajos encaminados al estudio y análisis de las diferentes variables que imperan en la región y con la finalidad de establecer un programa de acciones que ayuden a revertir esta situación.

1. 2. Problemática

De acuerdo con la información disponible y la evolución observada del acuífero, existe una situación irregular desde los puntos de vista jurídico y ambiental, debido a que se han otorgado derechos de concesión por volúmenes que exceden en forma considerable la disponibilidad efectiva de agua subterránea. Adicionalmente se presenta el hecho de que la extracción efectiva es muy superior al volumen concesionado, principalmente en el uso agrícola.

1. 2. 1. Incumplimiento de disposiciones legales (LAN, vedas, reglamentos)

Existen numerosas irregularidades que van desde la perforación creciente de pozos en una zona de veda, la falta de medidores volumétricos que establece como requisito el título de concesión y la extracción de volúmenes superiores a los concesionados, hasta la venta irregular de derechos, el abastecimiento de diversos usuarios de los sectores industrial y comercial con agua de pozos agrícolas y el vencimiento de plazos de concesión sin que la autoridad utilice el recurso de revisión de volúmenes concesionados. También se da el fenómeno asociado de alteración de los medidores de energía eléctrica que impide la aplicación adecuada de las tarifas por consumo de energía en sus diversas modalidades.

1. 2. 2. Apoyo institucional a un modelo de producción cuestionable – no sustentable

Los subsidios generalizados a la tarifa de energía eléctrica para uso agrícola y los apoyos a la comercialización de algunos productos, se combinan para perpetuar un modelo de producción de muy baja rentabilidad en el que no se consideran los costos ambientales que genera y que se transmiten a toda la sociedad. Los subsidios no estimulan la productividad. Para obtenerlos es necesario extraer agua.

1. 2. 3. Políticas públicas contradictorias

El objetivo expreso de lograr el manejo sostenible del agua como un recurso estratégico con frecuencia es vulnerado con los diversos programas institucionales que apoyan a los usuarios de agua para su desarrollo productivo sin atender adecuadamente la situación del recurso.

La salvaguarda de los aspectos ambientales no se atiende en la evaluación y asignación de recursos. Un ejemplo claro es el *programa de uso eficiente del agua y la energía* que permite extraer un mayor volumen de agua con el mismo equipo a menor costo. Como contraparte se tienen los escasos recursos asignados a las áreas encargadas de supervisar que los usuarios no excedan los volúmenes autorizados.

1. 2. 4. Insuficiente capacidad operativa de la autoridad

En general, las gerencias y subgerencias de CNA cuentan con un personal cada vez más insuficiente y con menos recursos para desempeñar la función de monitoreo y vigilancia de los aprovechamientos. Existe, además, una prioridad en la recaudación de derechos de agua que propicia una mayor desatención del principal conjunto de aprovechamientos – para uso agrícola – por estar exentos del pago de derechos, en el cual se tienen las mayores extracciones y, por ende, sobre-extracciones.

1. 2. 5. Problemas de representatividad de las organizaciones de usuarios

La LAN no prevé criterios específicos para la representación de los usuarios en sus organizaciones. Por lo mismo, han sido las propias organizaciones – COTAS y Consejos de Cuenca – las que han definido internamente criterios y procedimientos de elección, plazos de renovación de autoridades, etc. Por lo general se busca que cada uso tenga un representante. Con este criterio resulta que el uso público urbano adquiere el mismo peso que los otros usos, perdiéndose la salvaguarda del interés público y el bienestar de toda la población, usuaria de los sistemas municipales.

Hay, entonces, un desequilibrio en la participación y representación de la sociedad en las organizaciones de usuarios. Este se acentúa cuando, adicionalmente, se atribuye un peso relativo al volumen de derechos de agua que representa cada

grupo usuario. Puede resultar que el grupo menos interesado en estabilizar el acuífero sea el de mayor peso en la toma de decisiones. La autoridad espera que todos los usuarios acuerden reducir las extracciones, salvaguardando los volúmenes necesarios para el abastecimiento de agua potable. ¿A cambio de qué? – Los usuarios nunca van en contra de sus intereses.

Hay un error de interpretación en el concepto de “consenso con los usuarios”, la indefinición de criterios sustantivos en torno a la representación de la sociedad en el seno del COTAS, vulnera el espíritu constitucional que define al agua como un bien público. Los usuarios no son dueños del agua, sólo tienen derechos para su uso responsable. Sin embargo, con los vacíos en la Ley y su reglamentación, la autoridad ha permitido que los usuarios y sus organizaciones actúen como si lo fueran.

Si no se logra la participación de la sociedad en el proceso, como un contrapeso efectivo, la autoridad carece de respaldo y el programa de estabilización está condenado al estancamiento.

1. 3. Justificación (legal, técnica y socioeconómica)

Para dar mayor claridad a los alcances e importancia de un plan de manejo de acuíferos, conviene establecer los principales ámbitos involucrados en su aprovechamiento y en las posibles acciones o cursos de acción que se establezcan:

La CNA en su calidad de representante del ejecutivo federal en materia de aguas nacionales, es la responsable de salvaguardar los preceptos constitucionales y legales. En primer lugar se tiene el concepto del agua como un bien público propiedad de la nación. La CNA debe salvaguardar el interés público en su acción de administración del recurso y asegurar su preservación y manejo sostenible.

Al mismo tiempo la CNA esta facultada para asignar o concesionar el recurso a los usuarios conforme al marco jurídico establecido y, eventualmente, modificar los términos de dichas asignaciones y concesiones en los casos en que la renovación del recurso y su aprovechamiento sostenible se vean amenazados por la sobreexplotación. Esta puede ser consecuencia de una sobreestimación de origen de los volúmenes disponibles o bien de la extracción de volúmenes por encima de los concesionados.

En el primer caso, al verificar y ajustar la disponibilidad de la fuente, la CNA, previa declaratoria de interés público, puede proceder al rescate de volúmenes concesionados mediante la indemnización equitativa a los usuarios afectados. En el segundo caso procede la aplicación de sanciones a los concesionarios por violar los términos de la concesión y, eventualmente, la cancelación de los títulos correspondientes en los términos que establece la ley.

Los usuarios legítimos acreditados por medio de sus títulos de concesión o asignación de aguas nacionales utilizan el recurso para la satisfacción de sus demandas tanto para el consumo doméstico (agua potable) como para fines productivos (agricultura, ganadería, piscicultura, generación de energía, industria, comercio, servicios). El agua se convierte así en un factor de bienestar y en un factor de la producción. En estos términos la economía de la región abastecida por el acuífero y el bienestar de sus habitantes depende de los volúmenes extraídos de la fuente.

La ley contempla el desarrollo de los mercados de agua en una región en términos de favorecer el intercambio de volúmenes concesionados entre usos y usuarios con la finalidad de que el recurso evolucione progresivamente hacia un manejo más eficiente desde el punto de vista económico y social.

Sin embargo existen numerosas externalidades que impiden la existencia de un mercado más o menos libre que dé lugar a este proceso de racionalidad ascendente. La situación se complica con la escasa capacidad de supervisión y vigilancia por parte de la autoridad.

En cada ámbito usuario se dan a su vez distintos niveles de productividad y elasticidad en las demandas. Mientras en el caso del uso público-urbano el margen de maniobra para el uso eficiente lo determinan las normas de salud pública (dotaciones mínimas) y las pérdidas físicas, en otros usos como la industria y agricultura es posible intensificar considerablemente el aprovechamiento, por ejemplo, mediante el reciclaje en las plantas industriales o con invernaderos en las empresas agrícolas.

La ley establece que en casos de escasez debe asignarse prioridad al uso doméstico del agua. Los demás usos dependen entonces de los volúmenes concesionados, los factores y costos de manejo o bien de los costos de adquisición de nuevos derechos en el mercado.

En estas zonas en donde el agua es escasa, la industria, por lo general, requiere poco volumen de agua por unidad de producción (industria seca) aunque, en algunos casos, se abastece de materia prima producida en el sector agrícola que puede ser un alto consumidor (es el caso de la industria lechera). Debido a la alta productividad del agua, la industria puede destinar inversiones y tecnología para lograr una eficiencia muy elevada en sus procesos industriales.

Por el contrario la agricultura, en su mayor parte de corte tradicional y orientada a cultivos poco rentables, carece de los recursos necesarios para invertir en una mayor tecnificación. Finalmente, las zonas urbanas y los organismos operadores de los servicios de agua potable y saneamiento, carecen de suficientes recursos para todas las inversiones necesarias, debido a que se mantienen en el círculo perverso de la ineficiencia: servicios deficientes –tarifas y recaudación insuficiente – instalaciones inadecuadas – operación ineficiente.

Delante de este escenario tienen lugar los siguientes fenómenos:

Los usuarios industriales y de servicios cuentan con el capital necesario para adquirir derechos de agua en el sector agrícola, en tanto que los sistemas de agua potable satisfacen sus demandas ya sea adquiriendo derechos o regularizando aprovechamientos construidos en programas de emergencia. El sector agrícola es, comúnmente, el proveedor de derechos para satisfacer los usos urbano-industriales. Sin embargo la vigilancia deficiente por parte de la autoridad no permite garantizar que los derechos transferidos del sector agrícola a los otros sectores dejen efectivamente de utilizarse. Adicionalmente debido a la exención en el pago de derechos y al subsidio de la energía eléctrica, el usuario agrícola extrae volúmenes en exceso de los establecidos en su concesión cuando su actividad le permite lograr una productividad razonable. Es el caso de los productores de alfalfa.

En síntesis el ámbito de los usuarios se rige con el criterio de lograr la máxima productividad al menor costo para la satisfacción de sus demandas en tanto que el ámbito de la autoridad esta regido por la ley y el interés público. Es evidente el conflicto que se establece entre los dos ámbitos principales en términos del manejo sustentable del acuífero. También existe un conflicto de intereses entre los diversos usos y usuarios. Este conflicto se polariza principalmente entre los usos productivos y el uso doméstico que por principio es administrado por organismos públicos que pretenden proporcionar un servicio sin perseguir fines lucrativos. En este sentido el uso doméstico corresponde más bien con el ámbito del interés público, responsabilidad de la autoridad del agua que actúa en correspondencia con las atribuciones de la autoridad municipal en torno a la prestación de los servicios públicos.

1. 4. Objetivos

1. 4. 1. Objetivo General

Formular un Plan de Manejo Integrado del Acuífero Interestatal **Ojocaliente - Aguascalientes - Encarnación**, que adecue el desarrollo sustentable de la región a la disponibilidad del agua, enmarcado en el contexto de la actual política nacional hidráulica.

1. 4. 2. Objetivos Específicos

- Integrar las características básicas de **disponibilidad**, uso y aprovechamiento del agua.
- Estimar la demanda actual y futura, para cada uno de los usos
- Actualizar el modelo de simulación de flujo subterráneo para evaluar diferentes escenarios de manejo del agua.
- Estimar la situación actual de la relación costo - beneficio de la sobreexplotación.

- Determinar la **disponibilidad** del agua subterránea.
- Con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda y de manejo de la disponibilidad.
- Evaluar en términos técnicos, económicos y sociales las diversas opciones de manejo del agua.
- Formular un Plan de Manejo Integrado del Agua, en el área del Acuífero Interestatal **Ojocaliente - Aguascalientes - Encarnación**.
- Integrar una propuesta preliminar concertada del “Reglamento del Acuífero Interestatal **Ojocaliente - Aguascalientes - Encarnación**”.

1. 5. Estudios previos

- 1) Talleres de planeación participativa denominados **“Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.”** (Nivel Gran Visión) COTAS-GTC Abril 2002.

En octubre de 2001 se conformó en el seno del Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación (COTAS), un órgano de apoyo denominado Grupo Técnico Consultivo el cual se encuentra conformado por representantes de diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno, vinculadas con las actividades productivas de los usuarios de las aguas nacionales, instituciones de nivel superior, centros de investigación y organismos no gubernamentales, todos ellos con probada capacidad en lo referente al análisis de la problemática de sobreexplotación del acuífero.

Este grupo elaboró el Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación” (Nivel Gran Visión), el cual se elaboró bajo el método ZOPP (Ziel Orientierte Projekt Planung), el cual es un método participativo de reflexión y toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo Interdisciplinados y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada. Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes.

- Este estudio esta conformado por un **Árbol de Problemas** que es el diagnóstico de la situación, realizado a partir de la identificación del problema central. Se vierten todos los problemas principales existentes en el área de análisis, relacionados con el problema central identificado. Estos problemas están a su vez vinculados entre sí mediante relaciones de causa-efecto, siendo los niveles inferiores causas de los problemas situados en los niveles superiores, con los cuales tiene una relación directa, expresada mediante una línea de unión.

- Posteriormente se elaboró un **Árbol de Objetivos** que es un instrumento para la toma de decisiones, por ello, también se le llama Árbol de Decisiones. Se elabora a partir de la solución de los problemas identificados en el diagnóstico. Las situaciones factibles y deseables que se derivan de la solución (virtual) de cada uno de los problemas del diagnóstico, son situaciones objetivos, que pueden llegar a ser objetivos dentro de un proyecto. El conjunto de estos objetivos conforma el Árbol de Objetivos, del cual podemos seleccionar una estrategia óptima para el proyecto.
- Se identificó la Matriz de Involucrados es el análisis de involucrados del proyecto y estructura de ejecución del Programa. Con la estructura básica del proyecto, se identificaron todas las instituciones y organizaciones, así como los grupos que tuvieran algún tipo de relación o interés especial en el manejo integral del acuífero.
- Por último se definió la Planeación Operativa del Proyecto que contiene una desagregación de las actividades principales contenidas en la MPP en subactividades, con una asignación de atributos que permiten hacer administrables o monitoreables las actividades, como fechas de ejecución, responsables, etc.

Este estudio es una base muy importante y da una visión muy clara de los principales problemas y como estos están interactuando entre si, ocasionando la sobreexplotación del acuífero. Sin embargo el apartado de conformación de programas y proyectos, solo muestra un listado de actividades que no indican de que forma se van a llevar a cabo estos proyectos y cual va a ser la estructura de organización que las diferentes dependencias encargadas van a llevar para maximizar los beneficios esperados.

Por otra parte no se especifica quien va a estar a la cabeza o como se van a obtener los recursos necesarios para la puesta en marcha de este listado de proyectos.

2) **“Proyecto de Manejo Integrado y Sostenible del Agua en el Valle de Aguascalientes”**. PROMMA-OMM Junio 2002

Dentro del Programa para el Mejoramiento del Manejo del Agua (PROMMA) se promovió en el año 2002 la elaboración de este proyecto, el cual fue elaborado por 9 consultores de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El objetivo de este proyecto fue diseñar estrategias de manejo de las demandas en los sectores de riego y agua potable en el área del acuífero del Valle de Aguascalientes.

Es importante mencionar que para la realización de este estudio se contó con la plena participación de las Autoridades Estatales y Municipales de Aguascalientes, así como del COTAS.

Este estudio incluye una detallada descripción del manejo actual del agua en el Valle de Aguascalientes donde se analizan los aspectos físicos y socioeconómicos, disponibilidad y usos del agua, costos económicos y ambientales causados por la sobreexplotación, el sector de riego, el sector de agua potable y alcantarillado, así como la estructura de operación de los subsidios, en específico al sector agropecuario. Este trabajo plantea la implementación de un proyecto con el cual se pretende reducir en 100 hm³ anual el déficit entre extracción y recarga que comprende lo siguiente:

- Tres programas de acciones:
 - **Reorientación de subsidios** a la tarifa eléctrica consistirá en comprar los derechos de extracción de agua subterránea de los agricultores que tienen actualmente una productividad muy baja. Se propone la compra de los derechos de extracción de 170 pozos tipo en el Valle de Aguascalientes, con un costo de 175 millones de pesos con un ahorro neto de extracciones de 33 hm³ anualmente.
 - **Modernización integral del riego** esto se conseguirá con:
 - 1) La transformación de 3,000 ha que actualmente se cultivan de alfalfa por maíz forrajero, con lo que se ahorrarán 22 hm³ anualmente. 2) Programa de implementación de la plasticultura, transformando 5,300 ha de riego con pozos dentro del Distrito de Riego 001 Pabellón por 1,500 ha de cultivos con riego por goteo y acolchados plásticos, con lo cual se mantendrá el poder adquisitivo de los productores. y se obtendrá un ahorro a favor del acuífero de 39.4 hm³. Para la capacitación del personal encargado se construirá dentro de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) una finca piloto y la colaboración de expertos nacionales y extranjeros, todo con un costo de 5.0 millones de pesos por un periodo de tres años.
 - **Transferencia intersectorial del agua**, este apartado establece
 - 1) Llevar agua tratada de la PTAR de la Ciudad de Aguascalientes a la presa. Los Arquitos para abastecer las necesidades de agua de la unidad de riego y liberar agua de primer uso de la presa Abelardo Rodríguez y permitirá concebir un proyecto de uso conjunto de agua superficial / agua subterránea para diversificar la fuente de abastecimiento a la Ciudad de Aguascalientes. La operación conjunta de este proyecto ahorraría en promedio 23 hm³ anuales y tendría un costo financiero de \$286 millones de pesos. 2) Adquisición de los derechos de aprovechamiento del agua en el Distrito 001 Pabellón a razón de \$5.0 m³ y que este volumen sea destinado para diversificar las fuentes de abastecimiento de la Ciudad de Aguascalientes, por otra

parte la relocalización de pozos de agua potable a zonas de captación situadas fuera de la ciudad, con lo que se pretende ahorrar 22 hm³.

○ **Tres instrumentos de valoración, coordinación y seguimiento**

- Fondo Estatal de Valoración del Agua buscará la reorientación del subsidio a la tarifa 09 para la reconversión de los cultivos y la compra de derechos de extracción de agua, lo que implica la implantación de un mecanismo de colecta y de distribución de fondos que asegure transparencia y seguridad en el manejo de los recursos financieros.

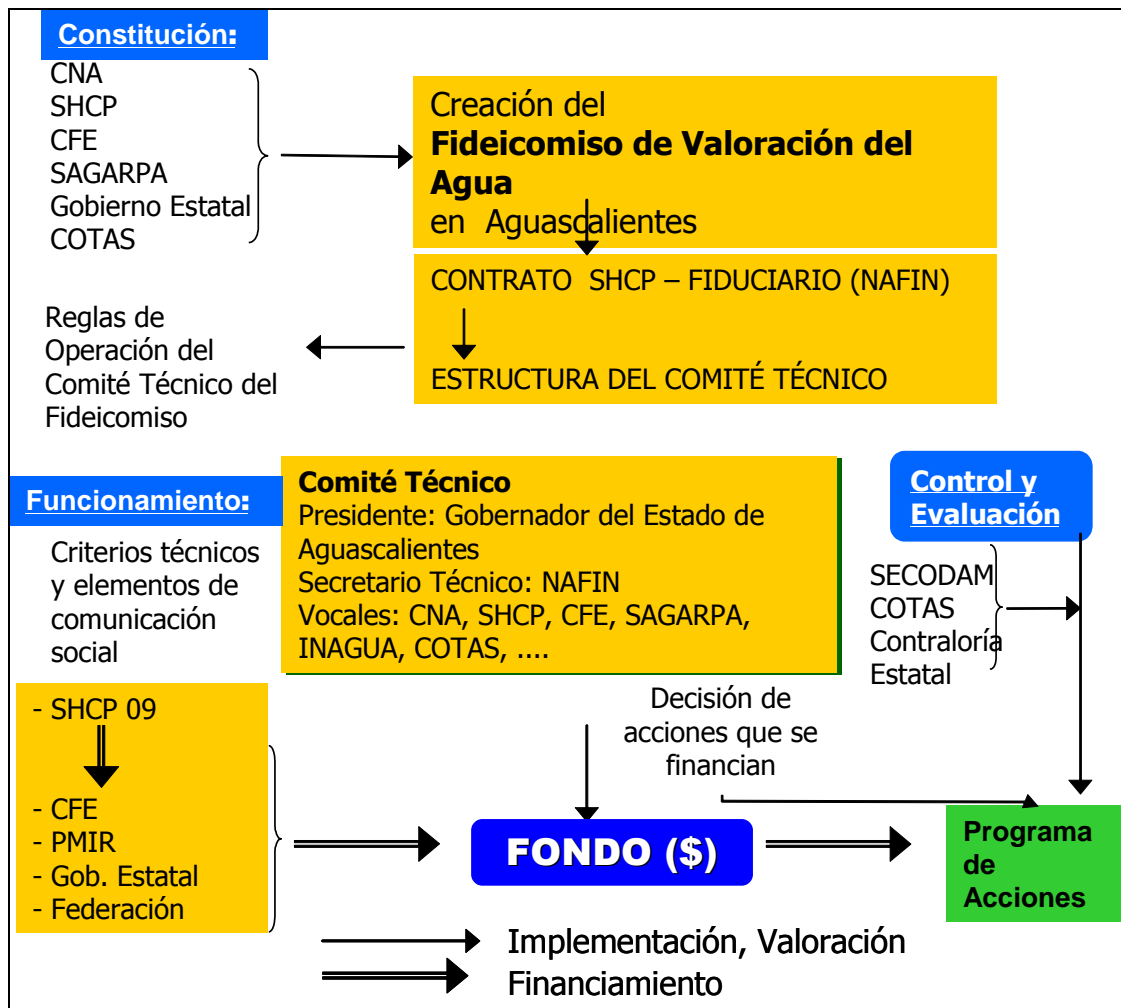


Figura 1.3. Esquema conceptual del fideicomiso

- El observatorio de la reserva estratégica de agua lo que permitirá asegurar la transparencia del manejo del agua en el Valle con una visión a largo plazo. Este observatorio tendrá como tareas esenciales: el análisis periódico del estado de la reserva estratégica

del agua del valle, en cantidad y calidad, y su solidez o fragilidad como soporte al desarrollo socioeconómico de la región y al bienestar de su población.

- El COTAS de Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación será el órgano de articulación entre el proyecto y los usuarios. Tendrá un papel esencial en las negociaciones de cesión de derechos de agua y de reconversión de cultivos, así como la implementación de la plasticultura, del desarrollo tecnológico y de la formación de los agricultores, además de su representación en el Comité Técnico del Fideicomiso de Valoración del Agua.

- Una unidad de apoyo a la implementación del proyecto la cual se creará en el seno del INAGUA y tendrá la importante tarea de coordinar los programas de acciones. Esta Unidad aportará todo el soporte necesario para cumplir con esa tarea. La CNA, SAGARPA, CODAGEA, los proyectos PMIR, PROMMA y PROMAGUA contribuirán a la constitución y funcionamiento de esta Unidad.

3) ***Bosquejo del Plan de Manejo del Acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.*** Ing. Adolfo Madrid, Octubre 2001

En este estudio el Ing. Madrid establece una serie de estrategias, acciones y proyectos para la estabilización del acuífero, el cual fue presentado a los integrantes del GTC del COTAS y sirvió de base en los Talleres ZOPP. El Ing. Madrid quien cuenta con una amplia experiencia en el sector y participa en el COTAS desde sus inicios, plantea una serie de acciones para cada uno de los usos, donde plantea: ***“Cambiar el sistema anárquico de aprovechamiento del agua por uno de control absoluto sobre cada gota, es decir, sustituir la idea de desperdiciar la abundancia por la de administrar la escasez”.***

4) ***Estudio de Manejo de la Demanda para la Estabilización del Acuífero del Valle de Aguascalientes.*** Desarrollo y Sistemas S.A. 2001

Este estudio fue realizado por personal de nuestra empresa, en el se cuantifica la extracción de agua subterránea, superficial y residual tratada para cada uno de los diferentes usos. También se elaboró una proyección de la demanda de agua subterránea para cada uso, para diferentes horizontes de planeación (corto, mediano y largo plazo) y con tres escenarios diferentes (situación inercial, con mejoras en las eficiencias y un escenario de equilibrio a largo plazo), planteando tanto en el escenario 2 y 3 las acciones necesarias para reducir la sobreexplotación del acuífero.

Este servirá de base para la elaboración de los balances y escenarios, los cuales al ser consensuados con los usuarios nos darán las directrices de lo que será el proyecto definitivo del Plan de Manejo del Acuífero.

5) **Estudio de costos económicos-ambientales por la sobreexplotación de los acuíferos de Aguascalientes, León, Guaymas y Comarca Lagunera.** Grupo de Ingeniería en Consultoría y Obras S.A. de C.V. 1996.

A partir de este estudio se pretende actualizar los costos económicos-ambientales generados por la sobreexplotación del acuífero, así mismo, se revisará la información necesaria que se requiere para llevar a cabo dicho análisis.

Dada la sobreexplotación que se presenta en este acuífero se han incrementado los costos en los que se incurre para la extracción del agua, así como también los costos que esta situación ha generado en las construcciones que se han visto perjudicadas por la proliferación de las fallas en la Cd de Aguascalientes.

6) **Estudio de simulación hidrodinámica y diseño óptimo de la red de observación de los acuíferos de Aguascalientes y Querétaro.** GUYSA. 1996.

La información que se presenta en este estudio es importante para actualizar el modelo de simulación hidrodinámica del acuífero.

7) **Estudio de cuantificación de los volúmenes de extracción en los acuíferos interestatales Valle de Aguascalientes, Encarnación y Ojocaliente; Estados de Aguascalientes, Jalisco y Encarnación.** Gondwana Exploraciones, S.A. 2001

A partir de este estudio se actualizarán las proyecciones de demandas de agua subterránea para los diferentes usos y para los diferentes escenarios que se señalan en los términos de referencia, ya que las proyecciones que realizó DESISA (volúmenes asignados y concesionados) y en análisis inferidos de superficies de riego y tipos de cultivo, número de cabezas de ganado y otros.

8) **Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS).** Gerencia Estatal CNA

Este programa cuenta con los datos generales de cada uno de los pozos tales como Municipio, Localidad, Uso, Tipo de Aprovechamiento (noria o pozo), Tipo de Localización (plano o GPS), Nombre del Propietario y Número de Título de Concesión.

- 1) En esta base de datos se tiene la información sobre la Red Piezométrica, la cual esta conformada de 170 pozos a los cuales se les toman 2 lecturas anuales desde 1968.
- 2) Litologías: cortes litológicos de 200 pozos con la descripción de los diferentes tipos de estratos.
- 3) Físico-Química y Calidad del Agua: Análisis de los parámetros de calidad del agua históricos desde 1998 a 2003.

- 4) Equipos de bombeo y características constructivas: Información de el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de un estudio elaborado por la empresa Consultores y datos aportados por los Organismos Operadores de Agua.
- 5) Datos Hidrodinámicos: Características hidrodinámicas de 20 pozos, entre los cuales se encuentran los recabados en las pruebas de bombeo realizadas en el 2002.

9) ***Reglamento Interno de Operación de la Unidad de Riego de Agua Tratada Felipe González González de la PTAR Rincón de Romos.***
Asociación de Usuarios 2004

En el presente año el INAGUA puso en marcha el intercambio de agua tratada de la PTAR de Rincón de Romos, con lo que se conformó la Asociación de Usuarios, los cuales establecieron este reglamento.

Esta unidad de riego servirá de ejemplo de organización para los usuarios en otras unidades que se propongan.

10) ***Ubicación de pozos con sistemas de geoposicionamiento satelital y vinculación de los datos del REPDA con la base de datos de CFE.***
INAGUA 2002.

Este proyecto fue elaborado por personal del INAGUA en colaboración con personal de CFE con la finalidad de ubicar los pozos aprovechando la tecnología del GPS y establecer un vinculo con la base de datos de la CFE que nos permita de una manera indirecta tener datos mensuales (lecturas de consumo de electricidad) de la operación de los pozos y por consiguiente del consumo del agua.

Este estudio se plantea como base para el establecimiento de un sistema de control que se entregará al COTAS.

Cabe mencionar que existe un censo de aprovechamientos actualizado a cargo del IMTA, que reporta 800 aprovechamientos que en gran parte no fueron encontrados. INAGUA llevó a cabo un censo parcial de ubicación para un orden de 623 aprovechamientos, con GPS y apoyo de CFE, con registro del RPU – clave invariable -; que se identifica prioritario en cuanto a terminación, ya que se reconoce que la ubicación de los pozos es incierta, así como su relación con las extracciones. De confirmarse la utilidad de la información obtenida por INAGUA para los 600 pozos, sería recomendable culminar el levantamiento total de ubicación de los pozos restantes, con la misma metodología, quizás con un intercambio de actividades. Se reconoce que el IMTA colocó medidores en pozos donde ya existían.

1. 6. Política nacional sobre el manejo del agua

El medio ambiente es una prioridad para el País, así se manifiesta en el Plan Nacional de Desarrollo (PND¹), toda vez que el desarrollo de la nación no será sustentable si no se protegen los recursos naturales con que cuenta.

En los últimos 30 años, la población del país se ha duplicado y el consumo de bienes y servicios se ha triplicado, situación que ha modificado profundamente la relación con el medio ambiente.

La riqueza natural de México ha sido utilizada en forma irracional al seguir un modelo de crecimiento económico basado en una continua extracción de los recursos naturales por considerarlos infinitos y por suponer que el entorno natural tiene la capacidad de asimilar cualquier tipo y cantidad de contaminación. Esta actitud ha resultado en una severa pérdida y degradación de los recursos y del entorno natural, porque la estrategia de desarrollo económico no ha sido sustentable. De no revertirse esta tendencia en el corto plazo, estará en peligro el capital natural del país, que es la base del proyecto de desarrollo.

El Programa Hidráulico Regional (PHR) se instauró como una extensión del PND, su misión es definir y hacer que se cumplan las estrategias y metas en materia hidráulica. El PHR ha sido desarrollado considerando la situación actual (problemática del agua) y las medidas necesarias para transitar hacia el desarrollo sustentable.

Las premisas básicas que orientan la política hidráulica del país son:

- El Desarrollo del país debe darse en un marco de sustentabilidad.
- El agua es un recurso estratégico de seguridad nacional.
- La unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica, ya que es la forma natural de ocurrencia del ciclo hidrológico.
- El manejo de los recursos naturales debe ser integrado.
- Las decisiones deben tomarse con la participación de los usuarios.

¹ Constituye el instrumento base de la planeación del Ejecutivo Federal con un horizonte de seis años (2001 - 2006), representa los principios de este gobierno, sus objetivos y estrategias.

En el balance nacional de las aguas subterráneas, la extracción es menor que el volumen renovable; sin embargo, este balance no revela la crítica situación que prevalece en las zonas áridas donde el balance es negativo y se está minando el almacenamiento subterráneo para satisfacer las demandas.

El problema de la sobreexplotación de los acuíferos del país es cada vez más grave; en el año de 1975 eran 32 acuíferos en esta condición, número que se elevó a 36 en 1981, a 80 en 1985 y a 96 en el año 2000.

Esta situación ha propiciado que el Manejo Sostenible de las Aguas Subterráneas constituya uno de los principales programas del objetivo “*Lograr el manejo integral y sustentable del agua en cuencas y acuíferos*”, reconocido como el objetivo superior del PNH por concentrar las estrategias tendientes a lograr un cambio en el manejo del recurso.

Para el caso del acuífero interestatal Ojocaliente – Aguascalientes – Encarnación, la intensificación del aprovechamiento de agua subterránea desde hace más de cuatro décadas ha contribuido al progresivo abatimiento de los niveles piezométricos, lo que se ha agudizado en la zona urbana y conurbada de la Ciudad de Aguascalientes. Con una tasa de extracción superior a $5 \times 10^9 \text{ m}^3$ anuales, se ha observado una pérdida anual de abatimiento que refleja una pérdida anual de los $2.5 \times 10^9 \text{ m}^3$. Esta situación no es sostenible y desde hace varios años se buscan alternativas para mitigar y resolver este fenómeno, que pone en riesgo la reserva de agua de todos los usuarios del acuífero.

1. 7. Metodología

Como metas para establecer las bases del PMI se propuso la integración de las siguientes actividades:

1. Análisis de la información básica existente
2. Análisis y proyección de la demanda y disponibilidad
3. Balances de agua por zonas de distinta intensidad de explotación, por tipo de acuífero y microcuencas
4. Definición y análisis de escenarios paramétricos
5. Estimación de costos económico – ambientales y beneficios de la sobreexplotación del acuífero
6. Análisis de alternativas de manejo de la demanda y la disponibilidad
7. Definición y análisis de escenarios concertados con usuarios
8. Definición de la alternativa óptima de manejo

9. Estimación del costo – beneficio de la alternativa óptima
10. Definición de indicadores de seguimiento y evaluación
11. Plan de Manejo Integral
12. Integración del Informe Final

De este modo, se definen los productos por integrar en tres documentos: Tomo 1 o Proceso de Planeación; Tomo 2, de Anexos y el Tomo 3 o Plan de Manejo Integral del Acuífero.

La culminación de las actividades da lugar al desarrollo de los capítulos relacionados. Cabe mencionar; sin embargo, que las actividades previamente listadas no se realizarán necesariamente en el orden numérico listado, pues principalmente el proceso de integración de información y de consensos con los representantes del COTAS, son tareas simultáneas de las que derivan distintos capítulos del Estudio.

La relación entre las actividades y la integración de productos se presenta en la Tabla 1.1.

Tabla 1. 1. Actividades programadas para cumplimiento de los objetivos del Plan de Manejo

ACTIVIDAD	TOMO I. PROCESO DE PLANEACION	TOMO II. ANEXOS	TOMO III. PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL ACUIFERO
1. Análisis de la Información Básica Existente.	I. Generalidades		I. Generalidades II. Objetivos Generales III. Disposiciones Generales IV. Modelo Conceptual
	II. Síntesis de la Situación Actual		
2. Análisis y proyección de la demanda y disponibilidad.	III. Proyección de la Demanda y la disponibilidad		V. Disponibilidad de los recursos Hidráulicos y su distribución territorial
3. Balances de agua por zonas de distinta intensidad de explotación, por tipo de acuífero y microcuencas.	IV. Modelo de simulación de flujo V. Balance de aguas subterráneas	<i>Anexo I. Modelo de Simulación de Flujo;</i>	
4. Definición y análisis de escenarios paramétricos	VI. Establecimiento de Escenarios paramétricos.		
5. Estimación de costos económico – ambientales y beneficios de la sobreexplotación del acuífero	VII. Estimación del Costo – Beneficio por la Sobreexplotación	<i>Anexo II. Costos Económico - Ambientales</i>	
6. Análisis de alternativas de manejo de la demanda y la disponibilidad	VIII. Evaluación de alternativas de manejo de la demanda y de la disponibilidad.		VI. Manejo de la Disponibilidad VII. Manejo de la demanda
7. Definición y análisis de Escenarios concertados con usuarios	IX. Definición y evaluación de escenarios concertados con usuarios		VIII. Plan de contingencia
8. Definición de la alternativa óptima de manejo	X. Alternativa óptima de Manejo		
9. Estimación del costo – beneficio de la alternativa óptima	XI. Estimación del costo – beneficio de la alternativa óptima de manejo		
10. Definición de indicadores de seguimiento y evaluación	XII. Definición de indicadores de evaluación y seguimiento.		IX. Seguimiento y evaluación
11. Plan de Manejo Integral		<i>Anexo III. Propuesta del Reglamento del acuífero</i>	X. Estructura de ejecución del plan. XI. Matriz de Planeación XII. Propuesta de reglamento
12. Integración del Informe Final			Resumen Ejecutivo
			Conclusiones y Recomendaciones

La metodología de trabajo puede clasificarse en dos etapas:

1. **Etapa perceptiva.** En ésta, se recopiló la información básica y fue analizada, para sentar las bases de los análisis requeridos para la obtención de los resultados del Estudio.
2. **Etapa prepositiva.** En principio se conformó la metodología para desarrollar este estudio; en segundo término, se constituye el Plan de Manejo del Acuífero, que representa por sí mismo, un camino para confrontar las distintas alternativas de desarrollo futuro del acuífero, con énfasis en el desarrollo sustentable.

La etapa perceptiva se describió con mayor detalle en el subcapítulo de recopilación y análisis de información.

La etapa prepositiva incluye la ejecución de los productos enlistados en la tabla 1. 3 y se relaciona en gran medida con la conformación y aplicación de un modelo *hidroeconómico* para evaluar los efectos pasados de la sobreexplotación del acuífero, así como para identificar las alternativas futuras de manejo y para evaluar la alternativa óptima.

El modelo hidroeconómico representa un instrumento de evaluación que considera la totalidad de la información depurada. Su punto de partida es la información estadística de la zona de estudio, así como la información de los estudios geohidrológicos previos y del Proyecto de Uso Sustentable del Acuífero.

El tratamiento de la información en conjunto, permite evaluar el efecto de cada una de las acciones del Proyecto, así como otros aspectos de importancia, como son la evaluación de los costos económicos y ambientales para cada política de operación propuesta.

Asimismo, el modelo cuenta con los insumos para la modelación hidrodinámica en la plataforma *Visualmodflow 2. 8. 1*, a partir de la cual se obtienen parámetros que contribuyen a determinar de manera más precisa el efecto de las acciones del proyecto.

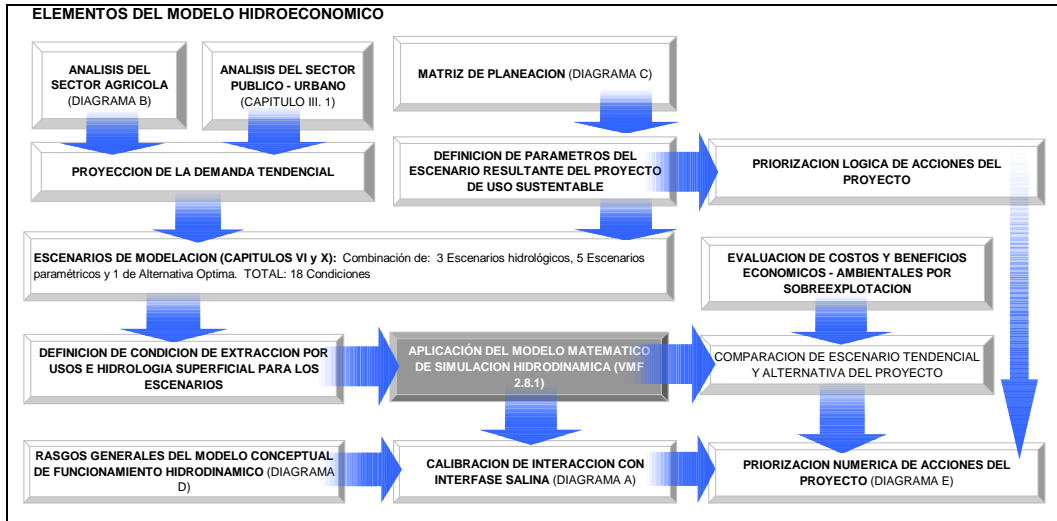


Figura 1. 4. Algoritmo para evaluación de alternativas

Ya que el modelo involucra información de diversa índole, el tratamiento de cada tema se describe en forma separada en las siguientes figuras. Destacan entre estos análisis: el del sector agrícola, el público – urbano, los escenarios de planeación, los rasgos generales del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico.

Una síntesis de los datos estadísticos y experimentales recopilados para los cultivos de la zona de estudio, se presenta en el Apéndice 1 y 2; sin embargo, la información en conjunto fue considerada en el Modelo Hidroeconómico.

El análisis de la matriz de planeación tiene funciones diversas, algunos de sus resultados se presentan en los primeros gráficos del presente capítulo. La matriz de planeación cuenta con diversos criterios de clasificación y en sí, el modelo presenta la opción de evaluar el efecto marginal de anular o realizar cualquiera de las acciones. Por medio de funciones algebraicas de interrelación, se consideró el efecto conjunto de las acciones.

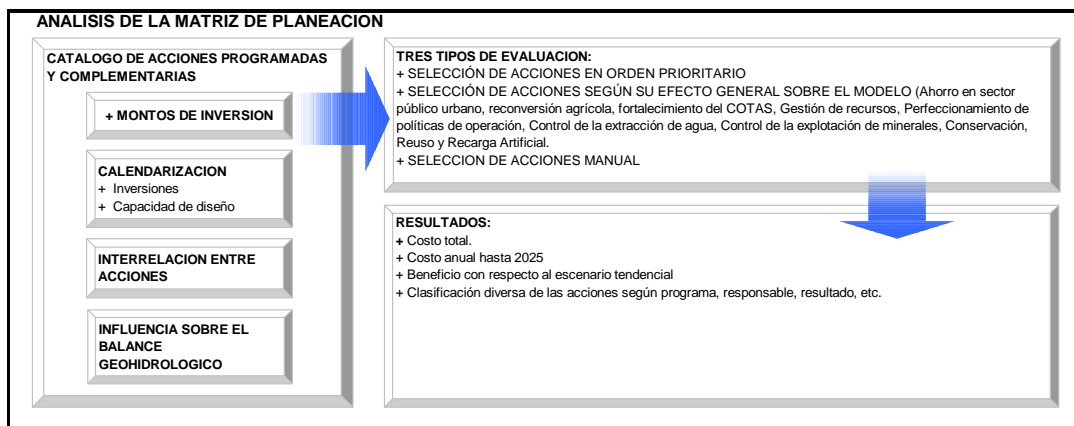


Figura 1. 5. Funciones de análisis de la matriz de planeación en el Modelo Hidroeconómico

Resulta de importancia fundamental la comprensión del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico, así como el papel de sus componentes geométricas y físicas en el acuífero. Diversas conclusiones de estudios previos se incluyen en el análisis matemático de funcionamiento hidrogeológico. Se considera la ecuación de balance de agua subterránea y la interacción con la interfase salina del mar.

Estas consideraciones fueron de especial valor para proponer los escenarios “meteorológicos”, a partir de los cuales se establecen series de datos anuales, que constituyen posibles escenarios de comportamiento climático en la zona de estudio y a su vez determinan la disponibilidad del agua. La interacción de estos resultados con los del Modelo Matemático de Simulación Hidrodinámica, permitieron un análisis más confiable y realista.

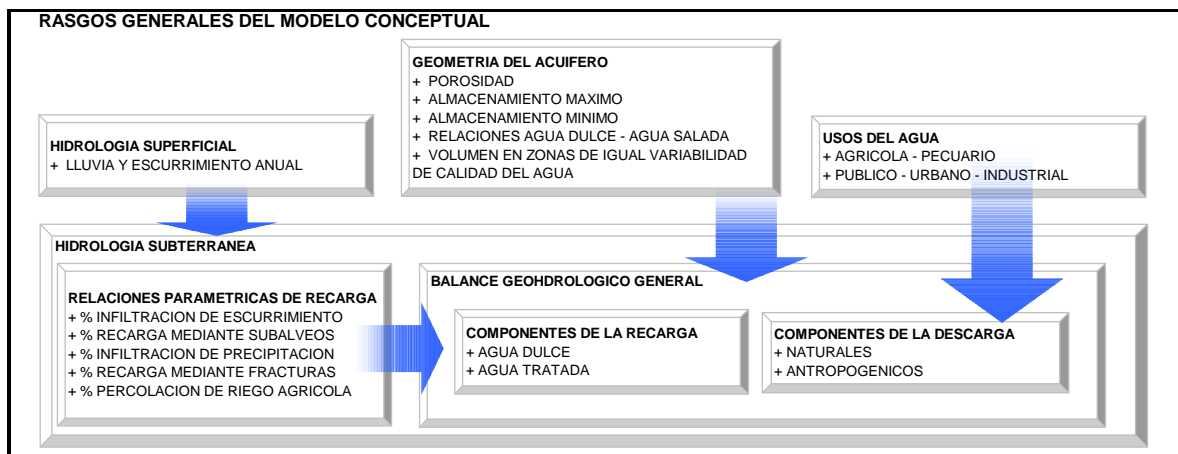


Figura 1. 6. Rasgos generales del Modelo Conceptual de Funcionamiento Hidrodinámico

Por último, el algoritmo para la priorización de las acciones es relativamente simple y consiste en un código, que mediante prueba y error identifica a partir de un escenario que incluye el total de acciones, cuáles son las acciones menos relevantes para recuperar volumen de agua en el acuífero.

En conjunto, la información previamente descrita y los criterios de análisis, permiten llevar a su término la evaluación del efecto de las acciones sobre la oferta y la demanda.

Como fase definitiva de la etapa prepositiva, se encuentra la integración del Plan de Manejo Integral del Acuífero (PMI).

El PMI se concibe como un documento de carácter ejecutivo, concreto y resumido, donde se describen la situación actual, las acciones en proceso, las metas y los mecanismos para asegurar el seguimiento del plan.

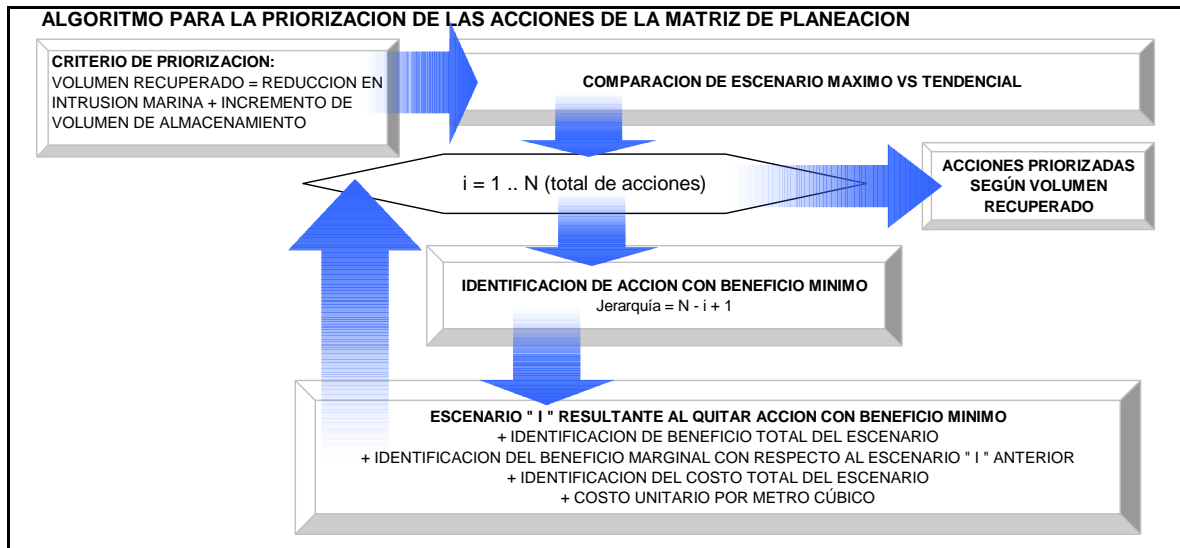


Figura 1. 7. Algoritmo de priorización de acciones programadas en la matriz de planeación.

En correspondencia con el proceso de planeación instituido por el COTAS, el PMI se fundamenta en la siguiente secuencia de actividades:

- a) Análisis de la problemática.
- b) Revisión de los objetivos establecidos en taller de planeación antes con el método ZOPP.
- c) Definición de acciones con interacción del COTAS y del Consejo de Cuenca (alternativas) - Precisado a más detalle en el PMI -
- e) Evaluación de alternativas. -Realizado en carácter de planeación durante PMI-
- i) Costo de las acciones. Factibilidad - recursos - responsables
 - ii) Impacto en el acuífero y en la sobreexplotación. ***
 - iii) Diagnóstico de los proyectos.
 - iv) Matriz de congruencia.
 - v) Priorización de acciones para cada estado de operación del acuífero.
- f) Identificación de alternativas óptimas y propuesta de su seguimiento.

1. 8. Área de estudio

1.8.1. Localización

El Acuífero Interestatal Ojocaliente – Aguascalientes – Encarnación, se encuentra ubicado en el centro del país.

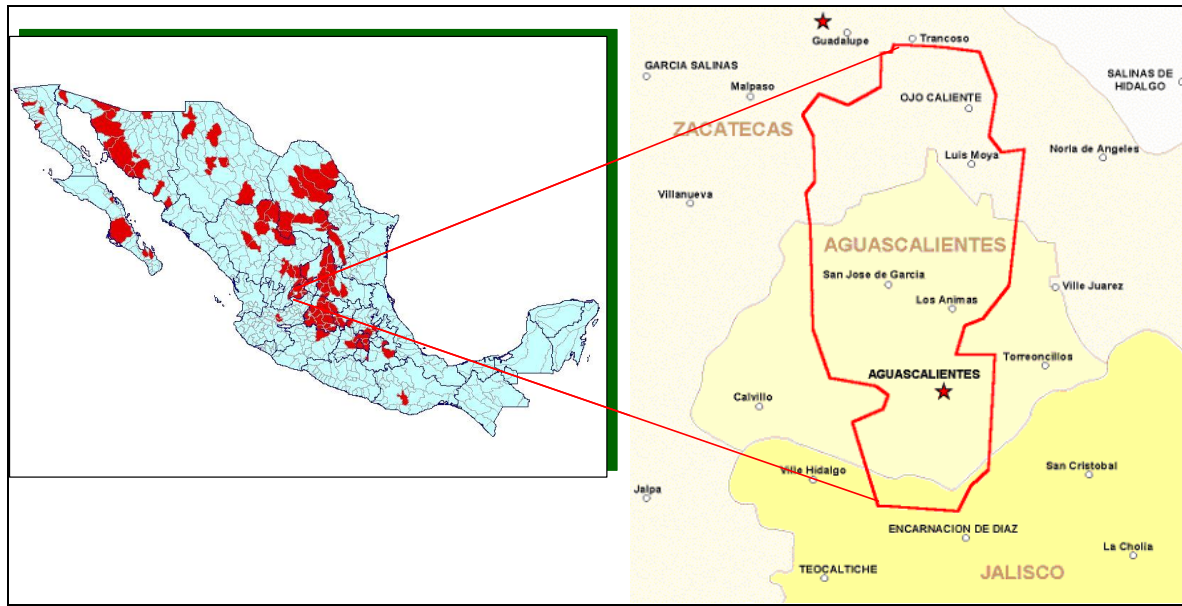


Figura 1. 8. Ubicación geográfica del acuífero

Territorialmente pertenece a la Región Hidrológica 12 Lerma-Chapala-Santiago, subregión Alto Santiago y específicamente a la subcuenca del río San Pedro.

1.8.2. Extensión

El acuífero abarca una superficie de 4,649 km², correspondiendo de esta área el 65% al estado de Aguascalientes, 33% a Zacatecas y el restante 2% a Jalisco.

1.8.3. Vías de comunicación

Figura 1.9. Vías de comunicación

Contenido

2. SITUACIÓN ACTUAL	24
2. 1. POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIECONÓMICO	24
2.1.1. Población	24
2.1.2. Actividad económica	25
2. 2. EVALUACIÓN DE PROGRAMAS RELATIVOS AL MANEJO DEL AGUA	27
2.2.1. Programas hidroagrícolas	27
2. 2. 2. Programas de la Comisión Nacional del Agua	46
2. 3. CLIMATOLOGÍA, PRECIPITACIÓN PLUVIAL, TEMPERATURA Y EVAPORACIÓN POTENCIAL	48
2.4. AGUAS SUBTERRÁNEAS	48
2.4.1. Geología	48
2.4.2. Unidades hidrogeológicas	54
2.4.3. Funcionamiento del sistema del acuífero	56
2.4.4. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría	58
2.4.5. Uso del agua subterránea	58
2.4.6. Comportamiento piezométrico	61
2.4.7. Calidad del agua subterránea	76
2.5. AGUA SUPERFICIAL	77
2.5.1. Hidrografía	77
2.5.2. Características básicas de disponibilidad y uso del agua superficial	83
2.6. AGUA RESIDUAL	83
2.6.1 Calidad	83
2.6.2. Características básicas de la disponibilidad y uso del agua residual tratada y sin tratar	84
2.7. FUENTES POTENCIALES Y EXISTENTE DE CONTAMINACIÓN	87
EN LA AGRICULTURA, LA CONTAMINACIÓN PRINCIPAL PROVIENE DE LAS MALAS PRÁCTICAS DE RIEGO, LAS CUALES AL EXCEDERSE EN AGUA, FACILITAN LA FILTRACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS QUE SE UTILIZAN AL ACUÍFERO, COMO SON: FERTILIZANTES, Y PRODUCTOS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.	87
2.8. RESULTADOS DE LA PLANEACIÓN PARTICIPATIVA (MÉTODO ZOOPT)	88

Figuras

FIGURA 2.1. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR SECTOR	26
FIGURA 2.2. ORIGEN DE LOS PROGRAMAS DE APOYO, DE DIVERSAS INSTITUCIONES	29
FIGURA 2.3 CARTA GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA	54
FIGURA 2.5. CAPACIDAD DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO EN AGUASCALIENTES	84
FIGURA 2.6. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR ZONAS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	87
FIGURA 2.7. ZONAS DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO.....	88

Tablas

TABLA 2.1. POBLACIÓN DENTRO DE LOS LÍMITES GEOGRÁFICOS DEL ACUÍFERO INTERESTATAL OJOCALIENTE-AGUASCALIENTES-ENCARNACIÓN (HABITANTES)	24
TABLA 2.2. POBLACIÓN OCUPADA POR SECTOR Y POR MUNICIPIO	27
TABLA 2.3. APOYOS DE PROCAMPO EN AGUASCALIENTES.....	31
TABLA 2.4. APOYOS OTORGADOS A PRODUCTORES PARA ADQUIRIR TRACTORES	37
TABLA 2.5. ESTABLECIMIENTO, REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE INVERNADEROS O MACROTÚNELES...38	
TABLA 2.6. ADQUISICIÓN, INSTALACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO CON EXCEPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR COMPUERTA.....	38
TABLA 2.7 CADENAS PRODUCTIVAS AGRÍCOLAS: GUAYABA, DURAZNO, AJO, FORRAJES, CHILE Y VID.	38
TABLA 2.8. MONTO DE APOYOS GANADEROS	39
TABLA 2.9. APOYOS EN EL DISEÑO DE PROYECTOS	42

TABLA 2.10. BIENES DE CAPITAL NECESARIOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE PROYECTOS PRODUCTIVOS.	43
TABLA 2.11. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL, CONSOLIDACIÓN ADMINISTRATIVA Y FOMENTO EMPRESARIAL.	44
TABLA 2.13. PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN POZOS, OBTENIDOS A PARTIR DEL ESTUDIO REALIZADOS POR LA UNAM EN 1997	57
TABLA 2.14 RESUMEN DE VOLÚMENES CONCESIONADOS Y DE EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA OBTENIDOS A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS ACTUALES DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO INTERESTATAL (HM ³ /AÑO).....	59
TABLA 2.15. DATOS BÁSICOS DE LOS CULTIVOS DE RIEGO CON AGUA SUBTERRÁNEA EN LA ZONA DEL ACUÍFERO	60
TABLA 2.16. POZOS CON DATOS HISTÓRICOS DE PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SU EVOLUCIÓN, SEGÚN REGISTROS HISTÓRICOS.	62
TABLA 2.17. ÁREAS DE IGUAL EVOLUCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO PARA EL PERIODO 1980 - 1997.....	79
TABLA 2.18. PLANTAS DE TRATAMIENTO EN AGUASCALIENTES	84
TABLA 2.19. PLANTAS DE TRATAMIENTO EN ZACATECAS.....	86

2. SITUACIÓN ACTUAL

2. 1. Población y desarrollo socioeconómico

2.1.1. Población

La información de los censos de 1980 y 1990 no se encuentra desglosada por localidades, y se tuvo que ponderar los datos de población municipal de estos censos de acuerdo a la población que existen en las localidades dentro del dominio del acuífero de acuerdo a como aparecen en los censos de 2000, es decir si la población de todas las localidades del municipio de Asientos que se ubican dentro de los límites del acuífero era de 2951 habitantes y su población total del municipio en el 2000 era de 37,763 habitantes quiere decir que solo el 8% vive dentro de los límites del acuífero y ese factor se aplicaba a la población municipal para los años de 1980 hasta 1999.

Tabla 2.1. Población dentro de los límites geográficos del acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación (habitantes)

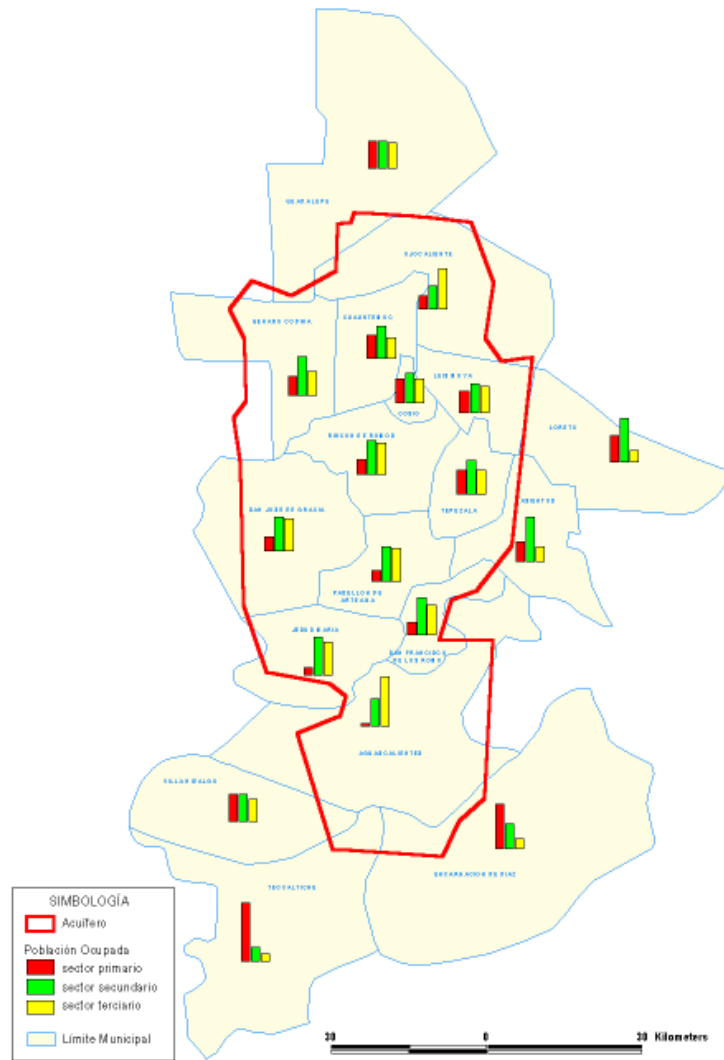
Municipio	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Aguascalientes	354,400	368,875	383,351	397,826	412,302	426,778	441,253	455,729	470,204	484,680	499,155	514,251	529,346	544,441	559,537	574,632	586,580	598,528	610,476	622,424	634,372	651,770	668,973	685,989	702,816
Asientos	1,906	1,968	2,029	2,090	2,151	2,212	2,273	2,335	2,396	2,457	2,518	2,574	2,629	2,684	2,739	2,795	2,826	2,857	2,888	2,920	2,951	2,989	3,026	3,062	3,097
Cosío	8,671	8,829	8,986	9,144	9,301	9,459	9,617	9,774	9,932	10,089	10,247	10,625	11,003	11,380	11,758	12,136	12,233	12,329	12,426	12,522	12,619	12,944	13,128	13,307	13,482
Cuahtémoc	8,705	8,778	8,850	8,923	8,996	9,069	9,141	9,214	9,287	9,359	9,432	9,623	9,815	10,006	10,198	10,389	10,476	10,563	10,650	10,737	10,824	10,999	11,166	11,327	11,481
Encarnación de Díaz	1,503	1,532	1,560	1,589	1,617	1,646	1,674	1,703	1,732	1,760	1,789	1,816	1,842	1,869	1,896	1,923	1,931	1,938	1,946	1,953	1,961	1,975	1,988	2,000	2,012
Genaro Codina	6,734	6,767	6,800	6,833	6,865	6,898	6,931	6,964	6,997	7,030	7,063	7,072	7,081	7,090	7,098	7,107	7,058	7,009	6,959	6,910	6,861	6,891	6,918	6,943	6,966
Guadalupe																					365	380	394	409	423
Jesús María	23,835	25,347	26,858	28,369	29,881	31,392	32,903	34,415	35,926	37,437	38,949	41,486	44,023	46,560	49,098	51,635	53,459	55,282	57,106	58,930	60,754	62,812	64,860	66,898	68,926
Loreto																					552	559	565	571	577
Luis Moya	9,396	9,607	9,817	10,028	10,238	10,449	10,660	10,870	11,081	11,291	11,502	11,499	11,496	11,494	11,491	11,488	11,474	11,460	11,446	11,432	11,418	11,452	11,482	11,510	11,534
Ojocaliente	23,651	24,135	24,619	25,103	25,587	26,071	26,555	27,039	27,523	28,007	28,491	28,978	29,465	29,952	30,439	30,926	31,273	31,619	31,966	32,312	32,659	33,253	33,826	34,375	34,904
Pabellón de Arteaga	19,836	20,458	21,079	21,701	22,322	22,944	23,565	24,187	24,808	25,430	26,051	27,171	28,291	29,410	30,530	31,650	32,179	32,708	33,238	33,767	34,296	35,805	36,696	37,575	38,443

Rincón de Romos	26,995	27,674	28,352	29,031	29,709	30,388	31,067	31,745	32,424	33,102	33,781	34,460	35,139	35,818	36,497	37,176	37,855	38,534	39,213	39,892	40,571	41,250	41,929	42,608	43,287	43,966	44,645	45,324
San Francisco de los Romo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,567	7,134	10,702	14,269	17,836	21,402	24,969	28,536	32,103	35,670	39,237	42,804	46,371	49,938	53,505	57,072	60,639
San José de Gracia	5,684	5,788	5,892	5,995	6,099	6,203	6,307	6,410	6,514	6,618	6,721	6,807	6,893	6,979	7,064	7,150	7,165	7,180	7,194	7,209	7,224	7,268	7,311	7,352	7,391	7,430	7,469	7,508
Teocaltiche																												
Tepezalá	12,142	12,409	12,675	12,942	13,209	13,476	13,742	14,009	14,276	14,542	14,809	15,082	15,355	15,629	15,902	16,175	16,242	16,308	16,375	16,441	16,508	16,914	17,082	17,244	17,402	17,564	17,726	17,888
Troncoso																					278	289	300	311	322	333	344	355
Villa Hidalgo																												
Total	503,459	522,164	540,869	559,574	578,279	596,984	615,689	634,394	653,098	671,803	690,508	715,325	740,143	764,960	789,777	814,594	830,509	846,424	862,338	878,253	895,494	916,520	938,768	960,743	982,443	1,003,991	1,025,539	1,046,987

2.1.2. Actividad económica

La población económicamente activa (PEA) durante el censo de 2000, representó el 35.40% de la población total de las localidades que intervienen en la conformación de la geografía del acuífero Interestatal; mientras que la población ocupada correspondió al 98.77% de la población económicamente activa (durante el mismo censo). La población ocupada está distribuida por sectores de la siguiente manera:

El sector primario está conformado por el 5.53% de la población ocupada que existe dentro del acuífero, el sector secundario agrupa al 35.06% y el sector terciario aglutina al 56.84% de la población ocupada. En la [Tabla 2.2.](#) se presenta la población ocupada por sector y por municipio, así como el porcentaje de la población ocupada en cada municipio, con respecto a la población total ocupada que existe en el acuífero. En la [Figura 2.1.](#), se presenta en forma gráfica la distribución de la población ocupada por sector en cada municipio.



22. Población ocupada por sector en cada uno de los municipios que comparten el acuífero Interestatal Ojocaliente - Aguascalientes - Encarnación

Figura 2.1. Distribución de la población por sector

Tabla 2.2. Población ocupada por sector y por municipio¹

Estado	Municipio	Sector Primario	Sector Secundario	Sector Terciario	Población Total Ocupada	Porcentaje de la Población Ocupada
Aguascalientes	Aguascalientes	4,944	78,652	148,917	238,814	76.54%
	Asientos	136	316	103	575	0.18%
	Cosío	1,040	1,323	1,083	3,532	1.13%
	Jesús María	1,825	9,852	8,762	20,855	6.68%
	Pabellón De Arteaga	1,479	4,548	4,475	10,761	3.45%
	Rincón De Romos	2,051	4,892	4,435	11,660	3.74%
	San Francisco De Los Romo	753	2,285	1,827	4,970	1.59%
	San José De Gracia	287	761	727	1,830	0.59%
	Tepezala	1,126	1,620	1,091	3,966	1.27%
	Total En Aguascalientes	13,641	104,249	171,420	296,963	95.17%
Jalisco	Encarnación De Díaz	316	174	69	569	0.18%
	Teocaltiche	141	31	17	193	0.06%
	Villa Hidalgo	7	7	6	21	0.01%
	Total En Jalisco	464	212	92	783	0.25%
Zacatecas	Cauhtémoc	822	1,113	746	2,740	0.88%
	Genaro Codina	266	595	355	1,244	0.40%
	Guadalupe	9	20	9	38	0.01%
	Loreto	9	15	4	28	0.01%
	Luis Moya	779	1,071	966	2,911	0.93%
	Ojocaliente	1,250	2,128	3,749	7,300	2.34%
	Trancoso	12	1	11	25	0.01%
	Total En Zacatecas	3,147	4,943	5,840	14,286	4.58%
	Total en el acuífero	17,252	109,404	177,352	312,032	100.00%
	6%	35%	57%	100%		

2. 2. Evaluación de programas relativos al manejo del agua

2.2.1. Programas hidroagrícolas

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, se modificaron a partir del año 2003.

El objetivo de estos programas es incrementar el uso eficiente del agua en las zonas agrícolas y ciudades; apoyar el incremento de la producción y de la productividad de las superficies bajo riego y de temporal tecnificado; y ampliar las coberturas y mejorar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamientos en zonas urbanas y comunidades rurales.

¹ XII Censo General de Población y Vivienda 2000

Para ello la CNA trabaja de manera conjunta con SAGARPA que coincide con parte de estos objetivos, por lo que los recursos que se designen serán aplicados mediante diversos programas.

Los programas se llevan a cabo mediante dos modalidades:

- a) Los que ejecutan los usuarios y Gobiernos Estatales con recursos transferidos por la CNA. Incluye cuatro programas hidroagrícolas y tres de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- b) Los que ejecuta en forma directa la CNA.

El monto máximo de apoyo federal no podrá ser mayor al 50% del costo del proyecto; sólo en el caso de beneficiarios identificados como de bajos ingresos que residan en localidades del Consejo Nacional de Población, el apoyo podrá ser de hasta el 90%.

Los programas Hidroagrícolas descentralizados en el esquema de la Alianza para el Campo, se destinan prioritariamente a poyar las acciones para impulsar el uso y aprovechamiento pleno de la infraestructura de los Distritos de Riego, y las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural, en adelante denominadas como URDERALES.

Los programas que se aplican para las acciones que se tienen que llevar a cabo para la estabilización del acuífero de Aguascalientes, son los que tienen que ver con la modernización y tecnificación de los sistemas de riego y con el uso de invernaderos, por el ahorro de agua que implican al continuar de manera más óptima la producción agrícola.

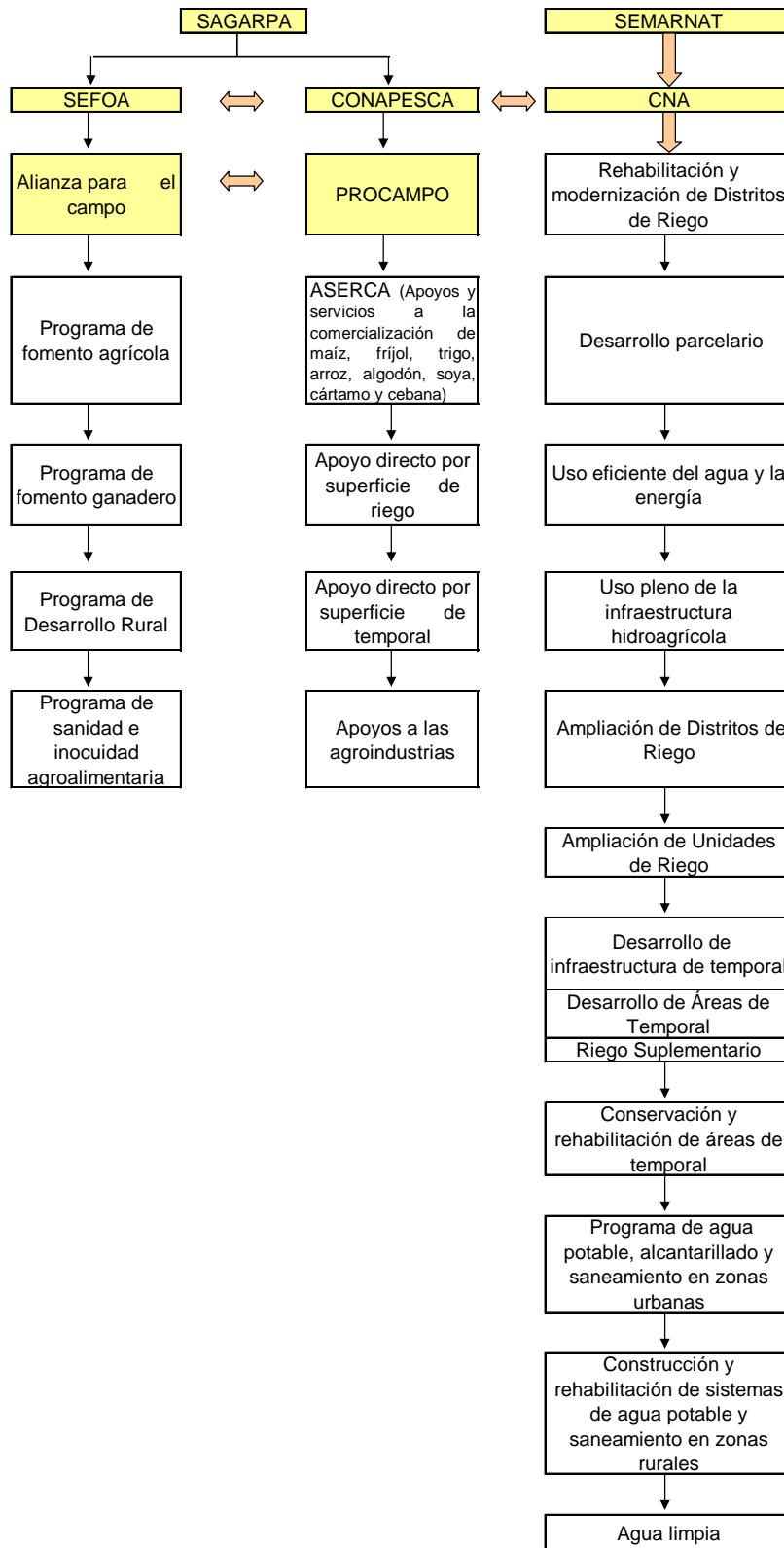


Figura 2.2. Origen de los programas de apoyo, de diversas instituciones

2.2.1.1. Programas de SAGARPA, mediante Alianza para el Campo y PROCAMPO.

Objetivo: Apoyar en forma directa a los productores inscritos en el Directorio del PROCAMPO con superficie elegible y que se mantengan en producción en el ciclo agrícola Primavera - Verano 2003.

Quiénes pueden recibir apoyos: Los productores con superficie elegible de los predios registrados en el Directorio de PROCAMPO para los que se solicite el apoyo y se mantengan en producción en el ciclo agrícola Primavera - Verano 2003 o se encuentren bajo proyecto ecológico autorizado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Apoyos que se otorgan:

Para el ciclo Primavera-Verano 2003 el **apoyo directo por hectárea en superficies de riego** es de \$905.00 (Novecientos Cinco Pesos 00/100 M.N.) y en **superficies de temporal** es de \$1,035.00 (Mil Treinta y Cinco Pesos 00/100 m.n.) por hectárea para superficies de hasta 6 hectáreas y de \$905.00 (Novecientos Cinco Pesos 00/100 m.n.) por hectárea para superficies mayores a 6 hectáreas siendo aportado en un 100% por el Gobierno Federal y operado por el Gobierno del Estado a través del Distrito de Desarrollo Rural.

A través del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) que es operado por el Gobierno del Estado a través del Distrito de Desarrollo Rural, se han pagado desde 1994, 555 Millones 590 Mil 874 pesos beneficiando en promedio por año a 15,767 productores y 99 Mil 190 hectáreas, los cuales a la fecha han sido ejercidos con una gran eficiencia y oportunidad, reconociéndose por parte de **ASERCA** al Estado como una de las primeras entidades federativas a nivel nacional que operó dichos recursos en estos últimos años, mismos que han sido distribuidos hacia los productores a través de la cesión de derechos y pago directo normal, **atendiendo en promedio 23,250 solicitudes por año en sus modalidades de riego y temporal.**

Destacando que a partir del año 2001 se dio inicio a dos acciones relevantes para hacer llegar los apoyos a los productores en forma más oportuna, transparente y eficiente como lo son el pago adelantado a productores de hasta 5 hectáreas (que fue de hasta 6 hectáreas a partir del año 2002) que representan el 70% de los beneficiarios y la implantación del sistema de pago a través de tarjeta electrónica. Con estas acciones se ha logrado reducir el tiempo en la entrega de los recursos de 60 a 40 días y con el pago anticipado se dio trato preferencial a productores de menores ingresos, disponiendo de los recursos del programa con 60 días de anticipación respecto al ciclo de siembras homólogo anterior.

Tabla 2.3. Apoyos de PROCAMPO en Aguascalientes

PROCAMPO en Aguascalientes			
Año	Productores	Superficie (hectáreas)	Monto pagado (pesos)
1994	15,639	99,693.73	\$ 34,892,816.00
1995	16,048	103,317.11	\$ 45,459,528.40
1996	16,490	103,077.00	\$ 49,889,689.08
1997	16,154	102,459.50	\$ 56,967,482.00
1998	16,030	100,398.45	\$ 62,843,795.70
1999	15,943	97,878.92	\$ 69,298,275.36
2000	15,501	96,774.72	\$ 75,290,732.16
2001	14,758	94,157.49	\$ 78,056,559.08
2002	15,339	94,950.74	\$ 82,891,996.00
Suma	141,902	892,708	555,590,874
Promedio anual	15,767	99,190	61,732,319

Este programa de apoyo se puede solicitar en el Distrito de Desarrollo Rural o en los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural de Aguascalientes, Asientos, Calvillo y Pabellón de Arteaga.

Los requisitos de apoyo son los siguientes:

- Acudir a la ventanilla que te corresponda a reinscribir la solicitud en la fecha establecida para apertura de recepción:
- Superficies de Riego Pago Anticipado 01-Abril-2003
- Superficies de Temporal Pago Anticipado 16-May-2003
- Superficies de Riego Pago Normal 02-Jun-2003
- Superficies de Temporal Pago Normal 14-Jul-2003
- Contar con su expediente completo y entregar 2 fotocopias de su Clave Única de Registro de Población (CURP), aquellos productores que carezcan de ésta, deberán entregar dos fotocopias de su acta de nacimiento por cada solicitud reinscrita.

Los programas de "Alianza para el campo 2004", forman parte de la estrategia del Gobierno Federal y Estatal para el fortalecimiento del sector ante el proceso de

globalización y el impulso al desarrollo rural para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

En 1996 se puso en operación la Alianza para el Campo como una nueva estrategia para impulsar la recuperación y desarrollo del Sector Agropecuario. Alianza coordina los instrumentos de fomento disponibles del sector público para elevar la productividad agropecuaria. La estrategia se dirige a los productores con programas y acciones que coadyuvan en el alivio de la pobreza rural enfatizando la importancia de un enfoque microregional, la preservación de los recursos naturales y la transferencia de la tecnología apropiada a los productores. La suma de recursos federales y estatales, aunada a la contribución de los productores de la entidad, tiene por objeto apoyar la capitalización, la incorporación de tecnología y elevar la productividad, a través del mejoramiento genético, la repoblación de inventarios, la infraestructura y el equipamiento productivo.

Se promueve también la utilización integral y sostenible de los recursos, incrementar la producción de alimentos, mejorar los mecanismos de comercialización por unidad productiva y fomentar la organización y el intercambio tecnológico entre productores.

Durante la administración estatal del 2002, se autorizaron recursos de la Alianza para el Campo por un Monto total de 162 Millones 485 mil pesos en beneficio de los productores agropecuarios y agroindustriales de todo el Estado. Para ese año, los programas de la Alianza fueron reestructurados e integrados de forma que puedan brindar soluciones más eficientes a los problemas del sector en el país.

Parte importante de este logro ha sido la apertura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a las opiniones y sugerencias de todos los estados de la República a través de la Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo Agropecuario, A.C.

Actualmente, la gestión de los recursos que obtendrá el Estado de la Federación para los programas del año 2002 está en vías de negociación. Estos son los programas que contemplará la Alianza para el Campo 2002 cuyos criterios de elegibilidad y de apoyo estarán disponibles una vez que se publiquen en el Diario Oficial de la Federación las reglas de operación correspondientes y se suscriban los Anexos Técnicos.

Programas de Fomento Agrícola

1. Programas de Fomento Ganadero.
2. Programas de Desarrollo Rural.
3. Programas de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria.

Objetivo: Impulsar el establecimiento de los Agronegocios en el medio rural y el fortalecimiento de las cadenas agroalimentarias, para incrementar el ingreso de los productores y elevar su calidad de vida.

Tipos de apoyo:

En lo general se establecen dos tipos de apoyos:

- 1.- A la demanda libre.
- 2.- Demanda vía proyectos.

La población objetivo se define según su ingreso con los siguientes criterios:

Productores de Bajos Ingresos, en zonas marginadas.

- Hasta 10 Ha. de riego o hasta 20 Ha. de temporal.
- Hasta 20 Cbz. de ganado mayor o, 100 Cbz. de ganado menor o, 25 colmenas.

Productores de Bajos Ingresos, en zonas no marginadas.

- Hasta 10 Ha. de riego o hasta 20 Ha. de temporal.
- Hasta 20 Cbz. de ganado mayor o, 100 Cbz. de ganado menor o, 25 colmenas.

Productores de Bajos Ingresos, en transición.

- Hasta 20 Ha. de riego o hasta 40 Ha. de temporal.
- Hasta 50 Cbz. de ganado mayor o, 250 Cbz. de ganado menor o, 125 colmenas.

Resto de Productores

- Son los productores con superficies, cabezas y colmenas mayores a los establecidos en el punto I, II y III.

Todos los programas son de carácter público, y está prohibido su uso con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de estos programas, deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la Ley aplicable y ante la Autoridad competente.

Para la ejecución del Programa Alianza Contigo, en el año del 2004, el Gobierno Federal asignó al estado de Aguascalientes 55 millones 234 mil pesos, que corresponde a un incremento del 71 por ciento respecto a lo asignado al año anterior.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, canalizará más recursos como reconocimiento a la eficiencia y operación estatal de los programas, ya que Aguascalientes ocupó el primer lugar en la evaluación nacional que realizó la dependencia federal, de ahí el sustancial incremento por el trabajo eficiente y participativo de los agroproductores de la entidad y las autoridades estatales.

La inversión total en el Programa Alianza Contigo es de 92 millones 454 mil pesos, con una mezcla de recursos federales y estatales, de los cuales corresponde a la participación de SAGARPA 55 millones 234 mil pesos; a la Comisión Nacional del Agua 17 millones 500 mil pesos y al Gobierno del Estado 19 millones 700 mil pesos.

Con estos apoyos los productores pueden adquirir tractores, rastras, sembradoras, niveladora y ordeñadoras, sistemas de riego, entre otros implementos necesarios para incrementar la productividad, como una retribución a quienes invierten en el campo.

Programas de apoyo a la infraestructura rural hidroagrícola

Los programas de apoyo a la infraestructura rural hidroagrícola son los siguientes:

Equipamiento rural

Dentro de este programa se atienden solicitudes de productores agropecuarios, con el propósito de que se les apoye en la construcción y/o rehabilitación de bordos parcelarios y de abrevadero, mejora de caminos sacacosechas, construcción de silos, construcción de tajos dentro de sus predios.

Programa de conservación del suelo y agua

Dentro de este programa, se atienden solicitudes de trabajos de nivelación de tierras dentro de sus parcelas, trabajo de subsuelo, excavación de zanjas para la instalación de tuberías de P.V.C. Para todos estos trabajos la Comisión para la el Desarrollo Agropecuario opera once tractores Bulldozer y una máquina Retroexcavadora.

Programa de empleo temporal

Con este programa se atienden solicitudes para apoyo a los productores agropecuarios con rollos de alambre de púas y poste de acero para el cercado de sus predios agrícolas.

Dentro de este programa también se apoya a los productores agropecuarios con despensas alimenticias, para compensar trabajos realizados dentro de sus predios como son: Despiedres, plantación de nopal o maguey, reparación de cercos.

Programa de desarrollo de áreas de riego

Dentro de este programa se apoya a productores agropecuarios para el suministro y colocación de líneas de conducción con tubería de P.V.C. e instalación de sistemas de riego tecnificado.

Programa impulso y desarrollo de pequeñas, medianas y grandes áreas de riego

Se apoya a los productores agropecuarios con el suministro e instalación y/o reparación de equipos de bombeo y electrificaciones para pozos, norias o aprovechamientos superficiales de agua, suministro e instalación de líneas de conducción y sistemas de riego tecnificado.

Distrito de riego 01, Pabellón de Arteaga

El Gobierno del Estado de Aguascalientes, a través de la Comisión para el Desarrollo Agropecuario, apoyo económicamente con el 50% a los productores para el pago de un proyecto ejecutivo de instalación de riego a la demanda ejecutado por una empresa Española que se contrato para tal fin.

Así mismo, ha venido aportando recursos importantes para la rehabilitación y modernización de la infraestructura hidráulica del Distrito de Riego en forma bipartita, junto con la Comisión Nacional del Agua, se han construido regaderas, caminos de operación. Se ha instalado tubería de acero, para sustituir canales secundarios laterales, regaderas, ayudando con esto a una mejor eficiencia en la conducción y distribución del agua, logrando con estas acciones un ahorro importante de agua y como consecuencia de esto, un ahorro económico para los productores.

Fomento agrícola

Objetivo: Impulsar la producción y productividad agrícolas a fin de elevar el ingreso de los productores, apoyar la investigación y la transferencia de tecnología, acorde con las necesidades de las cadenas productivas, facilitar la integración de cadenas productivas agroalimentarias y asegurar el patrimonio fitogenético nacional, para su conservación y uso sostenible, con énfasis en aquellos recursos de importancia para la alimentación y la agricultura.

Quiénes pueden recibir apoyos: Los productores agrícolas en forma individual y organizada (ejidatarios, colonos, comuneros, pequeños propietarios, asociaciones de productores y sociedades civiles o mercantiles dedicadas a la producción agrícola).

Programas Integrantes:

Fomento a la productividad.

Objetivo: Promover el desarrollo de una estructura de cultivos orientada a satisfacer las necesidades del mercado e incrementar la rentabilidad y la superficie dedicada a la producción de cultivos industriales.

Apoyos que se otorgan:

- Apoyo al paquete tecnológico.
- Pago de derechos por uso de semilla genéticamente modificada para algodón y soya.
- Manejo integrado de plagas e inducción de nuevas tecnologías.
- Apoyo a la formulación de proyectos.
- Fomento a la Inversión y Capitalización.

Fomento a cultivos estratégicos.

Objetivo: Promover el desarrollo de la fruticultura, horticultura y producción de cultivos ornamentales.

Apoyos que se otorgan:

- Establecimiento y mantenimiento de huertos.
- Adquisición de material vegetativo, equipo y pago de servicios.
- Manejo integrado de plagas.
- Apoyo a la formulación de proyectos.

Desarrollo de los agrosistemas tropicales y subtropicales.

Objetivo: Promover el desarrollo de la producción de cultivos tropicales y subtropicales bajo el enfoque de agrosistemas y de cadenas productivas.

Apoyos que se otorgan:

- Establecimiento, mantenimiento y rehabilitación de huertos.
- Establecimiento y mantenimiento de centros de producción de material vegetativo.
- Cultivos intercalados.
- Manejo integrado de plagas.
- Apoyo a la formulación de proyectos.

Investigación y transferencia de tecnología.

Objetivo: Apoyar la investigación y transferencia de tecnologías, acorde con las necesidades de las cadenas productivas.

Apoyos que se otorgan:

- Para la realización de proyectos de investigación y eventos de transferencia de tecnología.
- Por única vez, la elaboración de programas de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en cada entidad.

Sistema Nacional de recursos fitogenéticos.

Objetivo: Asegurar el patrimonio fitogenético nacional, para su conservación y uso sostenible, con énfasis en aquellos recursos de importancia alimentaria y agrícola.

Apoyos que se otorgan:

- Conservación y uso de recursos.
- Conservación y mejoramiento in situ.
- Conservación y mejoramiento ex situ.
- Evaluación y uso de recursos fitogenéticos.

Fomento a la inversión y capitalización

Objetivo: Promover un uso eficiente de los recursos suelo y agua y la capitalización del sector a través de obras de infraestructura productiva y de servicios y la adquisición de bienes de capital.

Apoyos que se otorgan:

- Infraestructura parcelaria básica y de riego.
- Mejoramiento, rehabilitación y conservación de suelos.
- Adquisición y rehabilitación de sistemas de riego tecnificado.
- Infraestructura productiva y de servicios.
- Adquisición y rehabilitación de maquinaria y equipo.
- Formulación de proyectos.

Apoyos en: Tractores, cinceles, sembradoras de precisión, aspersores, e implementos de labranza de conservación y otros apoyos.

Tabla 2.4. Apoyos otorgados a productores para adquirir tractores

Costo total	Organizados		Individual	
	PBIT	RP	PBIT	RP
< \$15,000	70.00%	59.00%	54.00%	45.00%
\$15,001 - \$75,000	62.00%	52.00%	48.00%	40.00%
\$75,001 - \$150,000	55.00%	46.00%	42.00%	35.00%

\$150,001 -\$250,000	46.00%	39.00%	36.00%	30.00%
>\$250,001	39.00%	33.00%	30.00%	25.00%
Tope para Tractores	100,000.00	65,000.00	80,000.00	55,000.00

Tabla 2.5. Establecimiento, rehabilitación y modernización de invernaderos o macrotúneles.

Concepto	Organizados		Individual	
	PBIT	RP	PBIT	RP
Apoyo Gubernamental	50.00%	35.00%	40.00%	30.00%
Monto tope hasta	\$350,000	\$245,000	\$280,000	\$210,000

Tabla 2.6. Adquisición, instalación y modernización de sistemas de riego tecnificado con excepción de los sistemas de riego por compuerta.

Concepto	Organizados		Individual	
	PBIT	RP	PBIT	RP
Sistema de Riego	80.00%	60.00%	70.00%	50.00%
Tope por hectárea	\$12,000.00	\$9,000.00	\$10,500.00	\$7,500.00

Fortalecimiento de los sistemas producto

Tabla 2.7 Cadenas productivas agrícolas: Guayaba, durazno, ajo, forrajes, chile y vid.

Beneficio		Organizados
	RP	Apoyo Máximo
Congresos	50.00%	Hasta \$300,000.00 por evento
Capacitación	80.00%	Hasta \$40,000.00 por evento

Fomento ganadero.

Objetivo: Este conjunto de programas se orienta a apoyar la capitalización de los ganaderos, acelerar la adopción de tecnología a nivel del productor en lo relativo a alimentación, mejoramiento genético y sanidad, complementado con asistencia técnica; con la finalidad de elevar la productividad por unidad de superficie y por

unidad animal, también se promueve la integración y desarrollo de cuencas de producción, así como el fortalecimiento de la cadena producción - consumo.

Quiénes pueden recibir apoyos: Ejidatarios, colonos, comuneros, pequeños propietarios, asociaciones de productores y sociedades civiles o mercantiles, dedicadas a la producción pecuaria. Además, quienes presenten proyecto de reconversión hacia la actividad ganadera (solo en recuperación de tierras de pastoreo).

Características de los apoyos: Se establecen como prioridades el otorgamiento de apoyos a Proyectos de Desarrollo de Predios Ganaderos, Centros de Acopio o Empresas que incentiven o favorezcan la incorporación de los productores primarios a los Sistemas Producto Pecuarios para el fortalecimiento de las Cadenas Agroalimentarias, así como, al impulso del desarrollo de proyectos agropecuarios integrales.

Apoyos en:

- Infraestructura
- Tejabanes, pesebres, salas de ordeña, bodegas, corrales de manejo, etc.
- Maquinaria y equipo
- Ordeñadoras, empacadoras, carros mezcladores, cortadoras, ensiladoras, molinos, plantas de luz, etc.
- Semovientes
- Vientres bovinos, ovinos, caprinos, porcinos; conejos, abejas.
- Otros semovientes
- Sementales bovinos, ovinos, caprinos y porcinos, etc.
- Germoplasmas
- Embriones, dosis de semen, equipos de inseminación, etc.

Tabla 2.8. Monto de apoyos ganaderos

Estrategia Integración de Cadena Agroalimentaria	Estrato	Apoyo Gubernamental
Establecimiento, rehabilitación, infraestructura y equipo para praderas y agostaderos	PBIT	65%
	RP	50%
Construcción y rehabilitación de infraestructura y equipamiento de unidad de producción bovina, ovina, porcina, caprina y apícola	PBIT	65%
	RP	50%
Adquisición de semovientes de las especies bovina, ovina, caprina, porcina, avícola y apícola	PBIT	65%
	RP	50%

Adquisición de germoplasma y equipo para inseminación artificial	PBIT	65%
	RP	50%

En los casos de adquisición de Infraestructura y/o Equipo el apoyo máximo será de \$130,000.00

Recuperación de tierras de pastoreo.

Objetivo: Apoyar acciones que permitan incrementar la disponibilidad de forraje en tierras de pastoreo de modo sostenible, con plantas forrajeras, así como la tecnificación y modernización de la infraestructura productiva para un mejor manejo de la unidad de producción.

Apoyos que se otorgan:

- Semilla, infraestructura y equipamiento de unidades de producción, necesarios para el establecimiento, la rehabilitación y conservación de pastizales y agostaderos, así como elaboración de proyectos (cuando la COTEGAN lo considere conveniente).

Mejoramiento genético.

Objetivo: Incrementar la producción de carne, leche y lana por unidad animal, apoyar la repoblación del inventario ganadero con la adquisición de sementales y vientres nacionales e importados y su incorporación al hato ganadero comercial; así como fomentar la calidad genética mediante prácticas de inseminación artificial y transferencia de embriones.

Apoyos que se otorgan:

- Pie de cría, dosis de semen y embriones de las principales especies domésticas, así como equipo para inseminación artificial y transplante de embriones.

Programa lechero.

Objetivo: Propiciar la tecnificación, modernización y capitalización de las explotaciones lecheras de las diferentes especies domésticas, así como los sistemas de acopio y transformación, que redunde en una mejor producción y calidad del producto.

Apoyos que se otorgan:

- Infraestructura y equipos especializados necesarios para el mejoramiento y modernización de las explotaciones lecheras, así como la construcción, rehabilitación y equipamiento de centros de acopio; equipos para industrialización de la leche y para laboratorios de calidad.

Programa apícola.

Objetivo: Incrementar la producción y productividad de las unidades apícolas, así como la elevación de la calidad de miel y otros productos de la colmena, mediante el fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento productivo y de acopio, mejoramiento genético y control sanitario.

Apoyos que se otorgan:

- Material biológico y equipamiento de las unidades de producción apícolas, tratamientos contra varroasis, reactivos y análisis de laboratorio e infraestructura y equipamiento de centros de acopio de miel.

Desarrollo de proyectos agropecuarios integrales.

Objetivo: Apoyar y fomentar el desarrollo de unidades de producción pecuaria de manera sostenible, a través de la contratación de técnicos que propicien los procesos de capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología, mediante proyectos que integren a productores en grupos y fortalezcan las cuencas de producción.

Apoyos que se otorgan:

- Servicios de asistencia técnica que comprenden la contratación, capacitación, actualización y pago de giras de intercambio técnico de coordinadores y promotores de desarrollo.

Fomento avícola y porcícola.

Objetivo: Apoyar la construcción, modernización y rehabilitación de la infraestructura y el equipamiento de las unidades de producción y de industrialización, para inducir la incorporación de tecnología y elevar la productividad de la avicultura y porcicultura, así como, mejorar los esquemas de transformación de sus productos.

Apoyos que se otorgan:

- Infraestructura y equipos especializados necesarios para el mejoramiento y modernización de las explotaciones avícolas y porcícolas. En infraestructura de transformación se apoya la adquisición de equipos de limpieza y clasificación de huevo, así como, la transformación y remodelación de rastros, obradores y frigoríficos a tipo inspección federal.

Desarrollo rural

Quiénes pueden recibir apoyos:

Unidades de producción rural familiar, mujeres, jóvenes e indígenas habitantes de regiones y municipios que presentan los mayores índices de marginación y población rural de otros municipios del país que reúna los requisitos de elegibilidad, ya sea de manera individual u organizada.

Programa de Desarrollo de Capacidades (PRODESCA).

Objetivo:

Desarrollar capacidades en la población rural elegible a través de proveer conocimientos útiles para mejorar procesos productivos, comerciales, organizativos y empresariales.

Apoyos que se otorgan:

- Servicios de capacitación, asistencia técnica y consultoría proporcionados por una red de prestadores de servicios profesionales que son certificados con base en su desempeño y contratados directamente por los usuarios finales.

Apoyos en:

Diseños de proyectos de desarrollo, puesta en marcha de proyectos de desarrollo, asesoría técnica y consultoría profesional para empresas rurales, capacitación para empresas rurales, programas especiales para desarrollo de capacidades y otros apoyos.

Tabla 2.9. Apoyos en el diseño de proyectos

Servicios	Tipo de Proyecto		
	Modulares PM	Actividades en común PAC	Integrales PI
Diseño de proyecto	16,000	25,000	40,000
Puesta en Marcha			
Asesoría técnica y Consultoría			

Programa de Apoyos a Proyectos de Inversión Rural (PAPIR).

Objetivo: Fomentar la inversión en bienes de capital de la población rural elegible a través del apoyo para la puesta en marcha de proyectos la reconversión productiva, la transformación y acondicionamiento de la producción primaria, la generación de empleo rural no agropecuario y de servicios, así como su posicionamiento en los mercados.

Apoyos que se otorgan:

La puesta en marcha de proyectos de inversión que posibiliten la reconversión productiva, la transformación, el posicionamiento en los mercados y la generación de servicios y empleo no agropecuario.

Apoyos en:

Tabla 2.10. Bienes de capital necesarios para la puesta en marcha de proyectos productivos.

Valor de los bienes de capital por socio (pesos)	Porcentaje máximo de apoyo gubernamental		Porcentaje máximo de apoyo gubernamental en atención a la demanda de UPR
	Normales	Grupos prioritarios	
< \$15,000	70%	90%	55%
\$15,001 - \$75,000	66%	80%	53%
\$75,001 - \$150,000	63%	63%	50%
\$150,001 - \$300,000	60%	60%	No aplica
\$300,001 -> \$5000,000	50%	50%	No aplica

Programa de Fortalecimiento de Empresas y Organización Rural (PROFEMOR).

Objetivo: Incorporar a las unidades de producción familiar rurales en forma organizada a la apropiación de valor agregado, así como elevar la participación social de la población rural en la toma de decisiones en los diferentes ámbitos del desarrollo de las regiones.

Apoyos que se otorgan:

- Fortalecimiento institucional de municipios, distritos de desarrollo y regiones para la definición de prioridades regionales e incrementar el acceso de la población rural a los recursos públicos.
- Consolidación empresarial (profesionalización y administración) interna de las organizaciones económicas rurales.

Apoyos en:

Tabla 2.11. Fortalecimiento Institucional, consolidación administrativa y fomento empresarial.

Componente	Aportaciones (montos)	
	Hasta	Máximo \$
Consolidación Organizativa Estructura interna 1er. nivel		75,000.00
I) Menor de 5 años II) Más de 5 años	80% 80%	250,000.00 150,000.00
Fortalecimiento Institucional Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable		130,000.00

Programas de sanidad e inocuidad agroalimentaria

Objetivo: Impulsar el control y erradicación de plagas y/o enfermedades agrícolas, pecuarias, apícolas y acuícolas que son motivo de restricciones comerciales.

Promover la instrumentación de programas nacionales de inocuidad, que reduzcan los riesgos de contaminación química y microbiológica en la producción de alimentos y establecer un compromiso conjunto entre los gobiernos federal y estatal y los productores, para lograr avances sanitarios que resulten en cambios de status sanitario, durante el ejercicio en que aplican estas reglas.

Quiénes pueden recibir apoyos: Todos los productores agropecuarios y acuícolas que sean susceptibles de sufrir pérdidas por las plagas o enfermedades que son objeto de los programas oficiales de sanidad agropecuaria. En forma directa, productores agropecuarios y acuícolas que se agrupen en Comités Estatales. En forma indirecta, a productores que aún no se han incorporado formalmente a dichas organizaciones, pero que se ubican en la misma circunscripción geográfica del organismo.

Salud Animal.

Apoyos que se otorgan:

- Diagnóstico epidemiológico de la situación actual de las campañas a nivel estatal y regional.
- Operación de las actividades de las campañas.
- Vigilancia epizootológica.
- Bioseguridad.
- Laboratorios de diagnóstico en salud animal.
- Inspección en rastros.
- Movilización en los puntos localizados en cordones fitozoosanitarios.

- Atención a contingencias e indemnizaciones.

Sanidad Vegetal.

Apoyos que se otorgan:

Se otorgan apoyos para el desarrollo de los programas de campañas nacionales, en los componentes que establecen la Normas Oficiales Mexicanas.

Inocuidad de Alimentos.

Apoyos que se otorgan:

- Instrumentación de metodologías de minimización de riesgos de contaminación como:
 - Buenas Prácticas Agrícolas.
 - Buenas Prácticas Pecuarias.
 - Buenas Prácticas Apícolas.
 - Buenas Prácticas Acuícolas.
 - Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimientos Operacionales de Sanitización Estándar.
 - Pruebas diagnósticas y de análisis de contaminantes.
 - Insumos sanitarios.
 - Infraestructura y equipo

Apoyos a las agroindustrias

En cuanto a los apoyos de las AGROINDUSTRIAS, la información que se proporciona en esta página de internet son:

1. Directorio de empresas
2. Manual del exportador
3. Precios y mercados

La economía mexicana experimenta un cambio estructural mediante la modernización del aparato productivo, la promoción del comercio exterior, el empleo de tecnologías avanzadas y el desarrollo de la oferta exportable.

Es por ello que la Comisión para el Desarrollo Agropecuario del Estado de Aguascalientes, a través de la Dirección de Negocios Agropecuarios, presenta éste documento que esta dirigido a aquellos productores y empresas con potencial exportador del sector agropecuario y agroindustrial; así como a aquellas personas relacionadas al comercio exterior.

Se pretende que el presente Manual sea un documento-guía, de gran importancia para su consulta, además de una valiosa herramienta con información básica para la toma de decisiones, y así, poder penetrar e incursionar en nuevos mercados que demandan productos de nuestro sector.

Las empresas y productores interesados en iniciar exportaciones, encontrarán los elementos básicos, la descripción precisa de pasos a seguir en dicho proceso, los diferentes tipos de regulaciones, trámites y documentos necesarios y apoyos gubernamentales.

De parte de los programas de CNA, los apoyos son los siguientes:

2. 2. 2. Programas de la Comisión Nacional del Agua

2. 2. 2. 1. Programa: Ferti-irrigación. Componente: Sistema de Riego tecnificado normal.

La CNA cuenta con los siguientes programas:

- a) Rehabilitación y modernización de Distritos de Riego
- b) Desarrollo parcelario
- c) Uso eficiente del agua y la energía
- d) Uso pleno de la infraestructura hidroagícola
- e) Ampliación de Distritos de Riego
- f) Ampliación de Unidades de Riego
- g) Desarrollo de infraestructura de temporal

Desarrollo de Áreas de Temporal Riego Suplementario

- h) Conservación y rehabilitación de áreas de temporal
- i) Programa de agua potable, alcantarillado y saneamiento en zonas urbanas
- j) Construcción y rehabilitación de sistemas de agua potable y saneamiento en zonas rurales
- k) Agua limpia

Los recursos que otorga la CNA, para le presente ejercicio fiscal en este programa podrán ser de hasta \$ 581,800,000.00 (quinientos ochenta y un millones ochocientos mil pesos 00/100 M.N.).

Los apoyos de este programa, podrán otorgarse a los módulos de riego y red mayor de distribución de los Distritos de Riego concesionados, a través de las ACU y de las SRLDR.

Los apoyos federales se otorgarán por única vez para:

- Rehabilitar y/o modernizar el mismo tramo de canal, dren o camino.
- Rehabilitar el mismo pozo, la misma planta de bombeo o los mismos suelos ensalitrados
- Construir, rehabilitar o modernizar las mismas estructuras de control o medición
- Sistemas de riego de baja y alta presión
- Sistemas de riego a la demanda
- Instalar estaciones agroclimatológicas hasta cubrir todo el Distrito de Riego

La Influencia de los programas de apoyo es:

PROGRAMA: FERTI-IRRIGACION. COMPONENTE: SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO NORMAL

En este Programa, los apoyos dados en el año 2,000 beneficiaron a 24 productores, con un total de superficie de 682 has, de los cuales 9 productores se tecnificaron con un sistema de multicompuertas para riego por gravedad, en 253 has equivalentes al 37% y 15 productores más con aspersión, 429 has, es decir, un 63% del total.

En el año 2001, de 10 productores que se apoyaron 9 fueron con aspersión, 316 has y 1 con goteo en 17 has. Para el año 2003, los apoyos fueron casi en la misma proporción, 96% con aspersión, con 346.36 has y 11 productores, y el 4% de los apoyos para goteo, en una superficie de 16 has y 3 productores.

En el año 2002 se apoyo a 11 productores, con una superficie de 362 has, los productores pusieron 31 33% del monto total, 33% Gobierno Federal y 33% SAGARPA.

En el 2000 y 2001 los apoyos del Gobierno fueron en promedio del 50% respecto a la inversión total y en el 2002 del 33% en promedio entre SAGAR, Gobierno del Estado y productores.

Sistemas de Riego en el 2000	N° de productores	Superficie (has)	Apoyo gubernamental (\$)
Gravedad	9	253.00	1,000,730.00
Aspersión	15	428.80	1,870,744.00
Total	24	681.80	2,871,474.00
Tipo de sistema de riego 2001	N° de productores	Superficie (has)	Apoyo gubernamental (\$)
Aspersión	9	316.50	3,329,870.40
Goteo	1	16.80	229,439.50
Total	10	333.30	3,559,309.90

Tipo de sistema de riego 2002	N° de productores	Superficie (has)	Apoyo gubernamental (\$)
Aspersión	11	346.36	3,854,463.30
Goteo	3	15.8	392,552.18
Total	14	362.16	4,247,015.48

2. 3. Climatología, precipitación pluvial, temperatura y evaporación potencial

El clima predominante en el valle de Aguascalientes se clasifica como semi-seco con una temperatura máxima promedio de 25 °c; la media cercana a los 18 °c y la mínima promedio equivalente a 10 °c. En las serranías se presenta el clima semi-seco templado con temperaturas medias anuales que van de 12 a 18 °C, mientras que en las planicies prevalece el clima semi-seco semicálido con temperaturas medias anuales de 18 a 22 °c. El régimen de lluvia se presenta en el verano. La precipitación promedio máxima, se registra al suroeste, 750 mm, mientras que la mínima en el extremo opuesto (Zacatecas), al noreste, 325 mm. La precipitación promedio anual es de 505 mm, concentrada principalmente en los meses de junio a octubre. La evaporación potencial media anual es de 2,200 mm.

El clima predominante para la porción de Zacatecas dentro del acuífero, de acuerdo a la clasificación de Koeppen modificada por E. García es Bskw (e), corresponde a semi-seco, con régimen de lluvias en verano, templado con verano cálido, temperatura media anual de 15.8 °c; la del mes más frío (enero) de 12.8°c y del mes más cálido (mayo) de 17.5°c, la precipitación promedio anual para la zona es de 378.7 mm. y la evaporación potencial media anual para el área de estudio en el estado de Zacatecas es de 1,904.9 mm.

En cuanto a los Municipios de Jalisco el clima que predomina es el semicalido subhúmedo con lluvias en varano, por lo que las condiciones de temperatura, precipitación y evaporación son similares a las que se han mencionado.

2.4. Aguas subterráneas

2.4.1. Geología

La zona de estudio se ubica en el límite de tres provincias fisiográficas: La Sierra Madre Occidental, La Mesa Central y el Eje Neovolcánico.

La primera se caracteriza geológicamente por grandes alternancias de rocas ígneas. En la base se encuentran principalmente rocas batolíticas y volcánicas de composición intermedia y con una de edad de 100 a 45 millones de años. En la parte superior se encuentran ignimbritas formadas a partir de grandes calderas, a veces con algunas lavas basálticas, su edad es de 34 a 27 millones de años.

La Mesa Central es una zona de valles y de relieves poco elevados, orientados principalmente de NO a SE. El graben de Aguascalientes pertenece a una serie de pilares y fosas con profundidades que pueden alcanzar 300 o 400 m. La geofísica profunda indica desplazamientos totales de hasta 1200 m. La mayor parte de los terrenos está constituido por lavas extrusivas ácidas que se encuentran actualmente en la base de las fosas. La edad de este fallamiento distensivo es post Oligoceno.

Los terrenos conformados por ignimbritas descansan sobre rocas de origen cretácico; son calizas de origen marino intercaladas con calizas arcillosas y lutitas que pueden estar ligeramente metamorfizadas. Posteriormente en las fosas tectónicas se depositaron sedimentos aluviales o fluviales, de tamaños que van de gravas hasta arcillas.

Litología

La sucesión estratigráfica por orden cronológico es la siguiente:

Complejo Basal. Esta principalmente constituido por areniscas finas y calizas altamente metamorfizadas pareciendo esquistos verdes (Tm). Este conjunto constituye probablemente el substrato de la mayor parte del Estado de Aguascalientes y de la porción sur del Estado de Zacatecas. Dicha formación aflora localmente en las orillas NE y SO del graben. Los relieves que forman esta orilla están constituidos por batolitos de granitos (Gri) y que afloran al sur de Tepezala. En estas mismas orillas aflora un complejo de rocas ígneas (Ktig, Kig), constituido por granitos, dioritas y pórfido riolíticos. La forma masiva de estos terrenos implica un comportamiento impermeable, excepto en el caso de una un fracturamiento importante.

Las formaciones Sedimentarias. Las rocas más antiguas (de edad Triásica, Jurásica y Cretácica) afloran a aproximadamente a 35 km al NE de Aguascalientes. Este conjunto podría formar un anticlinal, el centro del cual estaría constituido por el complejo basal. El espesor de este conjunto podría ser de al menos 300 m. Dichas formaciones casi nunca se encuentran en los pozos de la zona de Aguascalientes. El fondo del graben pone directamente en contacto el complejo basal con las formaciones volcano-sedimentarias. De abajo hacia arriba se encuentran:

Triásico – Jurásico

(Trj) Materiales finos ligeramente metamorfizados de tipo limolitas, areniscas y arenas finas, consideradas como globalmente impermeables.

(Ji) Lutitas gris verde.

Cretácico

(Kc) Calizas negras que pueden ser ligeramente fracturadas,

(Kla) Alternancias de arenas y lutitas de color verde consideradas como poco permeables

(Kcp) Calizas gruesas gris oscuro con figuras de disolución. Este horizonte es mal conocido y podría constituir, en el caso que sea suficientemente fracturado y alimentado por agua, un acuífero limitado. Su potencial no parece conocido.

Terciario Indiferenciado

(Ti) Alternancias de arenas blancas y de arcillas verdes. Dichos terrenos constituyen probablemente un pequeño acuífero con un potencial mal conocido.

(Tcg) arenas sueltas y conglomerados constituidos por fragmentos calcáreos. Este horizonte se considera como acuífero, con valores satisfactorios de permeabilidad y de transmisividad.

Las formaciones terciarias indiferenciadas podrían alcanzar más de 250 m de espesor.

Formaciones volcano- sedimentarias

Éstas se depositaron durante el Terciario medio. Se encuentran descansando sobre conglomerados terciarios o en discordancia sobre el complejo basal, en particular en el graben de Aguascalientes. Este conjunto verticalmente es muy heterogéneo lo cual determina alternancias de capas permeables e impermeables, las cuales son el origen de numerosos manantiales en las zonas de sierra. Están constituidas por 5 entidades principales:

(Tvn) Alternancias de tobas y de riolitas, conocidas frecuentemente como poco permeables.

(Tvr) Riolitas de color café a rosa generalmente muy masivas y poco permeables, cuando no están fracturadas. Cerca de Aguascalientes, los estudios litológicos indican la presencia de ignimbritas en estos depósitos volcano sedimentarios. El conjunto de estas dos primeras entidades podría rebasar 300 m de espesor.

(Tvt) Alternancias de tobas arenosas y de tobas consolidadas: este paquete parece acuífero pero de baja permeabilidad. Esta entidad importante se puede subdividir en 3 paquetes:

(Tmb) Brechas volcánicas de espesor variable (entre 20 y 75 m).

(Tmz) Toba Zoyatal. Están constituidas principalmente por materiales piroclásticos que descansan en discordancia sobre ignimbritas. Su espesor es muy variable, entre 25 y 185 m. Son impermeables.

(Tma) Toba Aguascalientes. Son tobas pseudoestratificadas, semiconsolidadas a no consolidadas intercaladas con arenas y gravas las

cuales también pueden ser semi consolidadas. En su base se depositaron lapillis riolíticos de aspecto masivo, localmente cubiertos por cenizas. En ciertas zonas se pueden encontrar arenas y gravas intercaladas, de origen probablemente relacionado con paleocanales. En la parte superior se encuentra una toba de aspecto masivo intercalada con aluviones. Localmente se observan también tobas areno calcáreas. El total de esta formación varía entre 60 y 120 m. La permeabilidad de este paquete es muy variable.

(Tal) Aluviones terciarios. Son sedimentos muy heterogéneos, encontrándose desde limos hasta gravas y pueden ser semiconsolidados. Estos depósitos discordantes están intercalados dentro de los volcano sedimentarios previamente descritos. Por lo tanto forman acuíferos muy heterogéneos, tanto por su extensión como por su granulometría. Su espesor es muy variable, entre 10 y 240 m.

(Tbs) Basaltos. Su extensión es aleatoria. Se encuentran cerca de las zonas de fallas, indicando la presencia probable de antiguos talwegs. Si son fracturados o con brechas, pueden constituir pequeños acuíferos limitados.

Depósitos cuaternarios

Pueden alcanzar 400 m en el graben. Están constituidos de varias capas principales y tienen generalmente una buena transmisividad.

(Qga) Gravas y arenas de buena transmisividad.

(Qar) Tobas arenosas, que pueden estar intercaladas con los horizontes cuaternarios anteriores.

(Qp) Depósitos de pie de monte constituidos por depósitos clásticos gruesos principalmente areno – gravosos.

(Qf) Depósitos de origen fluvial constituidos de gravas, arenas y limos.

(Al) Depósitos aluviales recientes constituidos de arenas y limos.

Geología Estructural

El Valle de Aguascalientes está formado por un graben de orientación NNE-SSO, limitado en sus orillas este y oeste por fallas normales con desplazamientos posiblemente importantes. En el centro del valle el substrato riolítico solamente fue cortado en pocas ocasiones por los pozos a profundidades entre 300 y 600 m de profundidad.

Este substrato parece hundirse hacia el norte para después volver a la superficie en la extremidad norte del estado. En la parte sur también sale a la superficie lo que explica así la emergencia de manantiales cerca de Ajojuar y Gavilanes.

La bibliografía con respecto a la tectónica es muy restringida. Únicamente se cuenta con el informe de la empresa ETEISA: Estudio Geohidrológico del valle de Aguascalientes.

La fracturación principal se desarrolla con direcciones preferenciales N y N30°E en la parte oeste del estado. En la parte Central y al oeste del graben, se encuentran una vez más los mismos ejes con direcciones posiblemente conjugados (n150 a N180°E)

Geología Subterránea

Las secciones geológicas llevadas a cabo por la empresa BURGEAP en su estudio de 1999, dan una idea bastante clara de cómo está constituido geológicamente el acuífero del Valle de Aguascalientes en la porción correspondiente al Estado del mismo nombre.

Para permitir una fácil lectura de las secciones, los estratos geológicos se agruparon en unidades. Frecuentemente la posición del complejo basal no se encuentra bien conocida, así como la existencia de estratos secundarios; sin embargo, la posición del techo si está bien estimado permitiendo así definir la profundidad del segundo mayor acuífero de la región.

Sección A – A' realizada con documentos de CEAPA.

Esta sección pone en evidencia cuatro entidades principales:

1. Un complejo riolítico aflorando al oeste.
2. La presencia de aproximadamente 50 m de aluvión descansando sobre las riolitas adentro del graben.
3. Un yacimiento de terrenos secundarios aflorando con la forma de un anticlinal. El centro de este podría ser el complejo basal.
4. Formaciones volcansedimentarias aflorando.

Sección B – B' realizada con documentos de CEAPA.

Esta sección permite visualizar la profundidad del techo de las riolitas, las cuales afloran en las extremidades este y oeste de la sección; éstas se encuentran traslapadas a profundidad por el desplazamiento de las fallas del graben. A diferencia de las secciones siguientes, en ésta los conglomerados subyacentes se encuentran bien individualizados, así como los primeros estratos Secundarios sobre los cuales se encuentran descansando en discordancia.

Sección C – C'.

Cinco entidades principales fueron identificadas de oeste a este:

1. El complejo riolítico se encuentra subaflorando al oeste del graben.

2. En los pozos perforados en el graben, durante los primeros 400 m no se cortó al complejo riolítico.
3. El complejo riolítico se encuentra subaflorando en la orilla este del graben.
4. El complejo riolítico desaparece después de 300 de m de tobas, consideradas como impermeables.
5. El complejo riolítico se encuentra subaflorando en la extremidad este del estado.

Sección I – I'.

Al oeste del graben los terrenos riolíticos están subaflorantes. Se tiene poca información sobre las formaciones geológicas subyacentes.

La estructura del graben es muy parecida a la observada en las secciones anteriores. El yacimiento riolítico que aflora de manera parcial ocurre al este de la falla principal; lateralmente, casi ya no se encuentran riolitas y las tobas descansan probablemente en discordancia sobre el complejo basal.

En el extremo este, las riolitas vuelven progresivamente a ser subaflorantes.

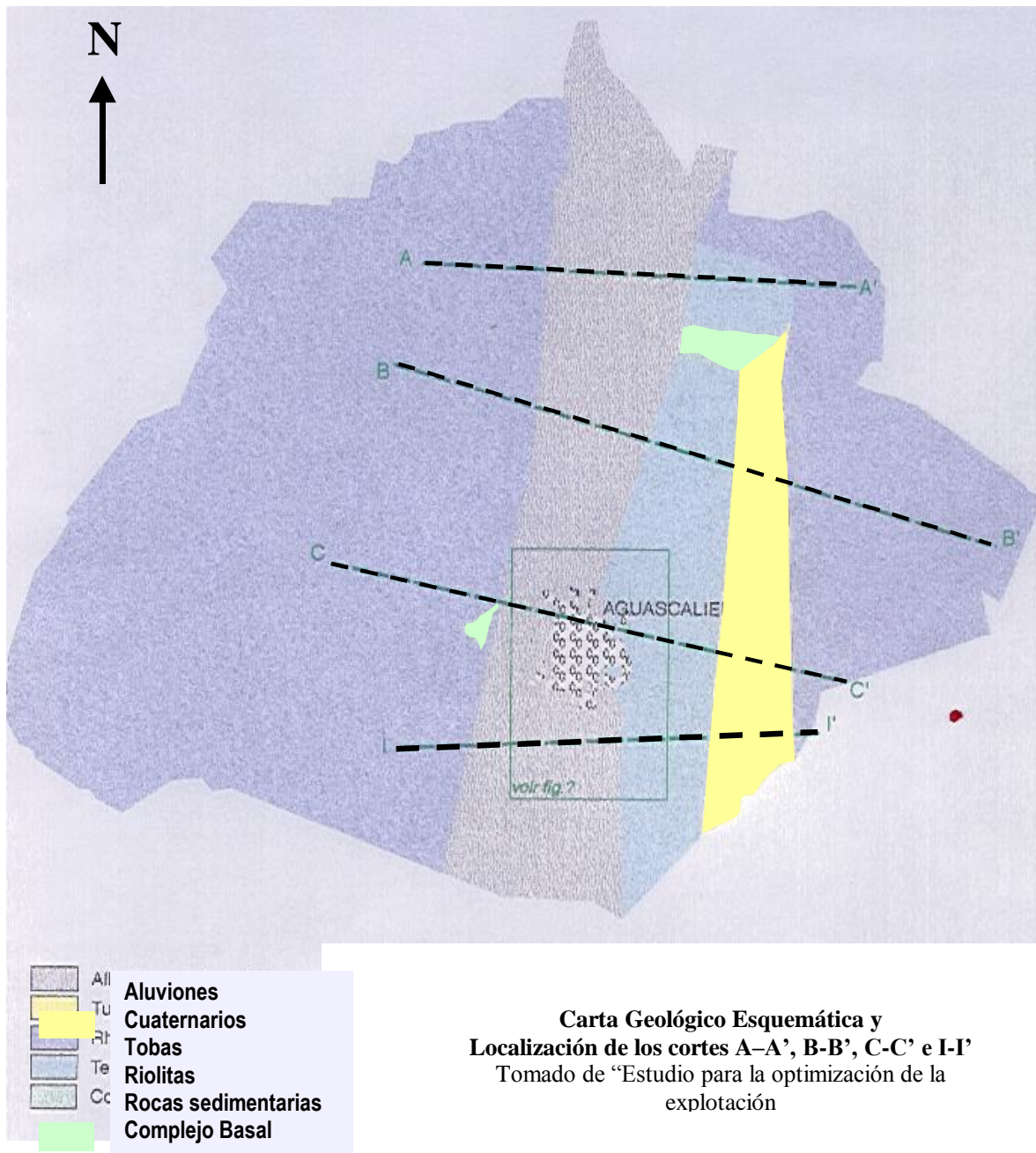


Figura 2.3 Carta geológica esquemática

2.4.2. Unidades hidrogeológicas

El acuífero es del tipo libre y semiconfinado; el flujo subterráneo ocurre con dirección predominante Norte-Sur. Unidad geohidrológica de origen tectónico, afallada paralelamente, de tipo normal al este y al oeste; constituida por arenas tobáceas y depósitos aluviales del Cuaternario (gravas, arenas, limos y arcilla) con espesor de unos metros (periferia) a más de 400 m (centro del Valle de Aguascalientes) que sobreyacen en conglomerados y rocas ígneas fracturadas del

Terciario. Las fronteras laterales están dadas, al este por la Sierra de Tepezala, el Valle de El Llano y el Valle de Chicalote; y al oeste por la Sierra Fría.

En el Valle de Aguascalientes es posible distinguir tres medios principales:

- Medio poroso con permeabilidad primaria y secundaria e inter-granular
- Medio fracturado con permeabilidad secundaria
- Medio de doble porosidad con permeabilidad combinada, inter-granular y de fracturas

El medio poroso involucra los materiales granulares no consolidados del Terciario y Cuaternario. La velocidad de movimiento del agua en este medio es baja, del orden de metros por año, bajo gradientes hidráulicos normales. La mayoría de los pozos perforados en el Valle de Aguascalientes están emplazados en esta unidad. La velocidad en este medio será mayor en el plano horizontal que en el vertical, dado que se trata de sedimentos estratificados.

Las rocas volcánicas consolidadas (lavas e ignimbritas) del Oligoceno constituyen el medio fracturado; en el cual el agua subterránea se desplaza por fracturas a una velocidad comparativamente mucho mayor que en el medio poroso. Esta es una de las razones por las que los pozos perforados en esta unidad, generalmente presentan caudales altos, por la disposición de las fracturas que afectan estas unidades, el movimiento del agua subterránea es preferencial en el plano vertical, adicionando esto por efecto de la temperatura del agua.

La Toba Soyatal y Toba Aguascalientes presentan las características de material de doble porosidad. El agua fluye de los bloques de la matriz porosa a las fracturas. El flujo en las fracturas es rápido mientras que en el interior de los bloques es lento. Sin embargo, las velocidades de movimiento del agua son comparativamente menores que en el medio fracturado.

La disposición de las unidades litológicas agrupadas en los medios porosos, fracturados y de doble porosidad integran el sistema de control de movimiento del agua subterránea. En conjunto constituyen un acuífero libre, heterogéneo, en donde el movimiento relativo del agua también depende de la posición y tipo de sistema de flujo involucrado. Existen condiciones de confinamiento parcial en aquellas zonas en donde se tiene predominio de paquetes arcillosos. Adicionalmente, el efecto de las extracciones (pozos, norias, vegetación, evaporación) alteran las condiciones naturales del movimiento y velocidad de flujo del agua subterránea. Se estima que el basamento hidrogeológico del sistema lo constituye el "Complejo Basal", ya que su litología y edad permiten suponer que el flujo de agua subterránea a través de esta unidad es mínimo.

El acuífero dentro del estado de Zacatecas, esta constituido por sedimentos clásticos, depositados en un ambiente lacustre dentro de las fosas tectónicas ocasionadas por el fallamiento tipo Graben provocado por la tectónica distensiva

desarrollada durante el Oligoceno, y que afectó a ésta porción del territorio mexicano.

En esta zona, la recarga del acuífero proviene de la precipitación pluvial que se realiza sobre las sierras y lomeríos, la cual se infiltra a través del fracturamiento de las rocas volcánicas, y alimenta por flujo subterráneo al acuífero. Se efectúa también por los escurrimientos intermitentes de arroyos formados en las partes altas y que al llegar al contacto con los materiales granulares, parte de esta agua se infiltra.

Otra componente de la recarga es la infiltración de agua que se precipita sobre el mismo valle en el estado de Zacatecas, alimentando por flujo vertical al acuífero. Así mismo, un volumen importante proviene de los retornos de riego por bombeo.

La dirección preferencial del flujo subterráneo es de Norte a Sur: En las porciones Este y Oeste dentro de los límites con las sierras y lomeríos, las líneas equipotenciales de elevación del nivel estático, se presentan ligeramente paralelas a estas, convergiendo en el centro del valle para continuar con dirección Sur.

La descarga se realiza de manera artificial por bombeo de pozos y norias; y de manera natural por manantiales y flujo subterráneo hacia el Estado de Jalisco.

2.4.3. Funcionamiento del sistema del acuífero

En el Valle de Aguascalientes las escasas pruebas de bombeo realizadas en estudios anteriores revelan algunos parámetros hidráulicos importantes que permiten conocer mejor el funcionamiento hidráulico del acuífero. Se ha observado que los valores de transmisividad aumentan en dirección a la Ciudad de Aguascalientes es decir de norte a sur y estos valores varían de 10×10^{-4} a 65×10^{-4} m²/s, lo que significa un valor medio aproximado de 4.7×10^{-3} m²/s. Estos valores implican una variación en las conductividades hidráulicas horizontales que van de 0.21 m/día a 1.38 m/día, y en sentido vertical los valores varían en un rango de 0.0021 m/día a 0.138 m/día. Estos valores sólo son válidos para el acuífero libre.

De las pruebas de bombeo realizadas pocas cuentan con pozo de observación que permitieran la estimación del coeficiente de almacenamiento, y las que cuentan con este requisito no se pudieron interpretar.

Algunos de esos estudios, infieren diversos valores del coeficiente de almacenamiento para el acuífero en estudio que varían de 0.10 a 0.16.

Tabla 2.13. Parámetros hidráulicos en pozos, obtenidos a partir del estudio realizados por la UNAM en 1997

Pozo	Q (m ³ /d)	R _p (m)	K _h (m/d)	K _v (m/d)	b(m)	S _c	S _y	P _p	Medio
Morelos 4	3,374.8	0.156	50.0	68.0	22	0.0006	0.01	11.1	Riolita
Morelos 5	3,939.8	0.165	1.2	100.0	204	0.0001	0.01	10.0	Riolita
Morelos 6	1,987.2	0.160	1.2	100.0	341	0.0001	0.01	12.0	Riolita
Saucillo	475.2	0.15	7.0	0.4	166	0.0007	0.1	9.0	Granular
Alamitos	388.8	0.152	2.0	0.15	105	0.0005	0.2	11.0	Granular
Fresnillo	604.8	0.15	11.0	0.2	5	0.0007	0.02	4.0	Granular
Polvo	561.6	0.15	0.5	0.05	145	0.0005	0.1	9.0	Granular
Clavellinas	302.4	0.15	0.042	0.042	227	0.001	0.15	8.0	Caliza
Águila	475.2	0.15	1.8	0.1	125	0.0006	0.1	11.0	Granular
Caldera	648.0	0.15	4.5	0.01	135	0.0006	0.3	10.0	Granular
La Punta	345.6	0.15	0.033	100.0	170	0.004	0.08	9.0	Riolita

Donde:

Q - Caudal de Extracción

R_p - Radio efectivo de pozo

K_h - Conductividad Hidráulica Horizontal

K_v - Conductividad Hidráulica Vertical

b - Espesor

S_c - Coeficiente de almacenamiento

S_y - Porosidad efectiva

P_p - Pérdidas en pozo

La interpretación de resultados de la prueba del pozo Morelos 4 (K_h = K_v), sugieren que el medio pueda comportarse como de doble porosidad. La porosidad efectiva tiene valores congruentes con este tipo de material (S_y<0.008) pues el almacenamiento es en las fracturas. En lo correspondiente a las pérdidas de carga por deficiencias constructivas y operativas del pozo, éstas son de entre nueve y doce lo que indica que los abatimientos son producidos en su mayor parte por estas deficiencias. Esto es, la conductividad hidráulica en la vecindad del pozo disminuye en proporción a las pérdidas.

En lo que corresponde a los pozos que extraen agua del medio granular, excepto el Clavellinas que está en calizas, las conductividades hidráulicas horizontales son relativamente mayores a las verticales (K_h > K_v) como es de esperarse en un medio granular sedimentario. La porosidad efectiva es de 0.03 a 0.30, valores que

de acuerdo con los rangos de conductividad hidráulica (bajos) indican que los pozos explotan unidades que tienen arcillas y material fino. Las pérdidas de carga en estos pozos indican que las deficiencias antes indicadas también son aplicables a estos pozos.

Las características hidráulicas del acuífero en el estado de Zacatecas, se determinaron mediante la interpretación, por el método de Jacob, de 34 pruebas de bombeo de corta duración, en su etapa de abatimiento y recuperación.

Con esta información, se elaboró el plano de curvas de igual valor de transmisividad. Los valores varían en gran medida, observándose transmisividades de 0.1 a 1.0×10^{-3} m²/s que van de la porción Noroeste a Noreste, del poblado San Pedro Piedra Gorda hacia el poblado de la Concepción, extendiéndose hacia el Norte, hasta el poblado de Ojocaliente, y valores de 0.2 a 0.3×10^{-3} m²/s a la altura del poblado de San Juan de la Naturá.

Además, se tomaron en cuenta resultados de aforos realizados en 58 pozos que se ubican en la zona de estudio, con lo cual, se elaboró un plano de caudales específicos, donde se observan valores que van de los 0.057 lps/m a los 10.10 lps/m. Para el caso del coeficiente de almacenamiento, considerando el tipo y características de los materiales que constituyen el subsuelo de la región, se adaptó un valor de 0.13, el cual queda dentro del rango para acuíferos libres.

2.4.4. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría

El sector primario que reúne al 5.67% de la población ocupada hace uso del 74% del agua que se extrae del sistema acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, mientras que la población ocupada en el sector secundario utiliza el 2% del agua subterránea y el sector terciario utiliza el 34% restante del volumen total extraído en el acuífero en un año, dicho volumen asciende en números redondos a 534 Millones de m³ por año.

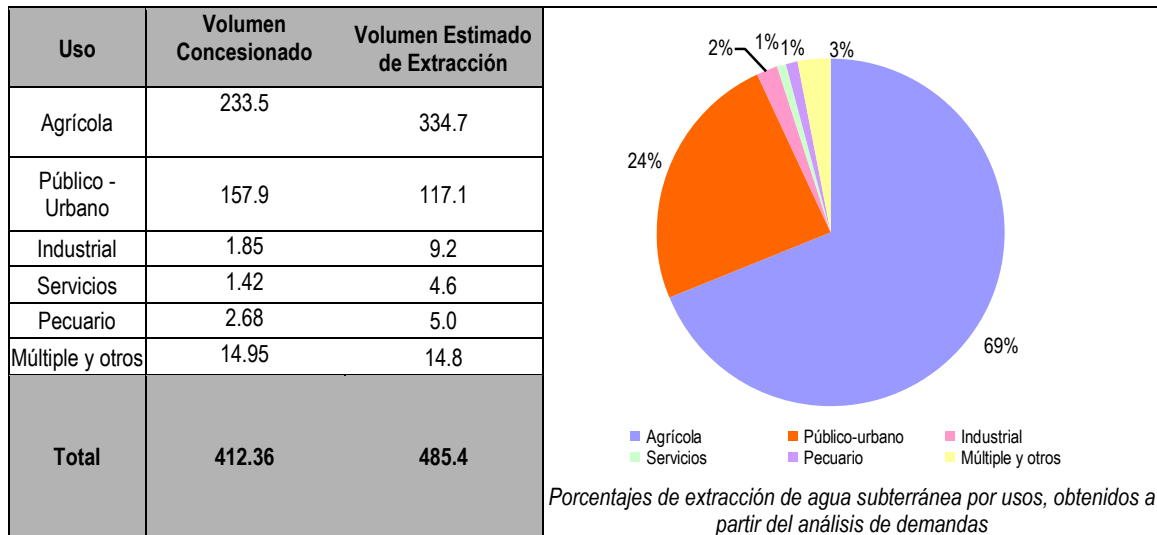
2.4.5. Uso del agua subterránea

Existen dos sectores básicos consumidores de agua del acuífero: el sector agrícola que representa el 56% del volumen concesionado (REPDA 2000) y el uso público urbano, el 39%. Todos los demás usos (industrial, pecuario, doméstico, etc.) suman el 5% restante. Con el análisis de las demandas efectuado, resulta una composición similar con distintos valores. La extracción estimada excede al volumen concesionado para el uso agrícola y al valor total en 43% y 18%, respectivamente. La sobre explotación (206.6 hm³), con respecto a la recarga estimada (288.8) es, entonces, de 72%. La mayor parte de la extracción para usos agrícolas y urbano-industriales se concentra en el Estado de Aguascalientes (sobresale el municipio de la capital del Estado).

La evolución de la superficie total de riego en el acuífero (1995-2000) sugiere que la superficie total de forrajes ha aumentado y la superficie de otros cultivos ha tenido una disminución del orden de 50%. Podría afirmarse que existe un

intercambio parcial de cultivos como los granos básicos hacia cultivos forrajeros con mejor demanda y precio en la región. La disminución de superficies de riego que se explica, en los últimos años, principalmente por la disminución de disponibilidades de agua superficial. La superficie regada con agua subterránea se mantiene por arriba de 35 mil hectáreas.

Tabla 2.14 Resumen de volúmenes concesionados y de extracción de agua subterránea obtenidos a partir del análisis de las demandas actuales de agua subterránea en el acuífero Interestatal (hm³/año)



Fuente: REPDA y DESISA (estimación de la demanda por usos)

Hay una reducción de la demanda para el uso agrícola, producto de:

- La disminución de la superficie de riego.
- Cambio de cultivos.
- Tecnificación e incremento de eficiencia en más del 60% de la superficie, con la consecuente reducción de las láminas de riego en los cultivos que siguen siendo rentables.

Es de esperarse que esta tendencia se mantenga en el futuro.

El incremento de costos de bombeo, aún con el subsidio a la tarifa de energía eléctrica, va haciendo incosteables a la mayoría de los cultivos básicos así como algunos forrajeros, lo que obligará a reducir la superficie en producción en las zonas con mayor carga de bombeo. Se observaría que la superficie agrícola que sustenta a los principales cultivos posiblemente sufriría una reducción de casi 10,000 ha, si la profundidad del nivel estático se incrementa de 100 a 140m; esto sucedería aún en condiciones de subsidio de la energía eléctrica. Los cultivos de

riego más afectados, serían: maíz grano, coliflor, frijol, sorgo grano, pastos y avena forrajera².

Esta expectativa de reducción de superficies se puede verificar con lo que está ocurriendo ya en las zonas del acuífero donde se localizan los conos de abatimiento y la profundidad de bombeo supera los 150 metros.

En el uso público-urbano existe todavía un importante margen de maniobra para reducir las extracciones mediante la disminución de las pérdidas físicas en las redes que, sólo en la ciudad de Aguascalientes, se reportan del orden de 50%. Con un programa de uso eficiente, que ya está contemplado para el corto plazo por las autoridades estatales y municipales, podría lograrse incrementar la eficiencia física a más de 80%.

Sin embargo, a diferencia del uso agrícola, en el cual la demanda tiene una tendencia natural a disminuir, el crecimiento de la población en las zonas urbanas y las actividades económicas asociadas hacen que esta componente de la demanda conserve una tendencia creciente en el largo plazo.

Existe un subsector usuario que forma parte del uso agrícola, estrechamente vinculado con el sector industrial y la economía regional en su conjunto: la producción de forrajes para la industria lechera. Se trata de la importante industria de la leche y sus derivados en la región. El Valle de Aguascalientes es una de las principales cuencas lecheras del país con una producción creciente, del orden de 900,000 litros de leche por día.

Si se observa la estructura de producción agrícola en la zona de estudio es posible apreciar que las superficies y volúmenes de agua subterránea ocupados para la producción de alfalfa y otros cultivos forrajeros constituyen el 37% y 35% respectivamente.

Tabla 2.15. Datos básicos de los cultivos de riego con agua subterránea en la zona del acuífero

Cultivo	Superficie cosechada (ha)	%	Lámina Bruta (m)	Volumen de agua subterránea utilizado para el riego (hm ³)	%
Alfalfa	7,088	20%	1.74	123.3	37%
Otros forrajes	15,952	45%	0.74	118.5	35%
Total de forrajes	23,040	65%		241.8	72%
Resto de los cultivos	12,625	35%	0.79	92.9	28%
Suma	35,665	100%		334.7	100%

Fuente: DESISA. Elaborada con base en estadísticas CODAGEA INEGI para el año 2000.

Esto significa que el principal usuario de agua del acuífero es la cadena agroindustrial lechera con una extracción estimada del orden de 242 hm³ para riego de forrajes que representarían alrededor del 72% de la extracción total para

² Se suponen las condiciones promedio observadas entre 1995 y 2000 de rendimiento, costo y precio de los cultivos.

uso agrícola y del 50% de la extracción total del acuífero. Si se consideran la producción de leche, y el consumo de forrajes, se llega a una relación aproximada de 678 litros de agua por litro de leche producida en el año 2000.

En algunos años se requiere importar forraje y en otros se logran excedentes que se venden en regiones vecinas.

Si se observan las láminas de riego características de la agricultura actual en el acuífero (94 cm en promedio), se aprecia todavía un margen de maniobra para reducirlas. Al mejorar la eficiencia y reducir las láminas de riego, será indispensable adquirir, a favor del acuífero, los derechos de agua de los volúmenes ahorrados con la tecnificación, así como los de aquellos productores que carecen de rentabilidad (granos básicos, e inclusive de alfalfa y otros forrajes que se producen en condiciones de mayor desventaja por los niveles de bombeo).

Se considera indispensable orientar los apoyos al sector agrícola y cualquier subsidio a la tecnificación apropiada de las áreas de riego, con un criterio explícito de “intercambiar apoyos gubernamentales –subsidios- por derechos del agua ahorrada a favor del acuífero”. Las prácticas de conservación de la humedad y la plasticultura deben ser impulsados.

Es necesario contar con un mecanismo que permita al COTAS instrumentar la adquisición de derechos de agua para el acuífero, que podría operar como Banco de Derechos de Agua. La siguiente área de oportunidad es el reuso, principalmente de las aguas tratadas que descargan a la presa El Niágara.

2.4.6. Comportamiento piezométrico

Para conocer el funcionamiento del sistema acuífero, se recopiló la información piezométrica disponible tanto en la Gerencia Estatal de Aguascalientes, como en la Gerencia Estatal en Zacatecas. Estas dos gerencias cuentan con pozos “piloto” dentro de la zona de estudio, los cuales visitan con una frecuencia de una y hasta dos veces por año para medir la profundidad del nivel estático y dinámico y de esta forma tener un registro de la evolución del nivel estático del sistema acuífero. Se logró recopilar información piezométrica de 132 pozos para la porción del acuífero que se localiza en el estado de Zacatecas, y de 255 pozos para la parte de Aguascalientes; para la porción en el Estado de Jalisco no se cuenta con información. Los datos piezométricos más antiguos que se recopilaron son del año de 1968, mientras que los más recientes corresponden al año 2001, tanto unos como otros corresponden exclusivamente a pozos localizados en el estado de Aguascalientes, para los del Estado de Zacatecas los datos más antiguos son del año de 1975 y los más recientes de 1997.

La ubicación de estos pozos se presenta en la figura A.1 al final del capítulo, mientras que en tabla A.1 se indica a partir de que fecha se cuenta con datos de profundidad del nivel estático y la elevación del brocal.

El conocimiento de las condiciones piezométricas existentes en el área quedó cubierta con la observación de los niveles del agua de 387 aprovechamientos,

realizados por personal de las Gerencias Estatales de Aguascalientes y Zacatecas, que año con año realizan en los pozos que forman parte de sus respectivas redes de monitoreo (tabla A.1), estos datos piezométricos históricos (ver base de datos piezom_pilotos.xls) sirvieron para elaborar tanto los hidrógrafos como las curvas de igual elevación del nivel estático para los años de 1968 al 2001.

Tabla 2.16. Pozos con datos históricos de profundidad del nivel estático dentro del área de estudio y su evolución, según registros históricos.

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
A41	775021.322	2436331.041	1896.59	Aguascalientes	58	1968-2001	-95.4
A39	776874.5229	2438671.965	1881.98	Aguascalientes	60	1968-2001	-94.0
A44-A	777891.7255	2431425.748	1878.75	Aguascalientes	51	1968-2001	-86.1
A51	776862.7589	2426236.693	1860.87	Aguascalientes	69	1968-2001	-83.0
A11-A	776577.2978	2465230.365	1958.05	Aguascalientes	53	1972-2001	-82.6
A48-A	780422.4836	2426330.077	1887.18	Aguascalientes	66	1971-1999	-79.8
A36	782193.671	2439720.561	1903.75	Aguascalientes	63	1968-2001	-77.1
A14-A	778098.1398	2450605.623	1892.00	Aguascalientes	62	1973-2000	-75.1
A44	777838.1407	2434472.038	1871.78	Aguascalientes	56	1970-2000	-73.4
A12-A	775884.8005	2459031.136	1952.00	Aguascalientes	35	1972-2001	-71.0
A32	780966.5525	2447363.169	1890.00	Aguascalientes	52	1968-2001	-69.8
A9-A	786704.9174	2466029.252	1938.57	Aguascalientes	48	1969-2001	-69.5
Acon-276	788429.0309	2456456.54	1994.00	Aguascalientes	7	1970-1981	-68.9
A35	779993.901	2442390.029	1888.89	Aguascalientes	61	1968-2000	-67.4
A25-A	782572.6617	2440989.403	1908.25	Aguascalientes	46	1972-1999	-66.4
A4-C	779379.6977	2471898.504	1958.67	Aguascalientes	60	1971-2001	-64.3
A30	783404.5185	2458457.838	1915.82	Aguascalientes	77	1968-2001	-64.2
A4-B	780856.5348	2475742.175	1969.50	Aguascalientes	60	1970-2001	-64.1
A85	777601.2175	2465648.745	1953.23	Aguascalientes	40	1974-2001	-63.2
A12	781436.5018	2472181.919	1943.37	Aguascalientes	66	1968-2001	-62.9
A151	782028.4212	2478995.665	1965.00	Aguascalientes	24	1985-2001	-62.7

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
A6	780812.2924	2476603.286	1971.09	Aguascalientes	75	1968-2001	-62.3
A13	788021.8064	2473811.16	1960.65	Aguascalientes	63	1968-2000	-62.0
A23	780689.3429	2461209.95	1922.20	Aguascalientes	57	1968-2001	-61.3
A15	779071.4663	2476294.785	1983.26	Aguascalientes	56	1968-2000	-61.2
A68	777631.3248	2446195.713	1908.57	Aguascalientes	58	1972-2001	-61.2
A7	783793.3246	2476411.354	1960.00	Aguascalientes	31	1984-2001	-61.1
A88	780650.0558	2476077.046	1978.03	Aguascalientes	21	1980-2000	-59.6
A193	778662.3407	2439811.585	1879.88	Aguascalientes	17	1980-2001	-58.1
A45	780729.7179	2430059.976	1899.07	Aguascalientes	47	1968-2001	-57.7
A11	779874.7034	2471445.687	1928.40	Aguascalientes	73	1968-2001	-57.4
A47	779884.3369	2429152.356	1894.46	Aguascalientes	75	1968-1994	-56.9
Z74	782911.2217	2483937.098	1989.05	Zacatecas	16	1975-1986	-56.8
A186	773640.8805	2418209.045	1864.84	Aguascalientes	14	1980-2000	-56.2
A3-A	780212.7002	2474930.18	1969.76	Aguascalientes	50	1972-2001	-55.6
A141	779522.3338	2431762.305	1881.51	Aguascalientes	28	1980-2001	-53.8
A25	777515.5458	2457582.554	1928.06	Aguascalientes	73	1968-2001	-53.5
Z116	788285.739	2473477.443	1955.57	Zacatecas	28	1975-1997	-53.1
A17	778437.2699	2465355.861	1947.16	Aguascalientes	63	1968-2001	-53.0
A160	786305.2473	2459711.305	1950.00	Aguascalientes	23	1985-2001	-52.6
A183	772433.5941	2431607.747	1914.10	Aguascalientes	27	1980-2000	-52.6
A90	779090.9765	2467245.246	1942.86	Aguascalientes	52	1975-2001	-52.5
A140	775695.4308	2437173.863	1890.00	Aguascalientes	23	1985-2000	-52.2
A18	782001.8652	2463111.352	1926.45	Aguascalientes	47	1968-1998	-52.2
A142	778183.6039	2429522.516	1872.45	Aguascalientes	25	1983-2001	-51.5
Z369	778309.9985	2494688.879	2052.99	Zacatecas	28	1975-1997	-50.6
A152	777922.4155	2470117.784	1990.00	Aguascalientes	30	1985-2001	-50.5
Z96	783892.5862	2481923.401	1978.30	Zacatecas	22	1975-1988	-50.5

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
A173	771374.1827	2426418.745	1894.02	Aguascalientes	29	1985-2001	-49.6
Acon-811	775332.4973	2426702.503	1858.29	Aguascalientes	25	1968-1981	-49.5
A161	786286.8753	2457586.922	1943.00	Aguascalientes	24	1985-2001	-49.2
Z161	783936.6637	2479523.095	1968.09	Zacatecas	33	1975-1997	-49.0
A118	760671.5145	2443258.232	1905.00	Aguascalientes	26	1980-2001	-48.4
A36-A	779540.3399	2435610.192	1895.37	Aguascalientes	25	1984-2001	-48.0
A1	778606.8938	2484597.601	1996.62	Aguascalientes	68	1968-2000	-47.9
Z333	781944.0571	2493000.48	2019.76	Zacatecas	33	1975-1997	-47.9
A53	772971.273	2425399.712	1902.58	Aguascalientes	30	1984-2000	-47.7
Acon-6	779391.5874	2480763.986	1978.00	Aguascalientes	41	1968-1981	-47.7
A20	779240.9414	2460475.974	1929.05	Aguascalientes	53	1969-2000	-47.6
A114	778547.416	2464003.447	1940.00	Aguascalientes	29	1980-2001	-47.2
Z106	787573.1445	2479467.134	1985.47	Zacatecas	34	1975-1993	-47.0
A22	785518.0433	2462005.614	1943.58	Aguascalientes	44	1968-1998	-45.0
A154	793412.334	2471941.925	1990.00	Aguascalientes	20	1985-2001	-44.6
A28-A	779134.1669	2452009.194	1929.05	Aguascalientes	61	1968-1989	-44.2
A153	785990.1234	2475281.966	1950.00	Aguascalientes	33	1985-2001	-44.1
A41-A	775907.9348	2434869.101	1881.00	Aguascalientes	29	1984-2001	-44.0
A24	779152.2401	2462228.942	1860.00	Aguascalientes	19	1984-2001	-43.9
A119	780649.9135	2434552.561	1980.00	Aguascalientes	22	1984-2001	-43.8
A29-A	779798.2627	2434014.163	1890.00	Aguascalientes	33	1984-2001	-43.3
Z444	775396.4203	2513567.474	2130.00	Zacatecas	20	1980-1987	-42.9
A109	787671.344	2472634.865	1950.00	Aguascalientes	28	1984-2001	-42.6
Z310	778475.4301	2490289.97	2019.24	Zacatecas	25	1975-1988	-42.4
A194	775374.2281	2435844.729	1868.93	Aguascalientes	17	1980-2001	-42.2
A7-A	785957.8554	2473926.888	1946.00	Aguascalientes	24	1984-2001	-41.8
A5-A	781658.2664	2472586.115	1950.00	Aguascalientes	31	1983-2001	-41.7

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Z21	783277.3494	2501336.654	2074.17	Zacatecas	28	1975-1997	-41.7
Z257	779330.9335	2484118.174	1985.12	Zacatecas	33	1975-1997	-41.7
A184	774575.5044	2423980.802	1886.91	Aguascalientes	20	1987-2000	-41.5
Z272	781697.3264	2486162.069	1995.00	Zacatecas	17	1980-1997	-41.1
A165	774650.637	2454238.441	1920.00	Aguascalientes	8	1985-2001	-40.5
A28	780797.0132	2458410.734	1921.71	Aguascalientes	17	1984-2001	-40.4
Z66	782187.8154	2489064.665	2016.09	Zacatecas	24	1975-1997	-40.0
A24-A	779954.8498	2449407.431	1950.00	Aguascalientes	32	1985-2001	-39.7
A40	778442.7632	2437622.288	1881.00	Aguascalientes	11	1984-1999	-39.7
A139	780863.2644	2437080.388	1895.00	Aguascalientes	20	1985-2000	-39.2
Z267	781423.649	2485479.847	1990.00	Zacatecas	22	1980-1997	-39.1
A4	781499.3357	2479755.596	1970.00	Aguascalientes	37	1984-2001	-39.0
Z180	783110.6439	2480862.428	1971.31	Zacatecas	32	1975-1997	-38.8
A159	788214.0049	2469628.075	1985.00	Aguascalientes	27	1985-2001	-38.4
Z204	781566.1454	2482373.358	1976.98	Zacatecas	32	1975-1997	-38.4
A21	785722.5221	2461793.882	1944.56	Aguascalientes	34	1984-2001	-38.3
A135	782248.4625	2449448.551	1890.00	Aguascalientes	24	1985-2001	-38.2
A63	774773.4008	2417520.66	1848.58	Aguascalientes	26	1984-2001	-38.2
Z120	786213.4372	2475593.929	1957.17	Zacatecas	29	1975-1994	-38.2
A155	790108.658	2464799.377	1990.00	Aguascalientes	24	1985-2000	-37.9
A111	783589.3075	2470343.348	1936.93	Aguascalientes	21	1980-2001	-37.4
A189	781383.8726	2473504.609	1957.41	Aguascalientes	19	1980-2001	-37.3
Z279	779618.2707	2485631.72	1990.48	Zacatecas	8	1975-1994	-37.3
Z78	786530.5862	2483203.458	2018.15	Zacatecas	25	1975-1986	-37.3
A164	783325.7051	2453315.752	1900.00	Aguascalientes	18	1985-2001	-37.1
A134	781652.1543	2453901.19	1905.00	Aguascalientes	25	1984-2001	-36.8
A59	780890.2887	2412856.557	1881.89	Aguascalientes	39	1984-2001	-36.3

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
A170	776505.4467	2441712.712	1900.00	Aguascalientes	36	1985-2001	-35.9
Z318	780857.1486	2491441.429	2013.16	Zacatecas	17	1975-1988	-35.6
A4-D	780084.5929	2474096.743	1965.41	Aguascalientes	56	1972-2001	-35.4
Z49	783748.43	2495958.15	2046.69	Zacatecas	28	1975-1997	-35.4
Z70	782029.8718	2486753.03	1994.35	Zacatecas	29	1975-1997	-35.4
A157	784882.7287	2462271.04	1920.00	Aguascalientes	24	1985-2001	-34.6
A167	783393.5192	2446390.995	1910.00	Aguascalientes	28	1985-2001	-33.9
A27-B	774588.4694	2434815.308	1898.97	Aguascalientes	48	1972-2001	-33.8
Acon-3	778913.5153	2483464.189	1990.37	Aguascalientes	46	1968-1981	-33.7
A108	782155.7232	2475150.127	1957.44	Aguascalientes	30	1984-2001	-33.6
A33	781687.3078	2443959.339	1885.00	Aguascalientes	17	1985-2001	-33.6
A133	783831.0849	2460220.203	1915.00	Aguascalientes	26	1983-2001	-33.5
Z190	782294.8749	2481647.869	1973.60	Zacatecas	22	1975-1997	-32.5
Z30	783560.0169	2498417.389	2052.74	Zacatecas	24	1975-1987	-32.4
A169	789336.6045	2439880.961	1965.00	Aguascalientes	22	1985-2001	-32.3
A147	779186.1385	2405100.958	1866.77	Aguascalientes	25	1985-2001	-31.5
Z63	782911.8702	2491694.552	2029.76	Zacatecas	25	1977-1988	-31.5
Acon-37	778769.5551	2478751.912	1985.55	Aguascalientes	46	1968-1981	-31.3
A115	784371.9577	2457274.904	1920.00	Aguascalientes	25	1984-2000	-31.2
A22-A	786410.217	2449277.76	1950.00	Aguascalientes	20	1985-1998	-30.8
Z385	782636.4612	2495783.723	2034.98	Zacatecas	23	1975-1994	-30.7
A188	776060.4083	2478180.062	2030.00	Aguascalientes	14	1980-2001	-30.3
A162	784597.2026	2455924.568	1905.00	Aguascalientes	29	1985-2000	-29.5
A132	786822.0251	2467447.461	1935.00	Aguascalientes	27	1985-2001	-29.3
Z330	782215.8364	2493775.049	2029.18	Zacatecas	25	1975-1994	-29.3
Z182	781162.75	2480950.01	1971.83	Zacatecas	19	1975-1997	-28.6
A61	774008.5598	2420215.984	1881.18	Aguascalientes	38	1984-2001	-28.1

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Z195	782931.5181	2482829.27	1978.83	Zacatecas	19	1975-1997	-28.1
A65	778955.3309	2396878.884	1838.15	Aguascalientes	57	1971-2000	-27.9
Z339	779795.3471	2493207.492	2030.12	Zacatecas	29	1975-1997	-27.8
Acon-740	779874.3054	2436200.95	1882.31	Aguascalientes	46	1968-1981	-27.3
A35-A	782183.4805	2417742.72	1907.08	Aguascalientes	27	1985-2001	-27.0
A128	778867.5972	2478076.473	1985.00	Aguascalientes	29	1985-2001	-26.5
A178	779876.9812	2400126.753	1858.68	Aguascalientes	24	1985-2001	-26.5
Acon-150	784426.3787	2476238.26	1959.28	Aguascalientes	44	1968-1981	-26.1
Z298	774132.9758	2489996.557	2055.09	Zacatecas	36	1975-1997	-26.1
A172	772264.0349	2431450.931	1898.51	Aguascalientes	28	1985-2001	-25.6
Z290	780953.667	2487718.44	1998.16	Zacatecas	27	1975-1997	-25.2
A107	782238.2598	2476906.25	1960.21	Aguascalientes	22	1984-2001	-25.1
A18-A	786691.1218	2454300.534	1953.00	Aguascalientes	24	1984-1999	-24.7
Z111	791438.5383	2474860.115	2000.00	Zacatecas	38	1975-1997	-24.4
Z373	779401.3558	2496001.573	2052.80	Zacatecas	26	1975-1997	-24.4
A129	782893.7237	2470792.399	1945.00	Aguascalientes	25	1984-2001	-24.1
Acon-884	775876.9544	2430066.929	1862.77	Aguascalientes	26	1968-1981	-24.1
Acon-616	780450.0704	2437719.44	1898.48	Aguascalientes	32	1968-1981	-23.9
Z411	782752.0319	2500372.648	2069.00	Zacatecas	25	1975-1994	-23.8
A43	775157.8196	2433440.145	1880.00	Aguascalientes	22	1984-2001	-23.7
A191	781643.6907	2455963.424	1909.82	Aguascalientes	9	1989-2000	-23.4
Acon-1024	770713.5923	2416312.272	1853.85	Aguascalientes	34	1968-1981	-23.4
Z199	781686.7444	2483606.886	1981.24	Zacatecas	34	1975-1997	-23.3
Z340	780423.747	2493249.726	2025.00	Zacatecas	28	1975-1994	-23.3
A106	782499.7544	2478265.467	1959.00	Aguascalientes	36	1980-2001	-23.2
Z306	776022.3035	2491507.851	2043.44	Zacatecas	32	1975-1997	-23.2
Acon-643	779127.5426	2437849.87	1892.22	Aguascalientes	44	1968-1981	-23.1

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Acon-908	779097.2329	2431446.986	1886.13	Aguascalientes	26	1970-1981	-23.1
Z516	777042.5871	2488848.139	2035.00	Zacatecas	12	1981-1986	-22.9
Z349	775559.2418	2493408.024	2054.19	Zacatecas	27	1975-1987	-22.5
Z291	779817.0442	2488867.501	2006.69	Zacatecas	29	1975-1997	-22.4
Acon-1105	780925.5233	2412487.821	1881.39	Aguascalientes	30	1969-1981	-22.2
Z520	773897.1861	2485559.857	2032.00	Zacatecas	34	1977-1997	-22.0
A50	775136.8624	2426391.309	1860.00	Aguascalientes	4	1984-1990	-21.7
Acon-896	779601.74	2433764.439	1870.16	Aguascalientes	28	1972-1981	-21.4
A93	790296.1618	2471637.06	1955.91	Aguascalientes	36	1977-2001	-21.2
Acon-1180	774031.3722	2418892.899	1864.00	Aguascalientes	18	1968-1981	-21.2
A58	781107.1426	2408705.068	1885.03	Aguascalientes	34	1984-2001	-21.1
Acon-90	777604.7978	2462232.082	1941.67	Aguascalientes	35	1969-1981	-21.0
Acon-4	779362.6614	2482364.141	1984.38	Aguascalientes	31	1970-1981	-20.9
Z415	779785.8296	2506259.392	2084.64	Zacatecas	28	1975-1994	-20.5
A60	770658.7471	2416157.449	1866.98	Aguascalientes	27	1984-2001	-20.3
Acon-623	782833.6786	2437638.905	1892.50	Aguascalientes	17	1972-1981	-20.2
A127	778296.4763	2439404.97	2010.00	Aguascalientes	26	1983-2001	-20.0
Acon-103	781684.662	2472709.723	1948.58	Aguascalientes	23	1972-1981	-19.6
Z348	776888.1476	2492662.351	2040.87	Zacatecas	36	1975-1993	-19.6
Z297	773561.1023	2489986.385	2060.00	Zacatecas	33	1975-1992	-19.2
Acon-450	782545.1486	2448899.82	1898.14	Aguascalientes	31	1968-1981	-19.0
A64	774602.4936	2414101.266	1882.66	Aguascalientes	30	1984-2001	-18.5
Acon-1123	779635.8223	2415543.137	1883.07	Aguascalientes	16	1972-1981	-18.2
Acon-601	782008.3164	2443657.277	1891.56	Aguascalientes	26	1968-1981	-18.1
Acon-1110	781317.9394	2416311.489	1886.45	Aguascalientes	10	1972-1981	-18.0
Z124	784780.3619	2477229.838	1962.43	Zacatecas	24	1975-1986	-17.7
A187	780838.0894	2407653.822	1886.38	Aguascalientes	16	1980-2000	-17.6

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
A103	783107.6215	2473197.369	1900.66	Aguascalientes	34	1984-2001	-17.4
A192	776622.1999	2448117.066	1910.00	Aguascalientes	8	1987-2000	-17.3
Acon-1	778291.9886	2486192.592	2007.79	Aguascalientes	20	1972-1981	-17.2
Acon-29	781499.74	2476584.979	1966.32	Aguascalientes	21	1972-1981	-17.2
A15-A	774166.982	2450751.819	1938.43	Aguascalientes	55	1972-2001	-17.1
Acon-494	783408.5128	2445560.152	1912.64	Aguascalientes	17	1972-1981	-16.5
Acon-833	772022.1907	2425475.727	1901.44	Aguascalientes	32	1968-1981	-16.2
Acon-147	785018.8478	2473601.764	1941.93	Aguascalientes	36	1969-1981	-15.6
Acon-808	774523.7066	2428627.551	1873.58	Aguascalientes	21	1972-1981	-15.2
Z456	781425.5938	2507213.006	2100.00	Zacatecas	22	1981-1997	-15.2
Z378	780749.8603	2495749.119	2038.54	Zacatecas	25	1975-1994	-15.0
A137	777105.8123	2448341.071	1895.00	Aguascalientes	35	1983-2001	-14.9
A145	773829.1281	2417288.921	1849.91	Aguascalientes	31	1983-2001	-14.9
Acon-51	779788.0841	2476246.142	1978.03	Aguascalientes	18	1974-1981	-14.7
Z413	782815.0359	2501605.168	2070.00	Zacatecas	26	1975-1997	-14.6
A50-A	775455.4288	2416301.299	1848.44	Aguascalientes	6	1996-2001	-14.3
Acon-763	771258.2394	2429833.153	1926.90	Aguascalientes	9	1973-1981	-13.9
Z414	780706.5833	2502797.724	2077.41	Zacatecas	22	1975-1997	-13.8
Acon-415	775089.6804	2456985.601	1962.22	Aguascalientes	32	1972-1981	-13.5
Z466	779590.2214	2498190.603	2058.00	Zacatecas	26	1977-1997	-13.0
Z260	775234.7617	2482751.775	2021.00	Zacatecas	32	1975-1997	-12.9
Acon-509	778420.8802	2448579.817	1892.63	Aguascalientes	41	1968-1981	-12.8
Acon-69	783176.0809	2474152.891	1952.85	Aguascalientes	37	1968-1981	-12.5
Z163	783702.6635	2479795.853	1975.00	Zacatecas	13	1980-1994	-12.3
Z410	783356.1161	2500168.309	2100.00	Zacatecas	14	1981-1988	-11.5
Z448	778255.02	2510294.817	2098.90	Zacatecas	27	1977-1987	-11.5
Z362	778152.7336	2497056.295	2069.37	Zacatecas	30	1975-1994	-11.4

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Acon-551	776989.2303	2443568.042	1910.67	Aguascalientes	36	1968-1979	-11.3
Z118	788049.3209	2475412.46	1963.20	Zacatecas	20	1975-1997	-11.3
A190	784782.8316	2470857.712	1929.76	Aguascalientes	7	1987-1995	-11.2
Z8	776911.7925	2511901.884	2108.08	Zacatecas	38	1975-1997	-11.2
Z94	785682.965	2481063.658	1989.13	Zacatecas	20	1975-1994	-11.2
Z123	786599.4972	2477940.647	1970.50	Zacatecas	32	1975-1994	-10.9
Acon-58	779189.264	2471341.003	1951.06	Aguascalientes	48	1968-1981	-10.8
Acon-71	779651.3877	2469533.18	1952.55	Aguascalientes	42	1968-1981	-10.7
Z253	780742.1416	2483620.457	1982.11	Zacatecas	32	1975-1997	-10.5
Acon-184	785957.2879	2473957.663	1946.00	Aguascalientes	19	1972-1979	-10.4
Z446	777187.2318	2510891.046	2105.81	Zacatecas	29	1977-1992	-10.4
Z295	776872.6626	2488752.741	2026.55	Zacatecas	18	1977-1988	-10.3
Acon-277	784772.079	2460483.608	1921.25	Aguascalientes	50	1972-1981	-10.0
A125	787659.6986	2416855.788	1930.00	Aguascalientes	34	1984-2000	-9.9
Acon-1075	776142.6913	2418098.395	1844.23	Aguascalientes	48	1968-1981	-9.9
Acon-282	784483.8403	2459000.779	1924.08	Aguascalientes	20	1968-1981	-9.2
Z7	776697.9478	2512667.57	2114.44	Zacatecas	13	1975-1997	-9.2
Acon-347	782238.1653	2453203.761	1900.93	Aguascalientes	25	1972-1981	-8.7
A130	777912.8526	2477043.497	2000.00	Aguascalientes	33	1985-2001	-8.6
Acon-130	781788.834	2470125.881	2009.08	Aguascalientes	18	1974-1980	-8.5
Acon-339	780881.3101	2458504.603	1921.71	Aguascalientes	40	1968-1981	-8.4
Acon-924	777410.1652	2429416.589	1866.32	Aguascalientes	28	1971-1981	-8.2
Z261	774484.9508	2483077.02	2025.00	Zacatecas	17	1975-1997	-8.0
Z351	776544.0986	2495888.281	2077.97	Zacatecas	25	1975-1997	-8.0
Z9	779331.7303	2510776.246	2094.42	Zacatecas	38	1975-1997	-7.7
Z265	779550.8617	2484614.67	1985.00	Zacatecas	5	1975-1977	-7.6
A126-A	783380.812	2415055.295	1919.13	Aguascalientes	4	1997-1999	-7.2

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Z407	779698.3673	2498531.194	2056.00	Zacatecas	21	1975-1987	-6.7
Z393	781560.1975	2496779.802	2036.94	Zacatecas	19	1975-1983	-6.6
Z392	781864.431	2497339.49	2039.78	Zacatecas	25	1975-1997	-6.4
Z165	782270.2426	2479862.002	1975.00	Zacatecas	15	1980-1994	-6.0
Z301	771779.3769	2492078.716	2115.00	Zacatecas	33	1975-1994	-6.0
Z266	781028.2495	2485195.593	1987.85	Zacatecas	5	1975-1977	-5.9
Acon-273	786374.6558	2462175.242	1944.56	Aguascalientes	30	1968-1981	-5.8
Z506	777094.1218	2493928.124	2050.00	Zacatecas	21	1980-1997	-5.8
Z268	781577.3389	2484897.771	1987.57	Zacatecas	6	1975-1977	-5.6
Z285	772226.4916	2484576.083	2028.00	Zacatecas	12	1975-1986	-5.4
Acon-129	783246.2751	2470306.303	1980.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-5.3
A19	785118.27	2468185.712	1922.38	Aguascalientes	79	1968-2000	-5.2
Z99	784770.7556	2480862.132	1982.63	Zacatecas	34	1975-1997	-5.1
Z151	783132.1519	2478123.105	1960.78	Zacatecas	35	1975-1994	-5.0
Z416	775095.0496	2503342.286	2100.85	Zacatecas	24	1975-1992	-5.0
A110	788967.6748	2470688.747	2170.00	Aguascalientes	14	1984-1987	-4.9
Z418	775352.2495	2506517.486	2107.00	Zacatecas	23	1975-1997	-4.5
Acon-834	772325.6878	2424526.807	1880.00	Aguascalientes	55	1968-1981	-4.1
Z345	778755.3987	2492203.556	2029.68	Zacatecas	29	1975-1997	-4.0
Acon-571	780958.1208	2443022.842	1895.71	Aguascalientes	2	1980-1981	-3.6
Z200	781695.1645	2483145.291	1980.00	Zacatecas	4	1992-1997	-3.6
Z57	786566.0314	2492070.028	2095.00	Zacatecas	36	1977-1997	-3.6
Acon-20	778532.9921	2482349.161	1962.60	Aguascalientes	65	1968-1981	-3.3
Z242	774713.4635	2479879.845	2040.00	Zacatecas	5	1975-1977	-3.3
Z434	777601.4843	2514808.043	2100.00	Zacatecas	15	1980-1987	-3.2
A124	786082.1694	2419874.73	1970.00	Aguascalientes	34	1984-2001	-2.9
Z110	792931.845	2476150.472	2020.00	Zacatecas	5	1975-1977	-2.9

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Acon-217	787597.3025	2470447.816	2010.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-2.3
Acon-50	782841.5594	2475224.187	1953.45	Aguascalientes	2	1980-1981	-2.3
Z422	774219.4667	2512314.954	2150.00	Zacatecas	21	1981-1987	-2.3
A14	786000.6632	2470048.935	1927.59	Aguascalientes	86	1969-2001	-2.1
Acon-408	779540.5859	2454940.671	1922.74	Aguascalientes	2	1980-1981	-2.1
A146	773173.209	2410290.984	1865.62	Aguascalientes	25	1983-2001	-2.0
Acon-243	788578.7564	2468495.838	1948.09	Aguascalientes	2	1980-1981	-2.0
Acon-344	782923.5885	2454939.943	1904.43	Aguascalientes	2	1980-1981	-2.0
Acon-489	784064.7635	2445756.703	1925.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-2.0
Acon-467	785090.6178	2447714.586	1948.13	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.9
Z419	773235.2615	2506664.188	2124.00	Zacatecas	21	1975-1992	-1.9
Acon-1150	771820.3329	2417131.361	1856.66	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.8
Acon-283	784426.4638	2457429.811	1927.01	Aguascalientes	3	1980-1981	-1.8
Acon-507	777072.099	2450248.868	1903.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.8
Acon-799	775192.3997	2423191.238	1855.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.8
Z169	783469.2249	2480037.848	1968.94	Zacatecas	5	1975-1977	-1.8
Acon-832	770541.0693	2426435.277	1895.88	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.6
Acon-1210	772244.9234	2420862.787	1906.91	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.5
Acon-245	786867.6153	2469633.946	1970.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.5
Acon-756	775227.2935	2434395.52	1890.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.5
Z2	782404.9298	2509878.516	2137.00	Zacatecas	32	1975-1997	-1.5
Acon-165	784943.8945	2471445.553	1940.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.4
Acon-242	788179.6602	2469935.282	1940.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.4
Acon-410	775612.9475	2458195.259	1938.13	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.4
Acon-569	779108.5453	2445390.816	1900.45	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.4
Z363	776948.4118	2494079.41	2055.60	Zacatecas	6	1975-1977	-1.4
Z546	776433.5728	2505182.573	2100.00	Zacatecas	18	1980-1997	-1.4

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Acon-1155	773268.319	2416479.042	1850.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.3
Acon-143	781403.9136	2467656.315	1924.26	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-168	782029.83	2466313.216	1940.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-31	776918.2782	2481427.469	2011.06	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-683	783577.449	2444147.237	1905.74	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-705	782206.9023	2438982.051	1899.13	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-715	775198.5363	2437688.433	1895.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-765	772735.412	2429089.089	1908.84	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-840	770934.288	2425272.421	1905.93	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.2
Acon-535	777820.7984	2445214.083	1914.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.1
A50-B	775418.7098	2416762.339	1845.00	Aguascalientes	3	2000-2001	-1.0
Acon-1043	773544.7148	2410420.458	1844.12	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Acon-1046	772983.6913	2412965.432	1851.52	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Acon-1193	773405.9331	2420174.822	1875.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Acon-455	784795.6712	2449740.869	1939.16	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Acon-472	781354.2044	2446539.013	1895.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Acon-543	775774.7701	2440838.058	1910.26	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Acon-803	774188.7323	2429729.792	1889.37	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Acon-837	771138.1281	2423429.223	1908.16	Aguascalientes	2	1980-1981	-1.0
Z593	776397.8271	2511892.559	2110.00	Zacatecas	4	1992-1997	-1.0
Acon-1048	771921.4102	2414578.517	1852.72	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.9
Acon-962	781007.1842	2432219.557	1899.33	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.9
Acon-1094	777118.7187	2414852.757	1860.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.8
Acon-315	782509.2896	2465152.183	1932.10	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.8
Acon-430	776180.4997	2453649.758	1919.87	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.8
Z4	777696.1037	2514317.23	2100.00	Zacatecas	6	1975-1977	-0.8
Acon-1098	776625.5793	2413459.125	1866.78	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.6

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Acon-1102	780454.9389	2414726.482	1887.32	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.6
Acon-1228	778872.3424	2406603.672	1850.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.6
A174-A	785679.3305	2423099.559	1962.25	Aguascalientes	10	1997-2001	-0.5
Acon-1140	778316.0779	2410472.173	1871.13	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.5
Z164	782615.2994	2479775.946	1967.69	Zacatecas	6	1975-1977	-0.5
Z361	778128.1896	2498410.286	2074.29	Zacatecas	6	1975-1977	-0.5
Acon-1225	783385.0346	2408345.174	1880.39	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.4
Acon-769	770599.3303	2428067.512	1944.26	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.4
Z417	775295.9166	2504885.011	2100.28	Zacatecas	6	1975-1977	-0.4
Acon-1023	770151.015	2418980.376	1920.48	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.3
Acon-1143	780419.4426	2408569.861	1885.30	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.3
Acon-1244	780945.4156	2406455.285	1889.82	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.3
Acon-782	772938.9372	2427276.65	1900.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.3
Acon-954	782402.6514	2434460.686	1890.77	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.3
Z412	782198.8785	2500916.561	2092.00	Zacatecas	4	1975-1977	-0.3
Acon-1242	776359.5507	2403913.068	1866.56	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.2
Z423	773630.7364	2513289.407	2130.00	Zacatecas	4	1975-1977	-0.2
Acon-296	787580.9586	2452685.35	1976.43	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.1
Acon-466	786647.4615	2448851.133	1953.43	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.1
Acon-525	775381.17	2446925.596	1956.88	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.1
Acon-828	772806.8123	2423273.155	1875.00	Aguascalientes	2	1980-1981	-0.1
A171	775482.2259	2444434.186	1865.00	Aguascalientes	1	2001-2001	0.0
Acon-1119	778790.3759	2412942.813	1873.53	Aguascalientes	2	1980-1981	0.0
Acon-1268	779044.1563	2419780.372	1864.03	Aguascalientes	2	1980-1981	0.0
Acon-844	770363.443	2421692.433	1913.48	Aguascalientes	2	1980-1981	0.0
AM-3	788130.0228	2474151.802	1955.00	Aguascalientes	1	1985-1985	0.0
Z108	794048.1647	2477680.127	2045.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0

POZO	X_UTM	Y_UTM	Elevación del Brocal (msnm)	ESTADO	No de registros en la base de datos	Periodo con 1 ó más registros	Evolución del N.E. en el periodo (m)
Z17	785454.2246	2507226.174	2110.00	Zacatecas	4	1977-1977	0.0
Z244	774604.674	2481170.715	2034.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z359	773057.7103	2498996.38	2150.00	Zacatecas	5	1975-1977	0.0
Z442	774988.9398	2513991.071	2117.97	Zacatecas	4	1977-1977	0.0
Z457	781952.2254	2506545.467	2076.62	Zacatecas	4	1977-1977	0.0
Z465	777356.5548	2498396.315	2085.09	Zacatecas	19	1984-1997	0.0
Z467	775820.8229	2494767.12	2065.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z498	790228.6951	2479824.58	2015.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z558	780006.7292	2483145.372	1986.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z608	783094.3016	2508136.582	2138.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z624	785514.148	2511660.334	2139.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z627	785476.3503	2502978.274	2099.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z631	786163.3909	2505977.25	2120.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z645	774870.9355	2490317.532	2062.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z689	787184.5763	2484970.315	2042.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z709	792478.9294	2474356.36	1995.00	Zacatecas	1	1997-1997	0.0
Z81	788193.3649	2483049.685	2027.30	Zacatecas	4	1977-1977	0.0
Z82	789072.2021	2483497.098	2031.52	Zacatecas	4	1977-1977	0.0
Acon-820	773603.8989	2422024.952	1875.00	Aguascalientes	2	1980-1981	0.2
Acon-1254	778772.9018	2400753.879	1822.70	Aguascalientes	7	1972-1981	0.4
Z83	788778.0621	2483922.584	2027.00	Zacatecas	26	1980-1997	1.5
A67	778976.4293	2467243.191	2015.00	Aguascalientes	10	1985-1990	2.2
Z84	789364.0611	2483194.724	2045.00	Zacatecas	27	1980-1997	2.2
Acon-1196	774061.2208	2420493.901	1881.42	Aguascalientes	41	1971-1981	2.8
Z302	772185.0787	2491778.077	2108.00	Zacatecas	21	1975-1983	3.1
Z284	772112.078	2484574.065	2030.00	Zacatecas	32	1975-1988	3.4
A70	772776.2751	2408283.619	1812.89	Aguascalientes	42	1980-2001	3.5

2.4.7. Calidad del agua subterránea

En la mayor parte del territorio del estado los valores más bajos de CE (entre 200 y 400 $\mu\text{mhos/cm}$) se encuentran en elevaciones superiores a 2000 m. s. n. m., lo cual es congruente con lo establecido teóricamente para zonas de recarga”

A continuación se mencionan las regiones del VA, identificadas por tener valores de CE de 700 $\mu\text{mhos/cm}$, en la zona norte del valle (al Oriente de Rincón de Romos), en los alrededores de Jesús María y la Presa El Niágara (al Occidente de la Ciudad de Aguascalientes), y otra en la zona de Ojocaliente (al Oriente de la Ciudad de Aguascalientes), en todas las zonas los valores altos se encuentran en elevaciones inferiores a los 2000 m. s. n. m., estos valores de salinidad se asocian a zonas de descarga de sistemas de flujo regional, en la Presa El Niágara los valores de salinidad se relacionaron con contaminación producida por aguas negras sin embargo las concentraciones de litio y sodio sugieren que la salinidad natural es alta producto de la interacción agua-roca, aunque si existen indicios de la contaminación por aguas negras en función de los valores de cloruros reportados en el agua subterránea.

Diversos trabajos hidrogeológicos (IGf, 1978; Cardona y Carrillo-Rivera, 1991; Carrillo-Rivera et al., 1992; Carrillo-Rivera et al., 1996), han establecido que en el Altiplano Mexicano, la temperatura del agua subterránea es una característica muy importante de analizar, en medios geológicos relacionados con rocas volcánicas fracturadas de edad Terciaria, como las que afloran ampliamente dentro del área de estudio.

Se reporta que en los alrededores de la ciudad de Aguascalientes, existe un rango de variación del orden de 20 °C en la temperatura del agua subterránea medida a la descarga de los pozos, pues de manera general, se determinó que oscila entre 20 °C y 40 °C. También, se reportó dentro de la zona analizada en 1994, la diferencia que existe con las temperaturas del agua subterránea medidas en 1971 (INEGI, 1993).

Para 1971 para una explotación de 262 hm³ / año, el agua subterránea cuya temperatura era mayor de 30°C, estaba restringida a cuatro pequeñas regiones: 1) porción norte del estado, al oriente de Cosío; 2) zona central del valle, entre Jesús María y San Francisco de los Romo; 3) zona de Ojo Caliente, al oriente de la ciudad de Aguascalientes y 4) norte de la presa el Niágara. En el resto de la zona con datos, las temperaturas oscilaban prácticamente entre 20 y 25°C, con unas pequeñas zonas con temperaturas entre 25 y 30°C.

Durante el año de 1995 las zonas con extracción de agua con temperatura mayor a 30°C se incrementaron. Este hecho sugiere que una explotación de agua subterránea mucho mayor (probablemente del orden de 500x10⁶ m³/año para el valle de Aguascalientes), ha ocasionado un aumento en la presencia de agua

termal. Actualmente, en el flanco occidental, la franja con temperaturas mayores a 30°C abarca casi la totalidad de la longitud del valle, presentando dos zonas en donde la temperatura es mayor de 35°C.

En ambos casos, estas zonas coinciden con las reportadas desde 1971, pero la ubicada en los alrededores de Cosío, ahora ocupa una mayor extensión. También en el flanco oriental del valle, la zona termal de Ojo Caliente presenta gran diferencia respecto a los valores medidos en 1971, ya que en ese año, se señala como zona termal exclusivamente a la zona de Ojo Caliente.

En 1995 esta zona termal ha aumentado su área, en una franja con dirección al sur hasta el límite con el estado de Jalisco.

Para el VA, es notoria la correlación de las zonas termales con la traza de las fallas que originan la fosa tectónica. Así mismo la geología señala la presencia de agua termal, asociada a rocas volcánicas fracturadas, donde el ascenso del flujo profundo aprovechando los planos de fractura es más rápido, evitando que este se enfríe, pero al contacto de los materiales granulares la mezcla con el sistema de flujo somero enmascara las altas temperaturas por lo que solo se aprecian zonas que tienen ligero termalismo (25 a 35°C), como ocurre al oriente de la Ciudad de Aguascalientes, donde la temperatura del agua no llega a los 40°C.

La anomalía de temperatura que se detecta en el flanco oriental del valle de Aguascalientes, se relaciona con el mismo tipo de control litológico-estructural previamente señalado.

Un caso especial que ejemplifica el control geológico mencionado, y que señala la importancia del flujo vertical ascendente, que origina las zonas termales detectadas, es el pozo 16 (de agua potable para San José de Gracia). Este pozo se ubica a *100m de la orilla de la presa Plutarco E. Calles y produce agua termal (32°C).

2.5. Agua superficial

2.5.1. Hidrografía

Se construyeron los hidrogramas para cada uno de los pozos pilotos existentes dentro del área de estudio, obteniéndose un total de 371 gráficas, las cuales se pueden consultar en el anexo A.1. El análisis de estas gráficas sugiere que en general a lo largo y ancho del sistema acuífero se ha presentado un abatimiento, en muchos casos éste ha sido del orden de 90 m (periodo de 1968 a 2001); de esta manera tenemos que de los 371 pozos que cuentan con información histórica de profundidad del nivel estático, 339 de ellos muestran un abatimiento del nivel estático, 9 una elevación del mismo la cual no es mayor de 3 m, mientras que en 24 aprovechamientos el nivel estático no manifiesta cambio alguno, debido a que únicamente cuentan con un registro. De los pozos que muestran un abatimiento, el pozo A41 marca un abatimiento total en el periodo 1968-2001 de 95 m, que es el

abatimiento máximo registrado en la zona de estudio para este periodo; de los 14 pozos que cuentan con datos piezométricos dentro del periodo 1968-2001, los abatimientos que se registran dentro del sistema acuífero van de los 53 m a los 95 m.

2.5.1.1. Curvas de igual profundidad del nivel estático

En la figura A.2 localizada al final del capítulo se presenta la configuración de profundidades del nivel del agua expresada en metros, para el año de 2001. Se observa una profundidad máxima del nivel estático de 146.7 m en el pozo A59 localizado a 9.5 Km al sur de la ciudad de Aguascalientes; a partir de este pozo la profundidad del nivel del agua comienza a subir progresivamente hacia la porción noreste y sureste del acuífero hasta situarse entre los 74 y 25m respectivamente. En general la parte central oriente y sureste del acuífero son las zonas que presentan las mayores profundidades del nivel estático, principalmente aquella localizada al sursureste de la ciudad de Aguascalientes en donde la profundidad del nivel estático alcanza los 147 m.

2.5.1.2. Curvas de igual elevación del nivel estático.

Con la información histórica disponible de las profundidades de los niveles estáticos de los pozos y con las elevaciones de los brocales, se obtuvieron las elevaciones del nivel estático para los años de 1968 hasta 2001 (figuras 1 a la 34). El análisis de todas estas figuras indica un descenso gradual en la elevación del nivel estático, en las figuras los colores más oscuros representan los niveles estáticos mas profundos y por el contrario las zonas con colores claros representan los niveles estáticos más someros, de tal forma que conforme se revisan las configuraciones de la elevación del nivel estático a lo largo de los diferentes años se observa como las manchas más oscuras avanzan de sur a norte, desde la parte sur de la ciudad de Aguascalientes hasta alcanzar las ciudades de San Francisco de los Romo y Pabellón de Arteaga. Esto representa la forma como se ha ido abatiendo el nivel estático, que como ya se mencionó a alcanzando un máximo de 95 m en un lapso de 34 años (1968-2001).

En las figuras 1 a la 34 que se presenta al final de este capítulo, las curvas equipotenciales nos indican dos cosas, primero la dirección preferencial del flujo subterráneo es del norte al sur de la cuenca; segundo, la recarga del Sistema Acuífero proviene principalmente del noroeste y sureste. Al parecer existe una continuidad del sistema acuífero hacia el sur, debido a que las curvas equipotenciales no manifiestan una elevación, por el contrario se mantienen a 1760 msnm, que es la altura mínima que delimita al sistema acuífero. En la figura 34 se observa que existen zonas con abatimientos muy críticos del nivel estático, tal es el caso de la Ciudad de Aguascalientes en donde los pozos para suministro de agua potable han ocasionado un cono de abatimiento, lo mismo acontece en las localidades más importantes de la zona de estudio, en donde se han formado conos de abatimiento por la continua extracción de agua subterránea para abastecimiento público, dichos conos comienzan a aparecer a partir del año 1984.

2.5.1.3. Zonas de igual evolución de los niveles estáticos.

En el periodo: 1980-1999 tiene una mayor cantidad de registros que cubren un intervalo de tiempo mayor y además estos registros abarcan a todo el acuífero, por lo cual se considera representativa del comportamiento de los niveles provocada por la recarga y descarga del acuífero. En la figura 5 se presenta la configuración de zonas de igual evolución del nivel estático en donde se puede apreciar que para el periodo de análisis la zona que presenta el mayor abatimiento es aquella localizada al norte de la localidad de Escaleras con un abatimiento máximo de 62.2 m; otras zonas con abatimientos de entre 50 y 59 m se presentan al centro de la cuenca entre las localidades de Emiliano Zapata y la Ciudad de Aguascalientes.

Las áreas entre curvas de igual evolución del nivel estático, se construyó a partir de la configuración de curvas de igual evolución a cada metro y se calcularon las áreas entre estas curvas con el software ArcView 3.2. y su módulo Spatial Analyst. Esta tabla se ordenó de mayor a menor área para reconocer cual es el abatimiento que abarca la mayor superficie dentro de la zona de bombeo del acuífero, siendo el abatimiento de 39 m el que abarca una superficie de 123 km² (3.88% de la superficie total de bombeo), seguido por el abatimiento de 33 m que abarca una superficie de 84.6m (2.7% de la superficie total de bombeo).

El promedio calculado de abatimiento para el periodo 1980 – 1997 fue de 29.15 m para un área de 3,179.75 km² (área de bombeo), por lo que el cambio de almacenamiento (CVA) para este periodo fue de 92,689.21 hm³.

Tabla 2.17. Áreas de igual evolución del nivel estático para el periodo 1980 - 1997

Evolución del N.E.	Área con la misma evolución de N.E.	Porcentaje del área con respecto al total
-64.000	1.554	0.05%
-63.000	3.366	0.11%
-62.000	2.589	0.08%
-61.000	2.330	0.07%
-60.000	3.107	0.10%
-59.000	11.911	0.37%
-58.000	10.875	0.34%
-57.000	16.054	0.50%
-56.000	22.010	0.69%
-55.000	18.902	0.59%

Evolución del N.E.	Área con la misma evolución de N.E.	Porcentaje del área con respecto al total
-54.000	27.965	0.88%
-53.000	37.546	1.18%
-52.000	60.591	1.91%
-51.000	45.832	1.44%
-50.000	48.939	1.54%
-49.000	54.636	1.72%
-48.000	63.958	2.01%
-47.000	70.690	2.22%
-46.000	74.574	2.35%
-45.000	59.038	1.86%
-44.000	66.288	2.08%
-43.000	68.101	2.14%
-42.000	73.797	2.32%
-41.000	71.726	2.26%
-40.000	69.136	2.17%
-39.000	123.254	3.88%
-38.000	71.726	2.26%
-37.000	70.949	2.23%
-36.000	71.726	2.26%
-35.000	66.547	2.09%
-34.000	80.271	2.52%
-33.000	84.673	2.66%
-32.000	70.949	2.23%
-31.000	68.359	2.15%
-30.000	64.475	2.03%
-29.000	67.324	2.12%

Evolución del N.E.	Área con la misma evolución de N.E.	Porcentaje del área con respecto al total
-28.000	75.092	2.36%
-27.000	53.859	1.69%
-26.000	57.743	1.82%
-25.000	56.966	1.79%
-24.000	59.038	1.86%
-23.000	57.484	1.81%
-22.000	55.930	1.76%
-21.000	49.716	1.56%
-20.000	44.278	1.39%
-19.000	41.430	1.30%
-18.000	34.698	1.09%
-17.000	33.662	1.06%
-16.000	23.045	0.72%
-15.000	37.028	1.16%
-14.000	30.296	0.95%
-13.000	26.671	0.84%
-12.000	23.563	0.74%
-11.000	15.795	0.50%
-10.000	31.072	0.98%
-9.000	23.045	0.72%
-8.000	23.304	0.73%
-7.000	24.340	0.77%
-6.000	22.010	0.69%
-5.000	23.045	0.72%
-4.000	22.786	0.72%
-3.000	26.153	0.82%

Evolución del N.E.	Área con la misma evolución de N.E.	Porcentaje del área con respecto al total
-2.000	25.376	0.80%
-1.000	24.599	0.77%
0.000	29.778	0.94%
1.000	33.403	1.05%
2.000	33.921	1.07%
3.000	34.957	1.10%
4.000	25.117	0.79%
5.000	19.679	0.62%
6.000	20.197	0.64%
7.000	16.572	0.52%
8.000	16.054	0.50%
9.000	13.206	0.42%
10.000	12.688	0.40%
11.000	10.357	0.33%
12.000	9.581	0.30%
13.000	9.840	0.31%
14.000	7.509	0.24%
15.000	6.473	0.20%
16.000	6.214	0.20%
17.000	4.920	0.15%
18.000	3.884	0.12%
19.000	3.366	0.11%
20.000	3.366	0.11%
21.000	1.813	0.06%
22.000	2.589	0.08%
23.000	1.036	0.03%

Evolución del N.E.	Área con la misma evolución de N.E.	Porcentaje del área con respecto al total
24.000	1.813	0.06%
25.000	1.554	0.05%
26.000	1.036	0.03%
27.000	0.518	0.02%
28.000	0.518	0.02%
Total	3179.750	100.00%

Fuente: Datos calculados con ArcView a partir de las áreas de igual evolución del nivel estático para el periodo 1980-1997

2.5.2. Características básicas de disponibilidad y uso del agua superficial

La disponibilidad media anual de agua subterránea se define como la cantidad de agua susceptible de ser aprovechada, sin menoscabo de la porción no renovable del agua del acuífero. El cálculo se realiza restándole a la recarga natural, la descarga natural. De esta manera tenemos que la disponibilidad media anual del Sistema Acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación para el periodo 1980-1997 fue de 287.0 hm³/año, mientras que para el periodo 1980-2000 fue de 284.1. Actualmente se extraen por bombeo 558.7 hm³/año en promedio, que aunque es una cantidad mayor que la disponibilidad media anual, retornan al acuífero por riego y por fugas de agua potable en promedio 48.5 hm³/año, por lo que en realidad la extracción efectiva sería de 510.1 hm³/año, con lo cual se estaría extrayendo del sistema acuífero 226 hm³/año más de agua de lo que marca la disponibilidad media anual de este sistema acuífero. Por su parte cabe señalar que el volumen total anual concesionado de agua subterránea no debiera rebasar la disponibilidad media anual. Hay que recordar que la disponibilidad media anual no toma en cuenta la recarga inducida, ya que con el tiempo ésta tiende a disminuir al mejorar las eficiencias en el riego y en los sistemas de agua potable.

Existe en el Valle de Aguascalientes un gran número de obras de almacenamiento entre las que destacan las presas: Plutarco E. Calles, El Saucillo, Potrerillos, Abelardo L. Rodríguez, 50 Aniversario y El Niágara, el resto de los almacenamientos tienen capacidades por debajo de los 500,000 m³.

2.6. Agua residual

2.6.1 Calidad

En el Estado de Aguascalientes, de acuerdo al Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales 2001 de la CNA, hay un total de 90 plantas de tratamiento, en la zona del acuífero son 82 las plantas existentes, 75 en operación. La capacidad instalada es de 2,691 l/s, con un gasto de operación de

2,200 l/s. La operación respecto a la del Estado representa el 91.5%. El tipo de tratamiento dominante es el de Lagunas de estabilización con el 84%, le siguen Lodos activados con el 8.5%, Tanque séptico 6.1% y Dual 1.2%.

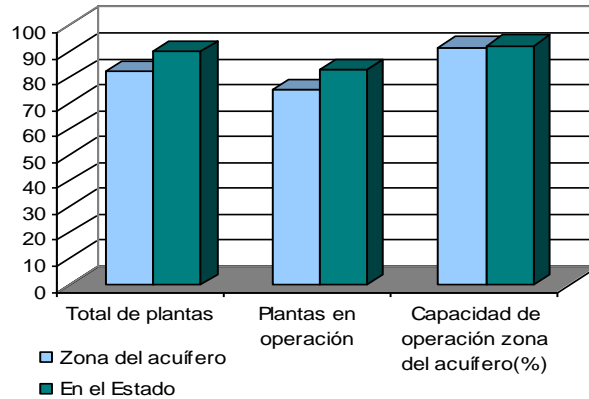


Figura 2.5. Capacidad de instalación y operación de las plantas de tratamiento en Aguascalientes

En Jalisco, en la zona del acuífero no hay plantas de tratamiento de interés para el estudio. En Zacatecas hay 3 plantas de tratamiento, en operación hay 2 con una capacidad instalada de 16.8 l/s con un gasto de 13.6 l/s. El tipo de tratamiento en las plantas en operación, es de Biodiscos y Lodos activados. La calidad en todas es óptima para su uso agrícola en granos y forrajes.

2.6.2. Características básicas de la disponibilidad y uso del agua residual tratada y sin tratar

El volumen total producido en la ciudad de Aguascalientes y en las principales ciudades es de 96 hm³, 75% se va hacia el drenaje, es decir, restan 72 hm³, al final de la cuenca salen 13hm³, dejando una disponibilidad de 59 hm³ aproximadamente. De los cuales reciben tratamiento aproximadamente la mitad.

En el apartado anterior, se describen los tipos de tratamiento a que son sometidas las aguas residuales, los cuales de manera general se clasifican en las de tipo secundario, esto es, que se pueden aprovechar en forrajes y granos básicos, los cuales ocupan el 70% de la superficie sembrada. Según el patrón de cultivos promedio de 70,000 ha en todo el estado de Aguascalientes.

Tabla 2.18. Plantas de tratamiento en Aguascalientes

MUNICIPIOS Localidades	Planta	Proceso	Cap. Instalada (l/s)	Gato de Operación (l/s)	Cuerpo receptor o reuso
Aguascalientes					
Aguascalientes	Aguascalientes	Dual	2,000	1,659	Río San Pedro
Aguascalientes	Colonia Bolaños	Laguna de estabilización	1	1.8	Río San Pedro
Aguascalientes	Presa el Cedazo	Lodos activados	60	60	Presa El Cedazo
Aguascalientes	Presa Los Gringos	Lodos activados	60	60	Presa Los Gringos
Calvillito	Calvillito	Laguna de estabilización	7.5	6.3	Arroyo Calvillito
Cieneguilla	Cieneguilla	Laguna de estabilización	3	2	Arroyo sin nombre
Ciudad de los niños	Ciudad de los niños	Laguna de estabilización	2	0.4	Arroyo sin nombre
Cotorina	Cotorina	Laguna de estabilización	4	1.4	Arroyo Cotorina
El Cedazo de San Antonio	El Cedazo de Sn. Antonio	Laguna de estabilización	1	0.1	Dren agrícola
El Colorado (El Soyatal)	El Soyatal	Laguna de estabilización	1	0.5	Arroyo son nombre
El Duraznillo	El Duraznillo	Laguna de estabilización	1	0.4	Arroyo El Duraznillo
El Ocote	El Ocote	Tanque séptico	1	0.6	Arroyo el Ocote
Las Violetas	Las Violetas	Laguna de estabilización	1	1.5	Arroyo Parga
Los Caños	Los Caños	Laguna de estabilización	3	3.5	Arroyo sin nombre
Los Cuervos	Los Cuervos	Laguna de estabilización	2.5	1.2	Arroyo San Bártolo
Los Duron	Los Duron	Laguna de estabilización	1	0.6	Arroyo sin nombre
Montoro	Montoro	Laguna de estabilización	2.1	2.1	Arroyo Montoro
Norias de Ojo Caliente	Norias de Ojo Caliente	Lodos activados	10	4.4	Arroyo El Cedazo
Salto de los Saludos	Salto de los Saludos	Laguna de estabilización	3.5	3.4	Río San Pedro
Santa Cruz de la Presa	Santa Cruz de la Presa	Laguna de estabilización	1	1.6	Arroyo Las vitoras
Santa María de Gallardo	Santa María de Gallardo	Laguna de estabilización	1.5	2.3	Río Chicalote
Soledad de Abajo (Becerra)	Soledad de Abajo (Becerra)	Laguna de estabilización	1	2.2	Arroyo sin nombre
Viñedos San Felipe	Viñedos de San Felipe	Laguna de estabilización	2.5	1	Arroyo sin nombre
Vista Alegre	Vista Alegre	Laguna de estabilización	1	3.8	Arroyo El Cojo
Asientos					
Amarillas de Esparza	Amarillas de Esparza	Laguna de estabilización	2.2	1.5	Arroyo El Ranchito
Guadalupe de Atlas	Guadalupe de Atlas	Laguna de estabilización	2.5	4	Infiltración superficial
Jarillas	Jarillas	Laguna de estabilización	1	1.8	Arroyo Hondo
Las Negritas	Las Negritas	Laguna de estabilización	1.5	1.2	Dren agrícola
Molinos (El Molino)	Molinos (El Molino)	Laguna de estabilización	1.6	2.2	Infiltración superficial
Pilotos	Pilotos	Laguna de estabilización	2.5	0.9	Arroyo El Ranchito
Calvillo					
Crucero La Pilas	Crucero La Pilas	Laguna de estabilización	1.5	1.7	Arroyo El Salitre
EL Rodeo	EL Rodeo	Laguna de estabilización	1	0.9	Arroyo de Santos
El Temazcal	El Temazcal	Laguna de estabilización	1.2	0.5	Arroyo El Temazcal
El Zapote	El Zapote	Laguna de estabilización	1	0	Arroyo El Jaguey
Jaticho de Arriba	Jaticho de Arriba	Laguna de estabilización	2.5	3.8	Río Calvillo
Las Pilas	Las Pilas	Laguna de estabilización	1	0	Río Calvillo
Mesa Grande	Mesa Grande	Laguna de estabilización	2.6	2.1	Arroyo sin nombre
Ojo Caliente	Ojo Caliente	Laguna de estabilización	13	14.2	Arroyo Ojocaliente
Piedras Chinas	Piedras Chinas	Laguna de estabilización	1	0.5	Arroyo Las Cuevas
San Tadeo	San Tadeo	Laguna de estabilización	3.5	0	Río La Labor
Sauz de los Vallín	Sauz de los Vallín	Laguna de estabilización	1	0.1	Arroyo EL Sauz
Tepetate de Arriba	Tepetate de Arriba	Laguna de estabilización	1	0.2	Arroyo Las Moras
Cosío					
Cosío	Cosío	Laguna de estabilización	10	10.5	Arroyo sin nombre
La Puente	La Puente	Laguna de estabilización	4	4.4	Arroyo sin nombre
Soledad de Arriba	Soledad de Arriba	Laguna de estabilización	3	0	Río San Pedro
Jesús María					
Cañada del Rodeo	Cañada del Rodeo	Laguna de estabilización	1	0.4	Arroyo sin nombre
J. Gómez Portugal	J. Gómez Portugal	Laguna de estabilización	18.5	21	Río Chicalore
Jesús María	Jesús María y zona conurbada	Lodos activados	100	77	Río San Pedro/Áreas verdes
Pabellón de Arteaga					
Pabellón de Arteaga	Pabellón de Arteaga	Lodos activados	100	84	Río San Pedro
San Luis de Letras	San Luis de Letras	Laguna de estabilización	2.3	2.9	Arroyo Las Amapolas

MUNICIPIOS Localidades	Planta	Proceso	Cap. Instalada (l/s)	Gato de Operación (l/s)	Cuerpo receptor o reuso
Rincón de Romos					
Colonia 16 de septiembre	Colonia 16 de septiembre	Laguna de estabilización	1.5	1.2	Inf. Superficial
Estación Rincón	Estación Rincón	Tanque séptico	1	0	Río San Pedro
Estancia de Mosqueira	Estancia de Mosqueira	Tanque séptico	1	3.8	Arroyo sin nombre
Mar Negro	Mar Negro	Tanque séptico	0.9	0.8	Río San Pedro
Pabellón de Hidalgo	Pabellón de Hidalgo	Laguna de estabilización	2	10.5	Río Pabellón
Puerta del Muerto	Puerta del Muerto	Laguna de estabilización	1.5	1.3	Inf. superficial
Rincón de Romos	Rincón de Romos	Lodos activados	120	62	Río San Pedro
San Juan de la Natura	San Juan de la Natura	Laguna de estabilización	2	1.7	Inf. Superficial
Valle de las Delicias	Valle de las Delicias	Laguna de estabilización	5	2.2	Dren agrícola
San Francisco de los Romos					
Chicalote	Chicalote	Laguna de estabilización	1.5	1	Río chicalote
Rancho Nuevo	Rancho Nuevo	Laguna de estabilización	1	0.1	Arroyo Las Amapolas
San Francisco de los Romos	San Francisco de los Romos	Lodos activados	50	24	Río San Pedro
San José de Gracia					
Paredes	Paredes	Tanque séptico	1	0	Arroyo Prieto
Rancho Viejo	Rancho Viejo	Laguna de estabilización	1	0.1	Arroyo San José de G.
San Antonio de los Ríos	San Antonio de los Ríos	Laguna de estabilización	3	1.8	Arroyo Seco
San José de Gracia	San José de Gracia	Laguna de estabilización	8	9.7	Presa Calles
Tepezala					
Alamitos	Alamitos	Laguna de estabilización	2	0.5	Río San Pedro
Arroyo Hondo	Arroyo Hondo	Laguna de estabilización	1	0.4	Río San Pedro
Caldera	Caldera	Laguna de estabilización	2	0	Arroyo Caldera
El Águila	El Águila	Laguna de estabilización	1	0.2	Río San Pedro
El Barranco	El Barranco	Laguna de estabilización	1	1.1	Río San Pedro
El Carmen	El Carmen	Laguna de estabilización	1	0.3	Inf. Superficial
El Chayote	El Chayote	Laguna de estabilización	3.7	3.6	Río San Pedro
El Gigante	El Gigante	Laguna de estabilización	1.4	0.9	Río San Pedro
El Porvenir	El Porvenir	Laguna de estabilización	1	0.8	Arroyo Tepezala
El Refugio	El Refugio	Laguna de estabilización	1.3	0.8	Arroyo Caldera
El Tepozan	El Tepozan	Laguna de estabilización	1	0.3	Arroyo Tepozan
La Victoria	La Victoria	Laguna de estabilización	1.1	0.9	Arroyo Tepezala
Mesillas	Mesillas	Laguna de estabilización	2.5	1.4	Arroyo sin nombre
Ojo de Agua de los Montes	Ojo de Agua de los Montes	Laguna de estabilización	2.8	2.9	Arroyo El Capulín
San Antonio	San Antonio	Laguna de estabilización	5.2	5.4	Río San Pedro
Tepezala	Tepezala	Laguna de estabilización	10.3	4.9	Arroyo Tepezala
Total			2,691	2,200	

Tabla 2.19. Plantas de tratamiento en Zacatecas

MUNICIPIOS Localidades	Planta	Proceso	Cap. Instalada (l/s)	Gato de Operación (l/s)	Cuerpo receptor o reuso
Guadalupe					
El Bordo	El Bordo	Zanjas de Oxidación	3	0	Arroyo El Bordo
Guadalupe	El Salero	Biodiscos	12	12	Campo de Golf
Zona Militar	Zona Militar	Lodos activados	1.8	1.6	Áreas Verdes
Total			16.8	13.6	

2.7. Fuentes potenciales y existente de contaminación

La metodología empleada para el análisis de las fuentes potenciales de contaminación es la siguiente:

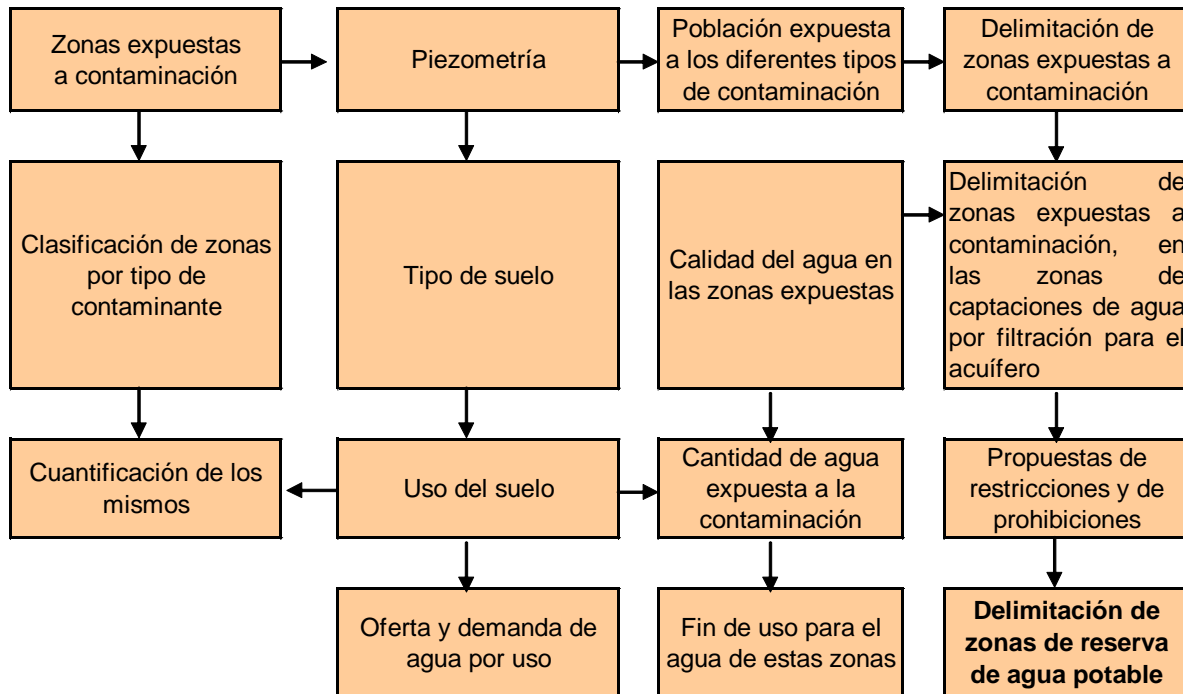


Figura 2.6. Metodología para determinar zonas potenciales de contaminación

En la agricultura, la contaminación principal proviene de las malas prácticas de riego, las cuales al excederse en agua, facilitan la filtración de los productos químicos que se utilizan al acuífero, como son: fertilizantes, y productos para la prevención y control de plagas y enfermedades.

De ahí la importancia de delimitar zonas de reserva de agua potable para no representar un riesgo para la salud en la población y para seguir preservando la calidad del agua subterránea, además de que se evitan daños a los suelos, fuente de materia orgánica para el desarrollo de los cultivos. Otros daños que se pueden ocasionar a los suelos aparte de la improductividad, son deforestación, erosión, desalinización y proliferación de insectos y plagas nocivas.

Pendiente incluir Figura de arc view

Figura 2.7. Zonas de calidad del agua subterránea en el acuífero

2.8. Resultados de la planeación participativa (Método ZOOP)

El Comité Técnico de Aguas Subterráneas del acuífero interestatal Ojocaliente - Aguascalientes-Encarnación, es una Asociación Civil de usuarios del agua que trabaja buscando la estabilización del acuífero y lograr una sustentabilidad del entorno.

Desde el año 2002 esta asociación solicitó a la CNA la contratación de una empresa consultora para la elaboración del **Plan de manejo del acuífero** con la premisa de que dicha empresa tenía que partir de la situación real en las que se encuentra el acuífero y tomar en cuenta todas las acciones en las que se encuentra participando el COTAS, las necesidades de los usuarios de las aguas subterráneas de la región, en síntesis que el trabajo partiera de bases reales y que sus proyectos fueran aplicables a las condiciones de la región.

En este sentido se estableció una comunicación directa con los usuarios por medio de la instalación de una oficina en Aguascalientes con personal permanentemente radicando en la ciudad, el cual mantiene constante comunicación con las autoridades del COTAS y los usuarios.

Por medio de la Gerencia Estatal y las autoridades del COTAS se realizó la primera reunión de presentación ante los miembros del Grupo Técnico Consultivo del COTAS, la cual se llevo a cabo en las Instalaciones del INAGUA el día 19 de febrero con amplia participación de representantes de los diferentes usos y de las dependencias de los tres niveles de gobierno que participan en el sector.

En esta reunión se presentaron lo estudios que se pretenden realizar para la conformación del Plan de Manejo y se hizo una explicación detallada de las actividades contempladas dentro de los Términos de Referencia.

Al término de la presentación por parte de la Empresa se llevo a cabo una sesión de preguntas y respuestas en las cuales los representantes de los usuarios expresaron que: lo que ellos requieren es un plan de acciones y proyectos con metas a corto, mediano y largo plazo, con el que se revierta la grave situación que prevalece en el acuífero.

Por tal motivo se acordó que se iniciará la primera serie de reuniones, en la cual se revisará con cada representante de los usuarios los programas y proyectos que para su uso sean prioritarios y que se deban incluir dentro del Plan de Manejo.

También se acordó tener reuniones con las Organizaciones No Gubernamentales e Instituciones Académicas con la finalidad de tener una visión global de los programas que están en este momento operando y que tienen como finalidad la preservación del agua.

Se tiene considerado la presentación de resultados parciales durante las sesiones mensuales que convoca el COTAS buscando que todos los miembros estén al tanto de las consideraciones que se están tomando en la elaboración del Estudio. En total se tiene considerado la realización de 6 presentaciones durante las reuniones del COTAS.

A partir de la identificación de los aspectos clave del Plan de Manejo, y con base en las expectativas que los involucrados confieren a éste proyecto, la mecánica de trabajo se estableció por medio de series de reuniones de trabajo, para una interacción y exposición de resultados de los avances ante los usuarios.

Se propusieron en principio un total de nueve reuniones, con el fin de profundizar, esclarecer y establecer acciones inmediatas referentes a los siguientes temas:

- Fideicomiso del Acuífero.
- Sistema de Información y Monitoreo.

- Requerimientos del COTAS.
- Proyecto de Reuso
- Banco de Derechos de Agua
- Modernización y Reconversión Hidroagrícola
- Recuperación de Fugas y Reducción de Consumos en Localidades

Para cada caso se propuso la exposición de los aspectos técnicos, recabados en estudios previos y en la información existente en materia; asimismo, se recopiló aquella normatividad con incidencia en la Propuesta de Reglamento Preliminar del Acuífero, que constituye uno de los productos de éste trabajo.

La exposición de los temas se acompaña de propuestas concretas de proyectos o anteproyectos, con la identificación de usuarios ubicados geográficamente. Las fichas técnicas de alternativas de manejo de la oferta y demanda de agua en el acuífero, describen los resultados obtenidos a partir de éstas reuniones y el diseño, las consideraciones y restricciones de los mismos, se derivan del consenso resultante.

Se anexa en el Apéndice 1, un formato de las minutas propuestas para las reuniones en el COTAS, así como una versión preliminar del reglamento del acuífero, recabada en la Gerencia Estatal de Aguascalientes.

Durante la realización del Plan de Manejo se solicitó información a diversas entidades, instituciones y representantes de instituciones, todos relacionados con el COTAS, se asistió a las oficinas estatales de la CNA de Zacatecas y Aguascalientes.

Sin considerar la totalidad de las reuniones de trabajo con los usuarios, el día 30 de abril se llevó a cabo una reunión para mostrar avances del Plan de Manejo ante el COTAS. En esta reunión se mostraron los planteamientos y el enfoque provisto al estudio, con el fin de atender las expectativas del COTAS en torno a éste proyecto.

En general, se destacó la importancia de dar un enfoque práctico al proyecto, así como pragmático, lejos de presentar un estudio más, con ideas que disten de las iniciativas del COTAS.

El día 29 de julio tuvo lugar una reunión de trabajo ante el COTAS, donde se expusieron los resultados del balance de aguas subterráneas, así como del cálculo de las extracciones. A la fecha no existe claridad o consenso en lo relativo a las cifras del balance, en principio se cuestiona la magnitud de las extracciones de los distintos sectores usuarios, principalmente: agrícola, público – urbano e industrial.

A raíz de ello se determinó conveniente preparar una clara explicación de dichas magnitudes, así como la confiabilidad y el margen de error de los cálculos. Para dicho fin, se rectificó la importancia de que CNA revisara los resultados.

Especialmente los usuarios agrícolas propusieron la revisión de las transferencias intersectoriales de derechos registradas en el REPDA, así como los criterios de cálculo de las fugas del uso público – urbano.

Para confrontar esta necesidad, se acudió a las distintas dependencias que disponen de información estadística referente a los patrones de consumo de agua potable, especialmente a la CCAPAMA. Asimismo, se actualizó la estimación de las extracciones para uso agrícola, con cifras de SAGARPA y mediante la revisión de más de 6 estudios previos que a partir de distintas técnicas directas e indirectas, calcularon la magnitud de las extracciones. A partir de ello se preparó una presentación donde se presentaron los resultados actualizados.

Asimismo se propuso definir la utilidad y conveniencia de analizar una muestra representativa de pozos del acuífero, a partir de aquellos que cuenten con medidor.

Hubo énfasis en la necesidad de un reglamento del acuífero, que reflejara los acuerdos establecidos a lo largo del plan de manejo.

La propuesta preliminar del Reglamento del Acuífero – producto inscrito en el contrato del Plan de Manejo -, consideró como punto de partida los resultados del consenso de 1994 para la integración del reglamento del aprovechamiento de agua subterránea para el Estado de Aguascalientes, con las siguientes consideraciones:

1. Revisión del Reglamento según la nueva LAN y su LFD.
2. Sanción a infractores
3. Responsabilidades dentro del COTAS
4. Zonas de manejo
5. Etapas de implementación del Reglamento
6. Restricciones y condiciones para el uso de agua residual tratada
7. Restricciones y condiciones para la transferencia de derechos a favor del acuífero y entre usuarios.
8. Funciones de la vigilancia y alternativas para hacer cumplir el reglamento.
9. Reglamento de uso eficiente del agua subterránea
10. Revisión de la Ley Estatal de Aguas.
11. Propuesta operativa para:
 - Funcionamiento del fideicomiso
 - Eficientación en la aplicación de programas de apoyo.
12. Establecimiento de zonas de riesgo para disposición de residuos líquidos y sólidos, que representen una contaminación puntual y/o difusa.
13. Definición de zonas de reserva de agua potable para las localidades urbanas.

Otro aspecto de importancia fue la necesidad de tomar en cuenta proyectos piloto existentes, así como investigaciones en zonas locales, como es la zona de riego de la presa “El Niagara”.

Las consideraciones anteriores se presentan en el Reglamento Preliminar del Acuífero, dentro del Apéndice C del presente documento.

Cabe mencionar que a lo largo del período transcurrido hasta la fecha del 29 de julio, tuvieron lugar diversas reuniones de trabajo, asistidas por el residente de la empresa, con representantes de los distintos sectores usuarios, así como con las principales dependencias responsables de proyectos hidráulicos en la zona de estudio.

Contenido

3. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA POR USO	93
3.1. DEMANDA POR USOS	94
3.2. USO AGRÍCOLA	95
3.2.1. Superficies y volumen	95
3.2.2. Superficie tecnificada	102
3.2.3. Costo de la tecnificación	103
3.2.4. Distribución de superficie por sistemas de riego y láminas por cultivo	104
3.2.5. La eficiencia del riego	108
3.2.6. Costos de bombeo y rentabilidad agrícola	112
3.2.7. Proyección de la demanda agrícola	119
3.3. USO PECUARIO	122
3.3.1. La actividad lechera como factor de sobre-explotación del acuífero	125
3.4. USO POTABLE	127
3.5. USO INDUSTRIAL Y SERVICIOS	133
3.6. OTROS USOS	136

Tablas

TABLA 3.1. SUPERFICIE POR GRUPOS DE CULTIVOS DE 1980 AL 2002 (HAS)	98
TABLA 3.2. DEMANDA BRUTA DE AGUA DE 1980 AL 2002 EN LOS CULTIVOS (M ³)	98
TABLA 3.3. VOLUMEN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO DE 1980 AL 2002	99
TABLA 3.4. SUPERFICIE SEMBRADA POR TIPO DE CULTIVOS EN EL ESTADO, DE 1991 AL 2001	102
TABLA 3.5. SUPERFICIE TECNIFICADA POR MUNICIPIO Y AÑO EN AGUASCALIENTES	102
TABLA 3.6. COSTOS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	103
TABLA 3.7. SUPERFICIE TECNIFICADA POR SISTEMAS DE RIEGO	104
TABLA 3.8. LÁMINAS EMPLEADAS POR CULTIVO EN DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO	105
TABLA 3.9. VOLUMEN DE AGUA SUBTERRÁNEA CON LA QUE SE RIEGA	105
TABLA 3.10. CLASIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS POR GRUPOS	106
TABLA 3.11. VOLUMEN Y SUPERFICIES DE RIEGO CON AGUA DE PRESAS	107
TABLA 3.12. PARÁMETROS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE LAS OPCIONES DE TECNIFICACIÓN.	110
TABLA 3.13. ESTIMACIÓN DE EXTRACCIONES HISTÓRICAS POR GRUPOS DE CULTIVOS, CON EFECTO DE LA TECNIFICACIÓN.	111
TABLA 3.14. BENEFICIOS Y COSTOS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS REGADOS CON AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO INTERESTATAL VALLE DE AGUASCALIENTES.	118
TABLA 3.15. POBLACIÓN PECUARIA EXISTENTE EN EL AÑO 2000, EN EL ACUÍFERO INTERESTATAL OJOCALIENTE – AGUASCALIENTES – ENCARNACIÓN	122
TABLA 3.16. VALOR DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA EN EL AÑO 2000, EN LA ZONA DE ESTUDIO (MILES DE PESOS)	123
TABLA 3.17. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA QUE EXISTE EN LA ZONA DE ESTUDIO	124
TABLA 3.18. PRINCIPALES ESTADOS CON PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL PAÍS EN EL 2001	125
TABLA 3.19. DATOS BÁSICOS DE LOS CULTIVOS DE RIEGO CON AGUA SUBTERRÁNEA EN LA ZONA DEL ACUÍFERO	126
TABLA 3.20. ESTIMACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE AGUA PARA PRODUCIR UN LITRO DE LECHE EN AGUASCALIENTES	126
TABLA 3.21. REQUERIMIENTOS DE AGUA QUE SE HAN OBTENIDO EN EL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN USO Y MANEJO DE AGUA DEL CAMPO EXPERIMENTAL EN PABELLÓN, AGS.	127
TABLA 3.22. LOCALIDADES URBANAS QUE SE LOCALIZAN DENTRO DE LOS LÍMITES GEOGRÁFICOS DEL ACUÍFERO INTERESTATAL OJOCALIENTE-AGUASCALIENTES-ENCARNACIÓN	128
TABLA 3.23. VOLÚMENES ANUALES DEMANDADOS EN LAS LOCALIDADES URBANAS Y RURALES QUE EXISTEN EN LA ZONA DE ESTUDIO	129
TABLA 3.24. COMPOSICIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE (USO PÚBLICO URBANO)	130
TABLA 3.25. SITUACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE (1)	131
TABLA 3.26. SITUACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES (2)	132

Figuras

FIGURA 3.1. SUPERFICIE SEMBRADA EN LA ZONA DEL ACUÍFERO	96
FIGURA 3.2. SUPERFICIE DE RIEGO EN LOS MUNICIPIOS QUE COMPREDEN EL ACUÍFERO	97
FIGURA 3.3. DEMANDA TOTAL DE AGUA DE 1980 AL 2002 (M ³)	100
FIGURA 3.4. SUPERFICIE Y VOLUMEN PROMEDIO DE 1980 AL 2002	101
FIGURA 3.5. PORCENTAJE DE SUPERFICIE TECNIFICADA DE 1991 AL 2001 EN AGUASCALIENTES	103
FIGURA 3.6. DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	104
FIGURA 3.7. EFICIENCIA EN LA APLICACIÓN DEL AGUA PARA EL RIEGO	109
FIGURAS 3.8. EVOLUCIÓN DE VOLÚMENES Y EVOLUCIÓN DE DEMANDAS.	112
FIGURA 3.9. COSTO DE BOMBEO DE ACUERDO AL INCREMENTO EN LA CARGA HIDRÁULICA Y TOMANDO DIFERENTES VALORES EN LA TARIFA ELÉCTRICA	113
FIGURA 3.10. SUPERFICIE QUE PUEDE REGARSE RENTABLEMENTE A DIFERENTES PROFUNDIDADES DEL NIVEL ESTÁTICO	114
FIGURAS 3.11. BENEFICIO NETO CON SUBSIDIO Y SIN SUBSIDIO	116
FIGURA 3.12. BENEFICIO NETO PARA LOS PRINCIPALES CULTIVOS QUE SE SIEMBRAN EN LA ZONA DE ESTUDIO	117
FIGURA 3.13. EVOLUCIÓN DE SUPERFICIES AGRÍCOLAS Y ANÁLISIS DE TENDENCIAS HISTÓRICAS	120
FIGURA 3.14. VOLUMEN Y SUPERFICIE POR TIPO DE CULTIVO	121
FIGURA 3.15. POBLACIÓN PECUARIA QUE EXISTE DENTRO DEL ACUÍFERO (%)	122
FIGURA 3.16. PARTICIPACIÓN MUNICIPAL EN EL VALOR DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA QUE EXISTE DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO	123
FIGURA 3.17. PORCENTAJE DE LA DEMANDA DE AGUA UTILIZADA PARA EL CONSUMO DE LA POBLACIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA QUE EXISTE EN EL ACUÍFERO INTERESTATAL	124
FIGURA 3.18. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA ACTIVIDAD LECHERA EN LA ZONA DE ESTUDIO	125
FIGURA 3.19. IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN EQUIVALENTE (VIRTUAL) DE AGUA, EN LA FORMA DE FORRAJES, EN LA ZONA DE ESTUDIO	127
FIGURA 3.20. PORCENTAJES DE EXTRACCIÓN ANUAL PARA USO Y CONSUMO HUMANO POR TIPO DE LOCALIDAD	130
FIGURA 3.21. UBICACIÓN DE LOS PARQUES INDUSTRIALES DENTRO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES	134

3. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA POR USO

La demanda de agua de la zona servida por el acuífero, se clasifica para cada tipo de uso, con los siguientes criterios:

- **Demanda por usos**
- **Administrativa y legalmente.** Con base en los derechos asignados por el Registro Público de Derechos de Agua, situación ante la Ley Federal de Derechos, disponibilidad en el acuífero de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, revisión de vedas, reglamentos, así como su efecto sobre el aprovechamiento hidráulico.
- **Hidrológicamente.**
 - De acuerdo con el volumen potencial y real de demanda de origen superficial y subterráneo.
- **Socioeconómicamente**
 - Población que depende del acuífero, proyecciones futuras y patrones de consumo.
 - De acuerdo al uso que se le confiere y a su impacto económico.
 - Según la calidad requerida por cada usuario, según su fin.
 - Productividad del agua por uso, en unidades monetarias – pesos - y en unidades de medición alternas, como son toneladas de cultivo, litros de leche, cabezas de ganado, etc.
- **La demanda y su relación conceptual con los proyectos de estabilización.**
 - Demanda potencial de agua residual tratada
 - Demanda potencial de derechos transferibles
 - A favor del acuífero.
 - A través de programas nacionales de desarrollo
 - Por medio de intercambio de apoyos, como son:
 - Financiamiento
 - Oferta de agua residual tratada

- Por compra - venta
 - Interés en la venta de derechos.
 - Zonificación de zonas de disponibilidad y de sobreexplotación y flexibilidad en la reubicación de derechos de extracción.
- **Proyecciones.** Para todos los temas previos que lo permitan, mostrar las tendencias futuras, con base en la situación de los últimos 20 años.

3. 1. Demanda por Usos

Existen varios estudios que han estudiado en forma general, global, simplificada y detallada, los patrones de consumo de los distintos sectores usuarios; principalmente: agrícola y público – urbano. El sector industrial, que constituye el tercero en magnitud, demanda cuando mucho el 3% del volumen total de agua subterránea que se extrae del acuífero.

La evaluación de las proyecciones de demanda no son sencillas, pues presentan factores que influyen indirectamente en su tendencia. Por lo común (en la generalidad de los acuíferos del país), el crecimiento de la demanda es proporcional al de la población, o refleja una tendencia clara relacionada con el crecimiento de la superficie de riego. Mientras que en el acuífero interestatal el crecimiento de las extracciones para uso público, se relaciona en gran medida con la eficiencia en la distribución en redes, mientras que en el sector agrícola, la modernización, la venta de derechos a otros sectores usuarios y el abandono de los pozos, representan factores que reducen las extracciones, aunque el crecimiento de superficies de forrajes va a la alza.

Además, una descripción general de los patrones de consumo, donde se resumen los promedios de los parámetros de patrones de consumo, no son representativos de la generalidad de los usuarios, pues al considerar a la Ciudad de Aguascalientes (85% de la población residente en el polígono oficial del acuífero) y a los cultivos forrajeros (que consumen el 30% del agua del sector agrícola), los porcentajes de fugas en redes y de láminas de riego se ven seriamente incrementados.

Estos factores se conjugan con la carencia de información. La evaluación de extracciones agrícolas se ha realizado oficialmente por CNA en más de 6 estudios; pero siempre con técnicas indirectas. Hasta últimas fechas se instalaron 500 medidores, se tiene en proyecto la colocación de otros 500, pero en principio, la colocación se hizo para usuarios voluntarios, que se considera que aprovechan agua en una situación legalmente normal (no exceden su volumen concesionado), lo que reduce la representatividad de dichos registros para la evaluación global del acuífero. Asimismo, en las localidades semiurbanas (de menos de 20,000 habitantes) y rurales, se carece de estudios para cuantificar el porcentaje de

fugas, mientras que la única información oficial reportada corresponde a la Ciudad de Aguascalientes, donde las fugas se reportan en más del 50%.

La situación anterior sugirió una evaluación del margen de error de los cálculos, así como de las proyecciones, que en general se apoyan en técnicas de cálculo indirecto, con lógica, sentido y un margen de precisión, básico para la propuesta de estrategias.

3. 2. Uso agrícola

3. 2. 1. Superficies y volumen

La actividad agrícola, directa o indirectamente beneficia a la mayoría de la población asentada en la región, no obstante, su participación en el PIB es poco significativa y ha venido a menos, debido a que pocos son los cultivos que aun se consideran rentables con los costos reales de extracción de agua y las condiciones actuales del mercado.

En la imagen de satélite de la Figura 3.1 se aprecia la superficie sembrada que existe en la zona de estudio. La imagen corresponde a dos escenas de Landsat 7, la de la parte norte al día 19 de julio del 2001 y la que abarca la mayor parte del área, al día 20 de agosto del 2001.

Debido a que no existe medición de extracciones de agua en los pozos agrícolas es necesario estimar la demanda mediante un procedimiento indirecto que aproveche la información disponible. Una vez efectuado el análisis de las áreas agrícolas contenidas dentro del acuífero interestatal, correspondientes a los municipios que intervienen en la poligonal, se procedió a obtener las estadísticas de la superficie agrícola por cultivos, bajo la modalidad de riego, a partir de la información estadística proporcionada por la Comisión Estatal de Desarrollo Agropecuario del estado de Aguascalientes (CODAGEA), complementada con los datos proporcionados por INEGI para los municipios restantes. En la Figura 3.2 puede apreciarse la evolución de la superficie cosechada de riego en dichos municipios.¹

¹ El hecho de haber utilizado la superficie cosechada y no la superficie sembrada obedece a que la diferencia entre ambas nunca excede del 2% en los años considerados para el análisis.



48. Imagen de satélite en donde se aprecia la superficie sembrada en el periodo julio - agosto del año 2001

Figura 3.1. Superficie sembrada en la zona del acuífero

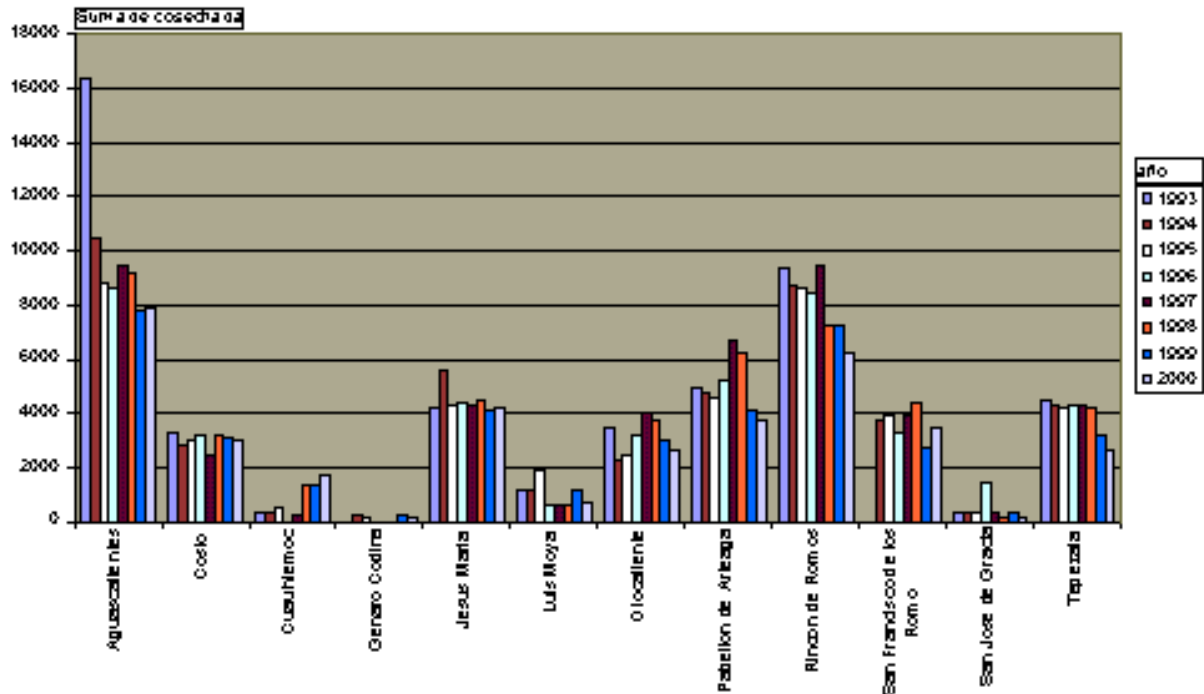


Figura 3.2. Superficie de riego en los municipios que comprenden el acuífero

En esta gráfica puede apreciarse la importancia agrícola de los municipios de Aguascalientes, Rincón de Romos, Jesús María, Pabellón, Ojo Caliente y Tepezala. También puede verse que en todos los casos hay una disminución de la superficie y que esto es más acentuado en el caso del municipio de Aguascalientes, con una reducción de más de 8,000 hectáreas entre 1993 y 2000 (años mostrados en la Figura 3.2.), la razón problemas de agua, su calidad, profundidad de extracción y salinidad en la misma como en los suelos, entre otros de tipo económico.

Los Municipios con mayor superficie de hortalizas en el año 2001 fueron: el municipio de Asientos con 760 ha, le sigue el de San Francisco de los Romos con 171 ha, Cosío con 163 ha, Rincón de Romos con 120 ha, y Tepezala con 90 ha.

En Asientos (no esta en la zona del acuífero) y San Francisco disminuyo su superficie en un 20%, mientras que en los demás municipios no se llego a 200 ha.

El municipio con mayor superficie de granos en el año 2001 fue: Ojo Caliente con 1,700 ha, Cuauhtémoc con 1505 ha, Asientos con 1,177 ha (no esta en la zona del acuífero), Cosío con 1,123 ha y Aguascalientes con 1,009 ha.

En la producción de Forraje, los municipios con mayor superficie fueron: Aguascalientes con 11,665 ha, Rincón de Romos con 4,517 ha, Jesús María 3,881 ha, San Frco. de los Romo 1,712 ha y Tepezala con 1522 ha.

En la producción de Frutales destaca: Calvillo con 6,725 ha (no esta en la zona del acuífero), Cosío con 307 ha, El llano 164 ha (no esta en la zona del acuífero), Rincón de Romos 138 ha, Asientos 102 ha (no esta en la zona del acuífero), Jesús María 67 ha, Pabellón de Arteaga 28 ha, San Francisco del Romo 22 ha y Aguascalientes 20 ha, sin producción en el 2001 están los Municipios de: Cauhémoc, Luis Moya, Ojo Caliente, San José de Gracia y Tepezala.

En la agroindustria están los cultivos de cacahuate, agave y cebada. La superficie máxima en los últimos 5 años es de 12 ha en 1998 en Tepezala, en Jesús María, El Llano, Calvillo, Pabellón de Arteaga, San Frco. Del Romo y Aguascalientes menos de 5 ha. En el 2001 solo esta Rincón de Romos con 3 has.

El patrón de cultivos no ha variado mucho desde 1980 aunque si la demanda de agua de los mismos, Tabla 3.1. y 3.2:

Tabla 3.1. Superficie por grupos de cultivos de 1980 al 2002 (has)

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Básicos	22,463	20,140	12,544	8,776	12,942	13,399	16,138	18,324	17,890
Forrajes	9,970	11,525	11,173	13,480	10,482	13,581	14,741	15,839	17,879
Frutales	2,101	1,600	1,655	1,785	1,602	1,746	1,856	1,609	1,491
Hortícolas	5,226	5,180	4,610	2,800	3,832	5,813	5,037	4,407	5,893
Industriales	13,077	11,872	11,872	11,427	9,446	8,735	6,952	5,008	3,996
Superficie total	52,837	50,317	41,854	38,268	38,304	43,274	44,724	45,187	47,149

Año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Básicos	13,995	13,086	14,183	17,467	15,675	17,868	17,616	15,379	17,640
Forrajes	18,170	18,283	21,669	24,367	23,726	22,420	23,927	25,984	24,867
Frutales	1,363	1,314	1,040	890	828	700	802	581	627
Hortícolas	6,259	5,197	6,920	7,861	5,975	5,403	4,078	4,441	4,768
Industriales	3,688	3,232	2,792	1,913	1,702	1,300	3,152	2,423	1,977
Superficie total	43,475	41,112	46,604	52,498	47,906	47,691	49,575	48,808	49,879

Año	1998	1999	2000	2001	2002
Básicos	20,093	18,323	14,213	9,271	10,587
Forrajes	25,267	21,794	25,237	28,563	30,115
Frutales	574	606	522	506	36
Hortícolas	4,288	3,662	4,385	3,735	3,095
Industriales	2,224	2,468	908	954	859
Superficie total	52,446	46,853	45,265	43,029	44,692

Tabla 3.2. Demanda bruta de agua de 1980 al 2002 en los cultivos (m³)

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Volumen bruto en básicos (m³)	204,506,436	164,181,139	113,646,557	82,289,589	127,554,826	129,171,768
Volumen bruto en forrajes (m³)	167,405,297	183,446,339	187,549,536	209,156,374	180,301,024	215,591,202
Volumen bruto en frutales (m³)	27,970,446	21,495,231	22,637,488	24,617,677	22,455,239	24,614,089
Volumen bruto en hortalizas (m³)	35,273,858	35,260,346	31,446,334	20,035,980	27,797,614	40,552,783
Volumen bruto en industriales (m³)	158,095,075	143,527,164	143,527,164	138,147,313	114,197,910	105,602,239
Volumen bruto anual requerido para cultivos de riego (m³)	593,251,111	547,910,219	498,807,079	474,246,935	472,306,613	515,532,080

Año	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Volumen bruto en básicos (m³)	152,473,712	175,268,467	176,580,671	137,076,296	123,579,950	132,138,807
Volumen bruto en forrajes (m³)	233,522,245	254,002,422	293,924,595	295,326,866	256,527,632	284,009,792
Volumen bruto en frutales (m³)	25,927,217	22,406,078	20,891,826	19,136,494	17,931,181	12,861,088
Volumen bruto en hortalizas (m³)	34,706,834	31,137,811	42,888,640	44,775,888	42,171,874	54,207,583
Volumen bruto en industriales (m³)	84,046,567	60,544,478	48,309,666	44,586,269	37,626,269	33,337,313
Volumen bruto anual requerido para cultivos de riego (m³)	530,676,576	543,359,256	582,595,398	540,901,812	477,836,906	516,554,583

Año	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Volumen bruto en básicos (m³)	174,507,035	157,300,582	178,465,751	179,084,196	157,805,843	176,992,076
Volumen bruto en forrajes (m³)	287,828,316	312,150,248	315,155,236	308,448,034	318,814,921	318,680,413
Volumen bruto en frutales (m³)	9,432,034	8,704,425	7,910,664	8,144,574	5,985,382	6,395,848
Volumen bruto en hortalizas (m³)	52,537,071	42,790,797	38,971,285	29,744,736	28,757,012	27,877,871
Volumen bruto en industriales (m³)	21,414,179	19,937,714	14,316,456	33,540,513	25,161,923	20,501,865
Volumen bruto anual requerido para cultivos de riego (m³)	545,718,636	540,883,766	554,819,392	558,962,052	536,525,082	550,448,073

Año	1998	1999	2000	2001	2002
Volumen bruto en básicos (m³)	200,004,839	181,685,763	140,665,479	90,224,364	102,734,787
Volumen bruto en forrajes (m³)	322,574,745	272,812,019	310,391,548	328,097,062	337,489,787
Volumen bruto en frutales (m³)	5,866,117	6,024,082	5,227,088	5,191,089	358,287
Volumen bruto en hortalizas (m³)	22,229,461	17,052,340	18,600,701	14,258,303	12,110,739
Volumen bruto en industriales (m³)	23,095,385	25,629,231	9,336,282	9,810,342	8,920,385
Volumen bruto anual requerido para cultivos de riego (m³)	573,770,547	503,203,435	484,221,098	447,581,160	461,613,985

La demanda de agua subterránea se obtuvo del volumen bruto anual, menos el volumen de agua superficial de presas, menos el volumen de agua tratada para riego, menos el volumen de aguas negras, a continuación se muestran estos volúmenes.

Tabla 3.3. Volumen de agua subterránea para riego de 1980 al 2002

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Volumen neto de agua (m³)	316,987,495	291,953,140	265,313,530	250,695,413	245,748,057	263,977,111
Volumen bruto de agua (m³)	593,251,111	547,910,219	498,807,079	474,246,935	472,306,613	515,532,080
Volumen de lluvia efectiva	199,938,563	179,218,989	107,133,371	139,447,017	127,690,304	165,060,290
Volumen de Aguas negras producidas	25,946,734	26,920,089	27,893,444	28,866,799	29,840,154	30,813,509
Volumen de Agua superficial de presas utilizada para riego	69,218,729	0	0	0	31,018,542	50,400,269
Volumen de aguas negras utilizadas para riego	24,649,397	25,574,084	26,498,772	27,423,459	28,348,146	29,272,834
Volumen de agua subterránea utilizada para riego (m³)	499,382,985	522,336,134	472,308,308	446,823,476	412,939,925	435,858,978

Año	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Volumen neto de agua (m³)	267,695,730	268,179,272	282,279,685	261,271,590	248,487,596	264,948,252
Volumen bruto de agua (m³)	530,676,576	543,359,256	582,595,398	540,901,812	477,836,906	516,554,583
Volumen de lluvia efectiva	171,879,664	170,744,587	163,901,736	131,041,075	170,747,788	175,303,809
Volumen de Aguas negras producidas	31,786,864	32,760,219	33,733,574	34,706,929	32,642,420	36,470,077
Volumen de Agua superficial de presas utilizada para riego	61,161,338	69,096,688	48,816,417	52,476,308	0	46,068,482
Volumen de aguas negras utilizadas para riego	30,197,521	31,122,208	32,046,896	32,971,583	31,010,299	34,646,573
Volumen de agua subterránea utilizada para riego (m³)	439,317,717	443,140,360	501,732,085	455,453,922	446,826,607	435,839,528

Año	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Volumen neto de agua (m³)	275,757,765	275,926,490	288,320,310	302,673,080	291,027,510	299,537,680
Volumen bruto de agua (m³)	545,718,636	540,883,766	554,819,392	558,962,052	536,525,082	550,448,073
Volumen de lluvia efectiva	234,879,236	156,631,605	168,088,526	186,684,581	162,187,977	158,837,170
Volumen de Aguas negras producidas	40,261,884	41,719,818	45,874,952	47,363,902	47,982,649	48,045,617
Volumen de Agua superficial de presas utilizada para riego	100,109,866	84,531,527	84,531,527	95,940,353	64,302,219	85,853,862
Volumen de aguas negras utilizadas para riego	38,248,790	39,633,828	14,125,319	12,594,233	10,218,479	7,317,580
Volumen de agua subterránea utilizada para riego (m³)	407,359,981	416,718,410	436,162,546	423,750,634	435,327,552	430,599,798

Año	1998	1999	2000	2001	2002
Volumen neto de agua (m³)	312,823,960	276,464,970	268,294,770	250,096,160	256,464,740
Volumen bruto de agua (m³)	573,770,547	503,203,435	484,221,098	447,581,160	461,613,985
Volumen de lluvia efectiva	136,387,504	114,564,213	119,038,740	132,028,236	196,500,583
Volumen de Aguas negras producidas	47,368,105	49,109,176	50,144,981	51,389,464	52,655,536
Volumen de Agua superficial de presas utilizada para riego	83,803,305	35,326,188	28,314,863	0	10,366,917
Volumen de aguas negras utilizadas para riego	2,442,357	2,223,025	4,763,773	4,881,999	5,002,276
Volumen de agua subterránea utilizada para riego (m³)	460,848,054	438,977,390	424,465,630	416,022,329	419,567,959

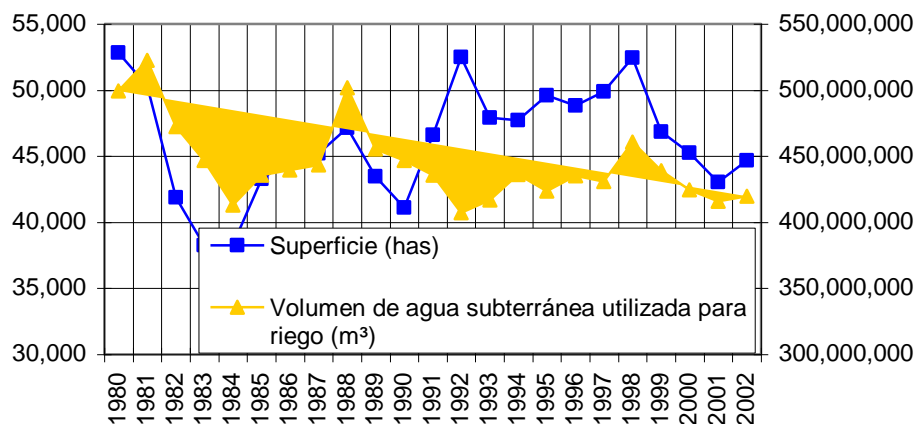


Figura 3.3. Demanda total de agua de 1980 al 2002 (m³)

En resumen los forrajes ocupan el 43% de la superficie con el 52% de la demanda, le siguen la producción de granos básicos con el 33% de superficie y el 28% de la demanda, industriales 11% de la superficie y 11% de la demanda, hortícolas 11% de la superficie y el 5% de la demanda (los de menor demanda) y frutales con el 2% de la superficie y el 3% de la demanda de agua.

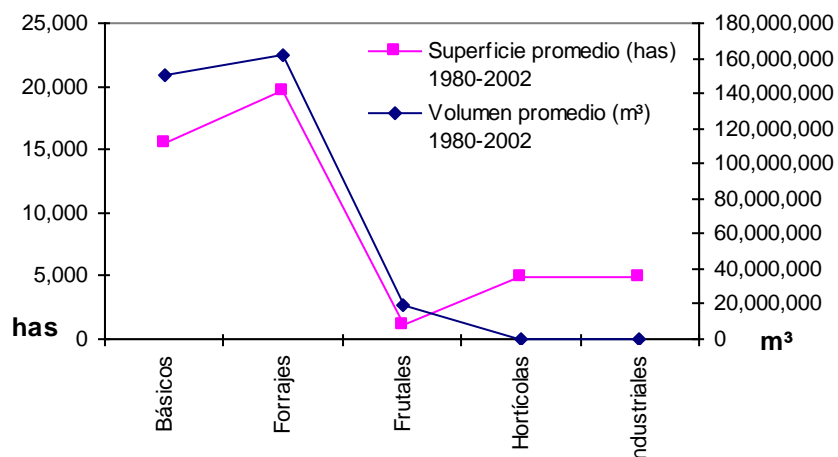


Figura 3.4. Superficie y volumen promedio de 1980 al 2002

La superficie sembrada en la zona del acuífero es del 80% aproximadamente 36,474 has, en relación a la del Estado. Como forraje principal esta la alfalfa y como grano básico el maíz.

Tabla 3.4. Superficie sembrada por tipo de cultivos en el Estado, de 1991 al 2001

TOTAL EN EL ESTADO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
FORRAJE	1,533	1,267	13,333	24,075	23,803	25,840	24,424	24,779	21,477	24,887	28,423
FRUTALES	140	0	751	662	810	592	662	584	622	544	545
GRANO	0	3,435	825	18,085	18,063	15,799	18,595	20,903	18,964	14,676	9,723
HORTALIZA	105	126	1,588	4,824	3,747	4,154	4,221	3,944	3,322	4,250	3,300
INDUSTRIAL	2,818	2,267	3,832	3,184	3,152	2,423	1,977	2,224	2,468	908	954
SUPERFICIE TOTAL	4,596	7,095	20,329	50,830	49,575	48,808	49,879	52,434	46,853	45,265	42,945

3. 2. 2. Superficie tecnificada

La superficie tecnificada es del 47%, si se considera como sumatoria la superficie indicada desde 1991 al 2001, por lo que existe un potencial a ser tecnificado de casi 20,000 has. La demanda de agua tiene un potencial para disminuir su volumen en un 40% aproximadamente.

Tabla 3.5. Superficie tecnificada por municipio y año en Aguascalientes

90-91	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
1,281	574	873	887	260	293	625	330	205	170	28	5,524
240	107	163	166	49	11	11	34	150	68	0	1,001
320	143	218	222	65	91	91	146	95	0	26	1,418
440	198	300	305	90	107	107	182	86	39	31	1,884
360	162	246	250	74	271	271	288	203	84	98	2,305
200	90	136	138	41	61	61	74	204	0	0	1,004
80	36	54	55	16	76	76	19	86	48	22	569
2,921	1,309	1,990	2,023	594	910	1,242	1,071	1,029	409	206	13,704

La superficie total tecnificada en el acuífero es de 17,130 has, de las cuales el 80% corresponden a Aguascalientes, como se muestra en la tabla anterior, 15% a Zacatecas y el 5% a Jalisco.

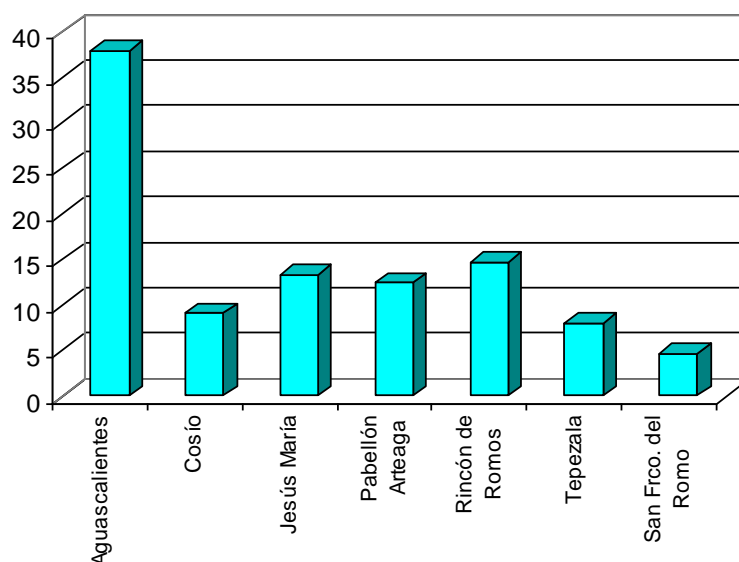


Figura 3.5. Porcentaje de superficie tecnificada de 1991 al 2001 en Aguascalientes

El promedio de superficie tecnificada es del 40% de la superficie aproximadamente, si se considera como sumatoria la superficie anual indicada desde 1991.

No se cuenta con una base de datos que precise que se siembra en la superficie tecnificada, sin embargo, es posible suponer una clasificación, en función del costo de tecnificación de cada sistema y de los beneficios de los cultivos.

3. 2. 3. Costo de la tecnificación

Tabla 3.6. Costos de los sistemas de riego

TIPO DE SISTEMA	COSTO (\$/ha)
Gravedad (multicompuertas)	9,277
Aspersión	11,866
Microaspersión	26,445
Goteo	29,411

Fuente: (1) Rex Irrigación, 2001. Los Mochis, Sinaloa. (3) Claude, 2000. Considerando 1 \$USD= \$ 9.02 (BANAMEX, 8/ Enero /2002).

BAUTISTA Reséndiz, Iván y GARCÍA Reynoso, Edgar. Alternativas de sistemas tecnificados de riego agrícola mediante el uso de aguas residuales tratadas del área metropolitana de la ciudad de México, en el Valle del Mezquital, Hidalgo. 2002. México: Universidad Autónoma de Chapingo.

Para microaspersión el costo es muy similar al de goteo con una diferencia de 25% menos y con resultados muy similares.

Tabla 3.7. Superficie tecnificada por sistemas de riego

MUNICIPIO	Aspersión	Gravedad	Goteo	Microaspersión	Total
Total	9,850.0	3,854.3	2,141.3	1,284.8	17,130.4

Por lo que la superficie tecnificada con goteo es en hortalizas, microaspersión en frutales, aspersión en forrajes y gravedad en granos.

El cambio en la demanda de agua esta directamente relacionada con los sistemas de riego. Un factor que ha influido decisivamente en que la mayor parte de la superficie se encuentre tecnificada por aspersión, es el tipo de cultivos, forrajes y por la pendiente irregular del terreno. Algo que esta asociado a la implementación de un sistema de riego superficial, es la nivelación o emparejamiento del terreno.

3. 2. 4. Distribución de superficie por sistemas de riego y láminas por cultivo

En los sistemas de riego superficial, los suelos que se quieren regar tienen características que son altamente variable en tiempo y espacio, lo que vuelve incierto la uniformidad del riego, y tienen en promedio eficiencias de riego menores a las obtenidas en los sistemas de riego presurizado. Su implementación está limitada a terrenos con pendientes suaves y suelos relativamente profundos, a fin de evitar trabajos de nivelación de alto costo, además de no permitir la aplicación de láminas pequeñas de riego necesarias para romper costras de suelo que impiden la emergencia de la plántula.

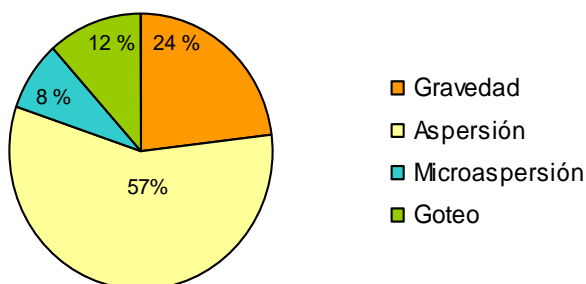


Figura 3.6. Distribución de los sistemas de riego

En el caso de la superficie que ya se encuentra tecnificada, existen otras opciones para reducir aun mas la demanda y en la que aun no lo esta, de acuerdo a los cultivos. Algunos de estos aspectos, se ejemplifican en la Tabla 3.4. y 3.8.

Tabla 3.8. Láminas empleadas por cultivo en diferentes sistemas de riego

Láminas brutas empleadas de acuerdo al método de riego (m)

Tipo de cultivo	Ciclo vegetativo (meses)	Gravedad		Aspersión				Goteo	
		Tierra	Tubería de compuertas	Portátil	Side-Roll	Pivote	Avance frontal	Micro aspersión	Cintilla
Alfalfa	12.0	2.44	1.76	1.64	1.64	1.45	1.45	1.37	1.37
Pradera perenne	12.0	2.11	1.52	1.42	1.42	1.25	1.25	1.18	1.18
Guayaba	12.0	2.05	1.48	1.38	1.38	1.22	1.22	1.15	1.15
Durazno	12.0	1.94	1.40	1.30	1.30	1.15	1.15	1.09	1.09
Vid	12.0	1.79	1.29	1.21	1.21	1.07	1.07	1.01	1.01
Maíz grano	5.0	1.08	0.78	0.73	0.73	0.64	0.64	0.61	0.61
Maíz forrajero	4.0	0.97	0.70	0.65	0.65	0.58	0.58	0.55	0.55
Pasto anual	5.3	0.93	0.67	0.63	0.63	0.55	0.55	0.52	0.52
Chile	4.5	0.91	0.66	0.62	0.62	0.54	0.54	0.51	0.51
Ajo	6.0	0.81	0.59	0.55	0.55	0.48	0.48	0.46	0.46
Frijol	3.3	0.59	0.43	0.40	0.40	0.35	0.35	0.33	0.33
Brócoli	3.3	0.52	0.37	0.35	0.35	0.31	0.31	0.29	0.29
Coliflor	3.3	0.46	0.33	0.31	0.31	0.28	0.28	0.26	0.26

Tabla 3.9. Volumen de agua subterránea con la que se riega

Clasificación de tipos de cultivos	N° de cultivos	Superficie promedio al año (ha de 1995 al 2002)	Volumen promedio de agua subterránea (m³ de 1995 al 2002)
Granos básicos	3	16,458	72,801,775
Forrajes	16	26,569	177,447,988
Frutales	15	532	4,532,338
Hortícolas	30	4,057	15,366,788
Industriales	5	1,871	15,204,925
Total de cultivos del patrón	69	49,487	285,353,813

Tabla 3.10. Clasificación de los cultivos por grupos

N°	Hortícolas	N°	Forrajes	N°	Frutales	N°	Industriales	N°	Granos básicos
1	ACELGA	1	ALFALFA	1	ACEITUNA	1	AGAVE AZUL	1	FRIJOL
2	AJO	2	AVENA FORRAJERA	2	AGUACATE	2	AGAVE MEZCALERO	2	MAIZ GRANO
3	APIO	3	CEBADA FORRAJERA	3	CHABACANO	3	CACAHUATE	3	TRIGO GRANO
4	BETABEL	4	CEBADA GRANO	4	CIRUELA	4	FLOR DE CEMPAXOCHITL		
5	BROCOLI	5	COL FORRAJERA	5	DURAZNO	5	VID		
6	CALABACITA	6	COQUIA	6	FRESA				
7	CALABAZA	7	EBO	7	GUAYABA				
8	CAMOTE	8	GARBANZO FORRAJERO	8	KIWI				
9	CEBOLLA	9	MAIZ FORRAJERO	9	MANZANA				
10	CHICHARO	10	NOPAL FORRAJERO	10	MEMBRILLO				
11	CHILE SECO	11	PASTO CICLO CORTO	11	NOGAL				
12	CHILE VERDE	12	PRADERA	12	NOPAL TUNA				
13	CILANTRO	13	SORGO FORRAJERO	13	PERSIMONIO				
14	COL	14	SORGO GRANO	14	PISTACHE				
15	COLIFLOR	15	TREBOL	15	SANDIA				
16	ESPINACA	16	TRITICALE						
17	FRIJOL EJOTE								
18	GARBANZO								
19	HABA GRANO								
20	JITOMATE								
21	LECHUGA								
22	MAIZ ELOTE								
23	MAIZ POZOLERO								
24	NOPAL VERDURA								
25	PAPA								
26	PEPINO								
27	RABANITO								
28	RABANO								
29	TOMATE CASCARA								
30	ZANAHORIA								

Dentro del acuífero se encuentra el Distrito de Riego 01 “Pabellón” que se riega con la presa P. E. Calles y 224 aprovechamientos subterráneos, concesionados a productores organizados (no al Distrito de Riego). El volumen suministrado mediante pozos representa dos terceras partes del volumen total de agua extraído para el Distrito. Además, existen sistemas de riego que aprovechan agua superficial con las presas A. Rodríguez y El Saucillo, y agua residual tratada, procedente de la planta de tratamiento de la ciudad de Aguascalientes, con la presa El Niágara. Entonces, una operación adicional necesaria se refiere a la diferenciación de superficies que se riegan con agua subterránea, superficial o residual. La tabla 3.11 contiene la información proporcionada por CNA referente a la superficie y volúmenes utilizados para riego agrícola con agua de las presas localizadas en el área de influencia del acuífero.

Tabla 3. 11. Volumen y superficies de riego con agua de presas

Almacenamiento	Volumen (hm ³)					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Presa Calles	48.45	64.02	62.46	26.04	21.80	-
El Niágara	21.02	21.02	21.02	21.02	21.02	21.02
Abelardo Rodríguez	-	8.80	8.50	2.50	0.50	-
Saucillo	4.15	4.16	4.06	1.69	1.41	-
Total	73.62	98.00	96.04	51.25	44.73	21.02
Almacenamiento	Superficie cultivada (hectáreas)					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Presa Calles	5,957	6,144	5,890	3,215	2,200	-
El Niágara	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130
Abelardo Rodríguez	-	1,700	1,642	485	97	-
Saucillo	510	510	499	200	170	-
Total	7,597	9,484	9,161	5,030	3,597	1,130

Fuente: CNA. 2000.

Una vez definida la superficie cosechada de los principales cultivos ha sido necesario definir la demanda unitaria de agua en cada caso, a partir de las láminas de riego empleadas. Este ejercicio se vuelve más complejo debido a que es necesario considerar el impacto que ha tenido la tecnificación del riego en el acuífero sobre las láminas empleadas. En la tabla 3.2 aparece un resumen de la información proporcionada por CNA, FIRCO y SAGARPA referente a las superficies equipadas con distintos tipos de instalaciones a partir de 1995. Los valores correspondientes a este primer año (1995) constituyen la superficie reportada con algún tipo de tecnificación instalada durante los años precedentes. Puede verse que hacia el año 2000 se tenía ya una superficie de 21,000 ha aprox., equivalente al 57% de la superficie cosechada en dicho año.²

² En el estudio que realiza la CNA (GRLSP) para determinar las demandas del acuífero por métodos indirectos (imágenes de satélite), se levantó un muestreo de 206 pozos agrícolas (15% del total de pozos y 20% de la superficie regada con agua subterránea), con los resultados que se resumen en la tabla siguiente:

Zona	Total No pozos	superficie (ha)	Sin tecnificar (rodado) No pozos	%	superficie (ha)	%
Ojocaliente	51	1,437.50	18	35.3%	498.00	34.6%

Sin embargo, en recorridos efectuados a la zona agrícola es posible verificar, con frecuencia, que los sistemas de riego instalados no se emplean en forma adecuada. Por ejemplo, se practican riegos con sistemas de aspersión a pleno sol y en presencia de vientos, o bien, se establecen cultivos sin trazos de riego y con técnicas menos apropiadas, con lo cual se reducen las ventajas de los sistemas instalados.

3. 2. 5. La eficiencia del riego

La eficiencia del riego, también esta asociada a los sistemas de riego, ya que al aprovechamiento en cada unos de ellos es diferente, como se muestra en el modelo.

El método, la frecuencia y la duración de los riegos tienen un efecto significativo en la productividad del agua en las parcelas. Así, por ejemplo, cuando la superficie se inunda, en algunos suelos se forma una costra que impide la emergencia en cultivos anuales. En otros casos el manejo inadecuado de la humedad del suelo pueden reducir los rendimientos, particularmente si el estrés hídrico ocurre durante los períodos críticos del cultivo, por lo general al inicio y durante su desarrollo.

La topografía es uno de los factores que más afecta el diseño y la operación del riego superficial, ya que este sistema es factible implementarlo dentro del rango de pendiente de 0 a 5%, además que sea uniforme.

La principal ventaja del riego superficial es que su costo de inversión inicial es bajo, las estructuras para el control y operación son sencillas, durables y se pueden construir con materiales disponibles en la zona. Otra ventaja de los sistemas de riego superficial es que son menos afectados por condiciones climáticas y la posibilidad de utilizar agua con alto contenido de materia orgánica y sólidos en suspensión.

Durante la operación de las zonas de riego, se tienen pérdidas de agua tanto den la red de distribución como en las parcelas; estas pérdidas se deben tomar en cuenta en el diseño y en la operación de las áreas de riego para entregar el agua oportunamente y en la cantidad requerida por los cultivos.

Aguascalientes	140	4,996.75	36	25.7%	1,278.50	25.6%
Encarnación	15	579.00	1	6.7%	15.00	2.6%
Sumas:	206	7,013.25	55	26.7%	1,791.50	25.5%

Si esta muestra es representativa de las parcelas regadas con pozos en el acuífero, resultaría que el nivel de tecnificación es superior, como resultado de instalaciones realizadas por los usuarios sin apoyo de programas oficiales.

La eficiencia de riego, es entonces un indicador de las pérdidas de agua que se tienen en la red de distribución de las parcelas. La eficiencia de aplicación (E_a), se define como la relación entre el volumen de agua requerido en la zona de raíces para satisfacer las necesidades de las plantas (V_d) y el volumen de agua proyectado a nivel parcelario (V_a).

Lo cierto es que la productividad media de la tierra bajo riego es 2.8 veces mayor que en temporal, y puede incrementarse hasta 3.6 veces al realizar una práctica adecuada del riego.

El deterioro de la infraestructura, entre otros aspectos, ha implicado que la eficiencia de conducción (n_c), promedio en los Distritos de Riego sea de 62% y la de aplicación del riego parcelario (n_a) del 60%, lo que implica una eficiencia total de riego ($n_{Tot}=n_c \times n_a$), que apenas supera el 37% en promedio, habiendo distritos que no alcanzan el 30%; esto significa a su vez, que casi dos terceras partes del agua almacenada en las presas o extraída del subsuelo mediante pozos, no está siendo aprovechada por los cultivos e indica la gran importancia y prioridad que deben tener las alternativas que se plantean para incrementar la eficiencia en la conducción a nivel parcelario.

En Aguascalientes, hay claramente definidos dos períodos, de 1980 a 1994, y de 1995 al 2002 que es cuando se inició con la tecnificación de los sistemas de riego en una tercera parte de la superficie.

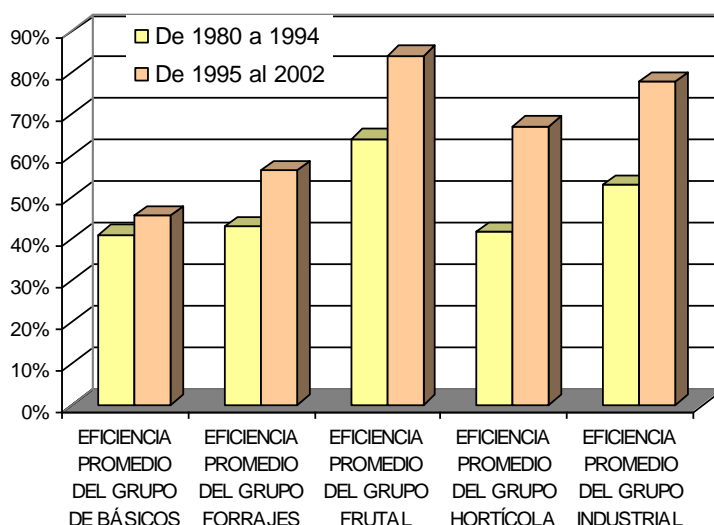


Figura 3.7. Eficiencia en la aplicación del agua para el riego

En la tabla 3.12 aparece un resumen de parámetros técnicos y económicos, y los ahorros nominales considerados por FIRCO en cada caso.

Tabla 3.12. Parámetros técnicos y económicos de las opciones de tecnificación.

Tipos de sistemas de riego	Volumen Extraído	% eficiencias hidráulicas			Ahorro de energía	Productividad		Costo total	Ahorro de agua
	(m³/ha/año)	Conducción	Aplicación	Total	(% kwh)	(kg/m³)	% Incr.	(\$/ha)	(%) con respecto al riego rodado
Canales en tierra *	14,819	83	65	54	-----	4.60	-----		
Hidrantes alfalferos	11,842	98	65	64	15.61	5.10	38.21	5,000.00	
Tubería con compuerta	11,086	98	69	68	17.64	8.07	68.48	6,700.00	27.82%
Aspersión semi-portátil	10,242	98	82	80	24.22	9.84	64.27	11,400.00	32.63%
Side-roll	10,242	98	82	80	24.22	9.84	64.27	15,600.00	32.63%
Pivote central	10,192	98	85	83	27.84	6.37	79.94	15,600.00	40.55%
Rehab./ Micro aspersión	11,372	98	86	84	15.48	1.40	40.00	24,500.00	43.86%
Goteo / cintilla	8,203	98	92	90	37.50	0.98	63.33	26,300.00	46.81%

Fuente: FIRCO-SAGARPA

Como criterio simplificador adicional y ante la falta de precisión de los datos, se supuso que la superficie regada con agua de las presas corresponde a cultivos básicos, excepto en el caso de la presa El Niágara, con agua residual tratada, que se contabilizó como parte de la superficie destinada a producir alfalfa.

En la tabla 3.13 puede verse el ejercicio completo y sus resultados globales. La demanda de agua subterránea alcanzó su máximo en el año 1998 y su mínimo en el 2000. Resulta, por coincidencia quizá, que la extracción subterránea en el año 98 se aproxima a la estimación realizada con base en el inventario que utiliza el COTAS para efectos de balance del acuífero.

Todo este ejercicio se ha realizado con un algoritmo en el cual resultaría muy simple reemplazar los valores utilizados referentes a superficies, eficiencias, láminas de riego, etc., para recalculer la demanda con otros datos que se consideren más confiables o apropiados para el análisis.

En todo caso existe una coincidencia básica en el orden de magnitud de los volúmenes resultantes con los previamente considerados por la CNA y el COTAS y con el hecho de que existe un impacto real de la tecnificación agrícola y el costo de bombeo en las extracciones.

Tabla 3.13. Estimación de extracciones históricas por grupos de cultivos, con efecto de la tecnificación.

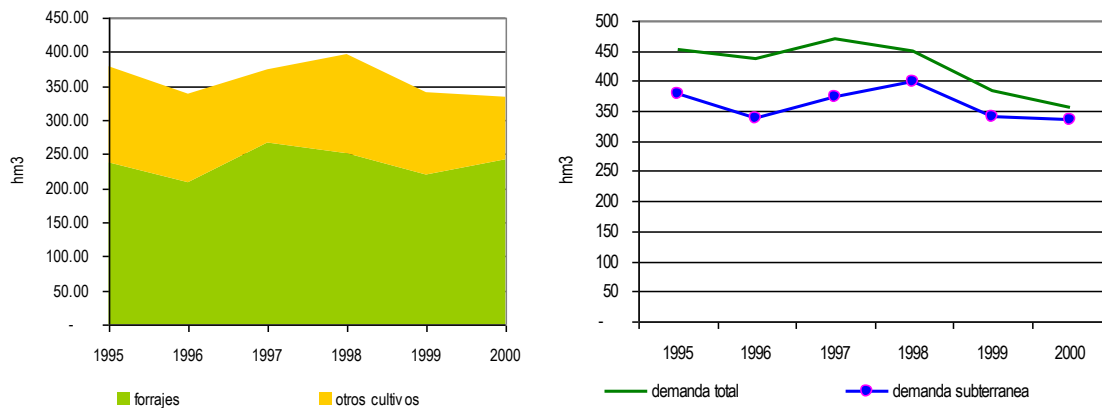
Cultivos		lámina sin tecnificar	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Alfalfa								
superficie total	ha		8,528	7,408	8,506	8,680	7,293	8,218
c/ agua residual	ha		1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130
c/ agua subterránea	ha		7,398	6,278	7,376	7,550	6,163	7,088
superficie tecnificada	%		75%	76%	78%	79%	81%	82%
lamina	m	2.44	1.80	1.79	1.78	1.76	1.75	1.74
Volumen de agua subterránea	hm ³		133.13	112.22	130.97	133.15	107.96	123.31
Otros forrajes								
superficie c/ agua subterránea	ha		13,537	12,654	17,586	15,522	15,023	15,952
superficie tecnificada	%		35%	42%	33%	40%	45%	45%
lamina	m	0.85	0.77	0.75	0.77	0.75	0.74	0.74
Volumen de agua subterránea	hm ³		103.67	95.03	135.81	117.13	111.75	118.51
Alimenticios y hortícolas								
superficie c/ agua subterránea	ha		3,519	4,134	3,797	3,305	3,471	3,029
superficie tecnificada	%		70%	63%	72%	87%	87%	90%
lamina	m	0.80	0.60	0.62	0.60	0.56	0.56	0.55
Volumen de agua subterránea	hm ³		21.25	25.78	22.69	18.36	19.29	16.60
Frutales								
superficie c/ agua subterránea	ha		3,674	2,561	2,453	2,452	2,637	883
superficie tecnificada	%		25%	36%	37%	37%	35%	100%
lamina	m	1.80	1.64	1.57	1.56	1.56	1.58	1.17
Volumen de agua subterránea	hm ³		60.35	40.31	38.37	38.35	41.68	10.33
Básicos e industriales								
superficie total	ha		13,702	16,291	13,555	14,997	10,219	8,713
c agua superficial	ha		6,467	8,354	8,031	3,900	2,467	-
c/ agua subterránea	ha		7,235	7,937	5,524	11,097	7,752	8,713
superficie tecnificada	%		5%	12%	13%	15%	38%	39%
lamina	m	0.85	0.84	0.82	0.82	0.81	0.76	0.76
Volumen de agua subterránea	hm ³		60.72	65.29	45.22	90.37	58.83	65.93
Total agrícola de riego								
superficie total	ha		42,960	43,048	45,897	44,956	38,643	36,795
superficial	ha		6,467	8,354	8,031	3,900	2,467	-
residual	ha		1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130
subterránea	ha		35,363	33,564	36,736	39,926	35,046	35,665
demanda total	hm³		452.73	436.63	469.10	448.61	384.24	355.70
lamina media	m		1.05	1.01	1.02	1.00	0.99	0.97
Agua superficial	hm ³		52.6	77.0	75.0	30.2	23.7	-
lamina media	m		0.81	0.92	0.93	0.78	0.96	-
Agua residual	hm ³		21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.02
lamina media	m		1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
Agua subterránea	hm³		379.12	338.63	373.06	397.36	339.51	334.68
lamina media	m		1.07	1.01	1.02	1.00	0.97	0.94

Si el acuífero no estuviera sujeto a un proceso de abatimiento de niveles (2.00 m en promedio), no existiera un contexto cada día más difícil de mercado y precios para los cultivos no forrajeros y no existiera un proceso intensivo de tecnificación, convendría establecer la demanda como un promedio de las cifras obtenidas para el periodo.

Sin embargo ante la situación que presentan estas variables se considera más adecuado aceptar que existe una tendencia decreciente en los volúmenes utilizados para el uso agrícola que va a agudizarse en el futuro, de tal manera que

La cifra correspondiente al año 2000 puede servir como base para los pronósticos tanto en lo que se refiere al volumen de extracción total como a las láminas brutas utilizadas por los distintos grupos de cultivos.

En las gráficas de la Figura 3.8 puede apreciarse la evolución del volumen de extracción para los forrajes y otros cultivos, así como la evolución de la demanda total de agua para uso agrícola y su componente de agua subterránea.



Evolución del volumen de extracción para los forrajes y otros cultivos en la zona de influencia del acuífero *Evolución de la demanda de Agua para uso agrícola en la zona de influencia del acuífero*

Figuras 3.8. Evolución de volúmenes y evolución de demandas.

La información básica referente a la producción agrícola, empleada para realizar los ejercicios descritos se encuentra en el archivo **agrícola.xls**, que contiene la base de datos proporcionada por CODAGEA y complementada por esta empresa con información de INEGI para las áreas de riego en los estados de Zacatecas y Jalisco. El análisis de la tecnificación y su impacto sobre las láminas y demandas de riego puede verse en el archivo **tecnificación.xls**.

En ambos archivos se han empleado tablas dinámicas que permiten facilitar el análisis de cada variable. Por ejemplo el archivo agrícola.xls contiene las estadísticas de superficies sembradas y cosechadas en riego y temporal, así como las estadísticas de todos los municipios del estado de Aguascalientes no contenidos en el acuífero y pueden consultarse con operaciones sencillas de la tabla dinámica correspondiente. Lo mismo ocurre con el archivo tecnificación.xls que reporta superficies tecnificadas del estado de Aguascalientes dentro y fuera del acuífero.

3. 2. 6. Costos de bombeo y rentabilidad agrícola

El incremento de costos de bombeo, aún con el subsidio a la tarifa de energía eléctrica, va haciendo incosteables a la mayoría de los cultivos básicos así como algunos forrajeros, lo que obliga a reducir la superficie en producción en las zonas con mayor carga de bombeo. En pocos años, muy probablemente, será necesario

importar a la región prácticamente todos los granos básicos (maíz, frijol, sorgo, etc.).

El aumento de la carga hidráulica tendrá un efecto directo en el costo de bombeo de agua, aún cuando la tarifa eléctrica continúe subsidiada (Figura 3.9). Por ejemplo si la carga hidráulica fuese de 240 m y la tarifa fuera de \$ 0.60 por KWH, el costo de bombeo sería de \$2.00/m³.

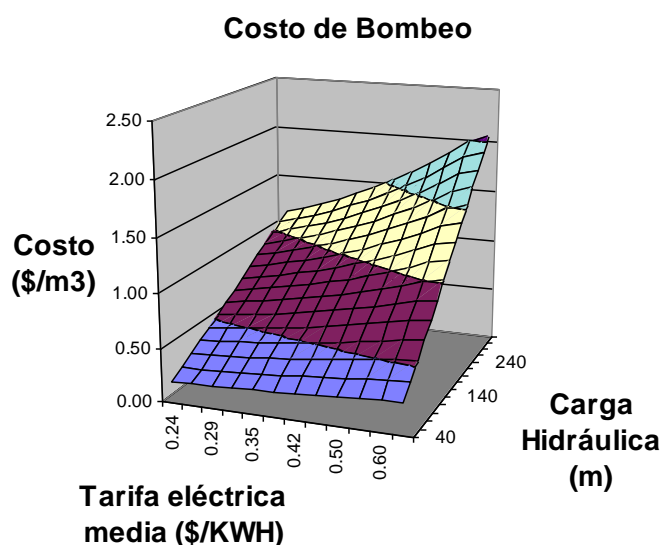


Figura 3.9. Costo de bombeo de acuerdo al incremento en la carga hidráulica y tomando diferentes valores en la tarifa eléctrica

En la gráfica de la Figura 3.10 se puede verificar que la superficie agrícola que sustenta a los principales cultivos sufrirá una reducción de casi 10,000 ha, cuando la profundidad del nivel estático aumente de 100 a 140 m; esto sucederá aún en condiciones de subsidio de la energía eléctrica. Los cultivos de riego afectados, son: maíz grano, coliflor, frijol, sorgo grano, pastos y avena forrajera³. Si el nivel estático llegase a los 230 m de profundidad, cultivos como el sorgo forrajero y el maíz forrajero también dejarían de producirse.

De continuar el abatimiento del nivel estático saldrían también del mercado: el ajo a los 260 m, la vid a 290 m, la alfalfa a 340 m, el brócoli a 370 m y la papa a 380 m; en este último caso, sólo se sustentarían algunas hortalizas y frutales y la superficie agrícola descendería a menos de 3,000 ha. En caso de no existir subsidio a la tarifa eléctrica, la superficie agrícola irrigada con bombeo en el año 2000 habría sido sólo la mitad de la que se registró en ese año.

³ Se suponen las condiciones promedio observadas entre 1996 y 2000 de rendimiento, costo y precio de los cultivos.

Esta expectativa de reducción de superficies se puede verificar con lo que está ocurriendo actualmente en las zonas del acuífero en donde se localizan los conos de abatimiento y la profundidad de bombeo supera los 150 metros. La reducción de superficies de básicos que se observa en las estadísticas, obedece en gran medida a esta situación.

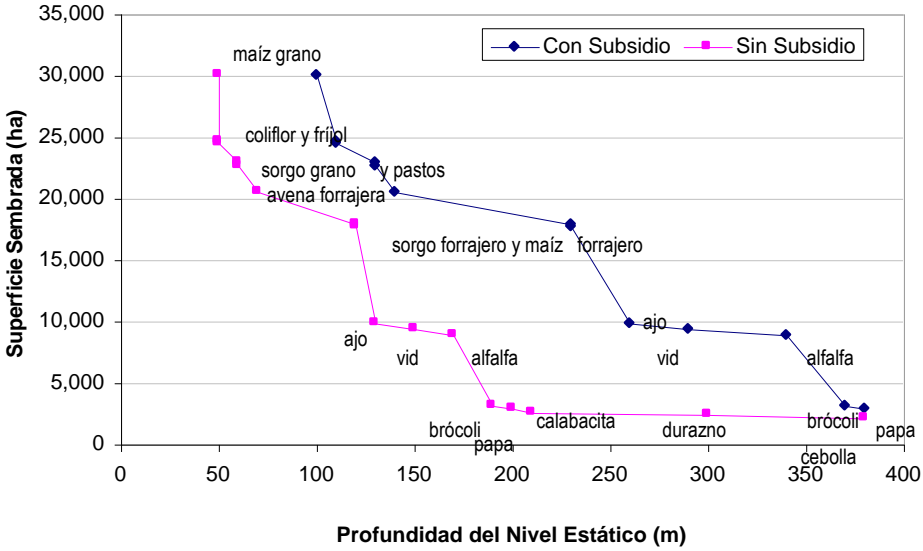
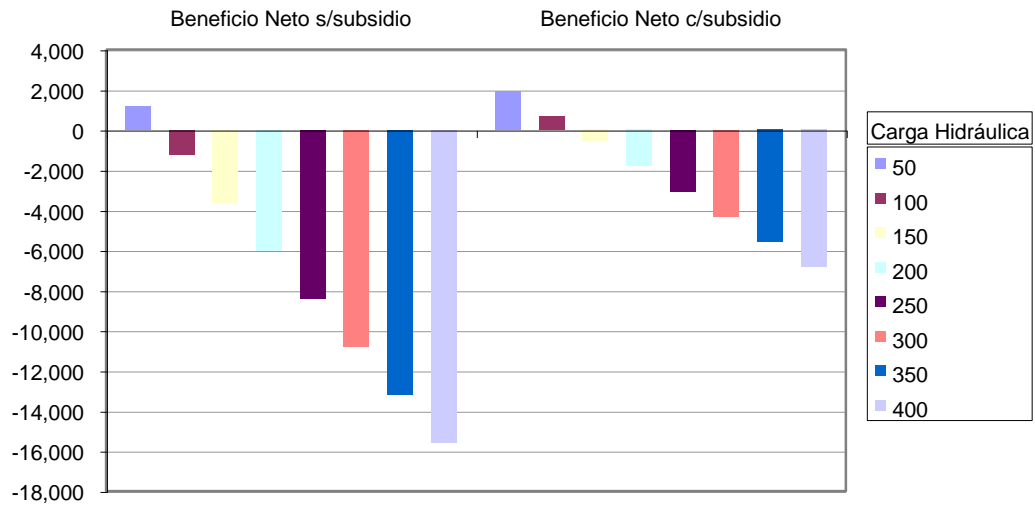


Figura 3.10. Superficie que puede regarse rentablemente a diferentes profundidades del nivel estático

En las siguientes series de gráficas (Figuras 3.10), se presenta el beneficio neto con subsidio y sin subsidio que se tendría al sembrar diferentes cultivos y conforme se vaya incrementando la carga hidráulica.⁴

⁴ Las gráficas para el resto de los cultivos se pueden examinar en el archivo de Microsoft Excel [Beneficio neto analisis.xls](#), que se entrega como anexo a este informe.

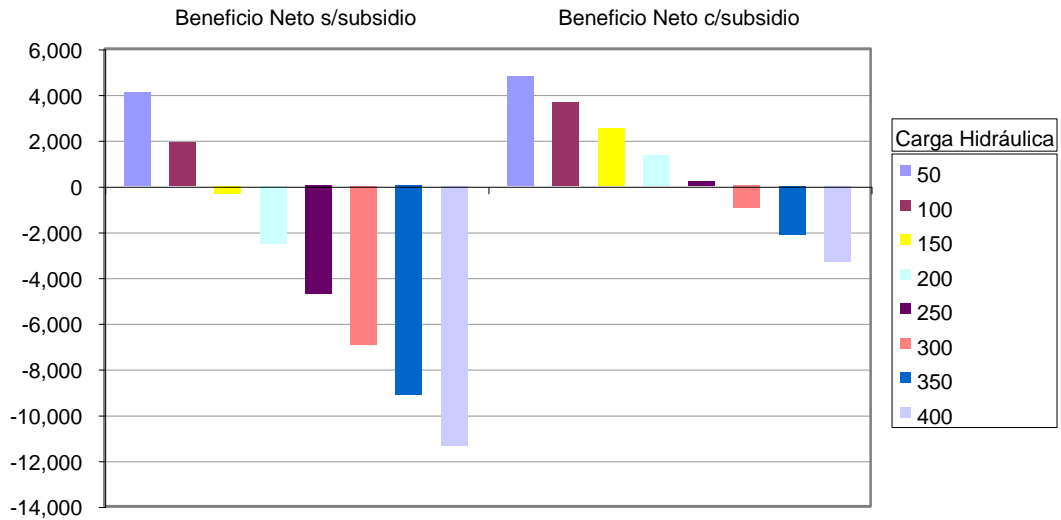
Cultivo Maiz Grano



Datos

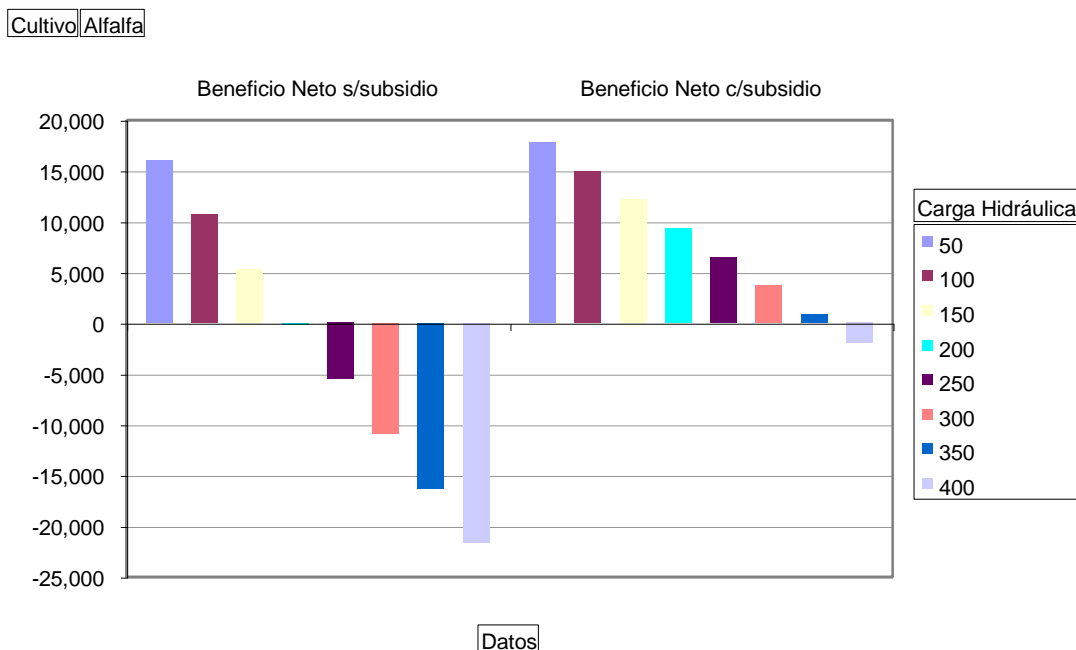
Beneficio neto (\$/ha) del cultivo de maíz grano conforme se incremente la carga hidráulica (análisis con y sin subsidio de la energía eléctrica)

Cultivo Sorgo Forrajero



Datos

Beneficio neto (\$/ha) del cultivo del sorgo forrajero conforme se incremente la carga hidráulica (análisis con y sin subsidio de la energía eléctrica)



Beneficio neto (4/ha) del cultivo de alfalfa conforme se incremente la carga hidráulica (análisis con y sin subsidio de la energía eléctrica)

Figuras 3.11. Beneficio neto con subsidio y sin subsidio

Los datos utilizados para construir las gráficas anteriores se obtuvieron a partir del análisis ⁵ de los datos agrícolas estadísticos, proporcionados por CODAGEA e INEGI, (superficie sembrada, valor de la producción, volumen de producción y precio medio rural) y de los costos de producción para cada cultivo; con esos datos se calculó el beneficio neto por hectárea. Se presenta un resumen del beneficio neto en el año 2000, en cuyo cálculo se tomaron costos y láminas de riego medias para cada cultivo determinados para una profundidad media de bombeo de 90 m, con un costo medio de \$ 0.36 por m³ y un factor de depreciación de pozos de \$490/ciclo/ha que incluye operación y mantenimiento.

En la Figura 3.12 se graficó el beneficio neto para los principales cultivos que se siembran en la zona de estudio distinguiéndose el tomate, el chile seco, la cebolla, la col y la alfalfa como los cultivos que más beneficios netos generan por hectárea, mientras que los que propician menos beneficios son el maíz grano, el frijol, la coliflor, el sorgo grano y la avena forrajera.

⁵ Los datos pueden consultarse en el archivo anexo de Microsoft Excel "[impacto e.e. Ags2.xls](#)" en las hojas "cultivos" y "análisis".

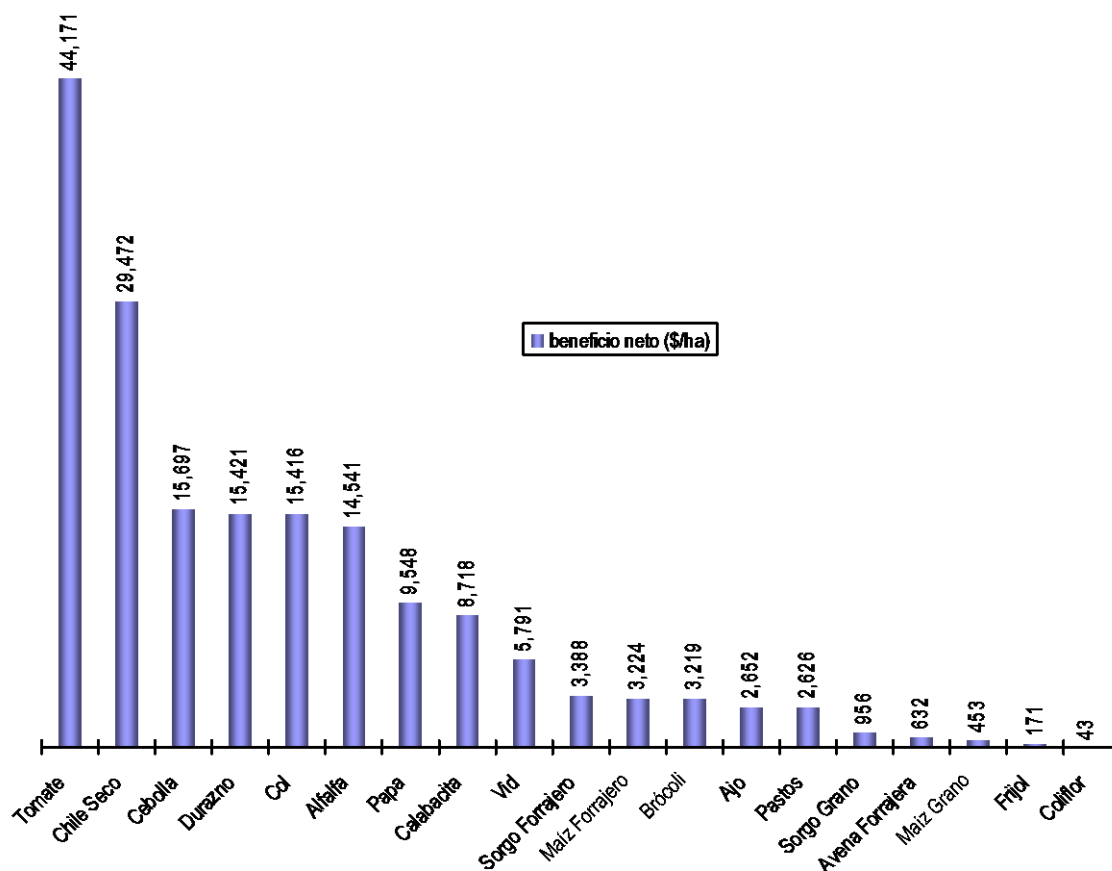


Figura 3.12. Beneficio neto para los principales cultivos que se siembran en la zona de estudio

Tabla 3.14. Beneficios y costos de los principales cultivos regados con agua subterránea en el acuífero Interestatal Valle de Aguascalientes.

Cultivo	Sup. (ha)	%	Lámina Bruta (m)	Vol. Extrac. hm³	%	Ton/ha	Ingresos			Costos			Benef. Neto \$/ha	Produc. Neta \$/m²	Valor Prod. miles \$	%
							Vol. Prod. Ton	PMR (\$/ton)	Valor \$/ha	Costo del Agua		fijo \$/ha				
										O y M	Energía					
Ajo	495	1.4%	0.48	2.38	0.7%	8.02	3971	3,014	24,182	490	1,752	19,289	2,652	0.55	11,970	1.8%
Alfalfa	8,218	23.7%	1.71	140.53	42.5%	90.11	740,484	371	33,408	979	6,240	11,647	14,541	0.85	274,544	42.1%
Avena Forrajera	2,993	8.6%	0.48	14.5	4.4%	22.44	67,149	316	7,090	490	1,768	4,200	632	0.13	21,219	3.3%
Brócoli	401	1.2%	0.37	1.5	0.5%	10.28	4122.6	2,637	27,110	490	1,365	22,036	3,219	0.86	10,871	1.7%
Calabacita	23	0.1%	0.83	0.19	0.1%	17.52	403	1,606	28,143	490	3,029	15,907	8,718	1.05	647	0.1%
Cebolla	51	0.1%	0.58	0.3	0.1%	19.37	988	1,940	37,592	490	2,116	19,289	15,697	2.71	1,917	0.3%
Chile Seco	627	1.8%	0.66	4.14	1.3%	1.81	1,137	31,689	57,464	490	2,408	25,094	29,472	4.47	36,030	5.5%
Col	10	0.0%	0.7	0.07	0.0%	37.3	373	1,131	42,200	490	2,554	23,740	15,416	2.2	422	0.1%
Coliflor	159	0.5%	0.38	0.6	0.2%	11.95	1900	1,800	21,509	490	1,377	19,600	43	0.01	3,420	0.5%
Durazno	317	0.9%	0.95	3	0.9%	8.78	2781.7	5,402	47,405	979	3,453	27,552	15,421	1.63	15,028	2.3%
Frijol	1,780	5.1%	0.42	7.51	2.3%	1.82	3,247	5,154	9,400	490	1,539	7,200	171	0.04	16,732	2.6%
Maíz Forrajero	6,591	19.0%	0.68	44.82	13.5%	47.88	315,572	275	13,165	490	2,481	6,970	3,224	0.47	86,771	13.3%
Maíz Grano	9,790	28.2%	0.76	74.4	22.5%	4.81	47,090	1,780	8,562	490	2,773	4,846	453	0.06	83,820	12.8%
Papa	200	0.6%	0.92	1.83	0.6%	21.82	4364	2,844	62,057	490	3,342	48,676	9,548	1.04	12,411	1.9%
Pastos	1,528	4.4%	1.5	22.92	6.9%	59.2	90,455	373	22,104	490	5,474	13,515	2,626	0.18	33,775	5.2%
Sorgo Forrajero	477	1.4%	0.7	3.34	1.0%	42.58	20310	249	10,619	490	2,554	4,187	3,388	0.48	5,065	0.8%
Sorgo Grano	41	0.1%	0.7	0.29	0.1%	5.95	244	1,509	8,983	490	2,554	4,983	956	0.14	368	0.1%
Tomate	83	0.2%	0.84	0.7	0.2%	27.81	2308.1	3,024	84,096	490	3,065	36,370	44,171	5.26	6,980	1.1%
Vid	883	2.5%	0.91	8.04	2.4%	11	9,713	3,156	34,716	979	3,321	24,625	5,791	0.64	30,654	4.7%
Sumas	34,667	100.0%	0.95	331.04	100.0%		1,316,612		18,826						652,645	100.0%
Alfalfa	8,218	23.7%	1.71	141	42.5%	90.11	740,484	371	33,408						274,544	42.1%
forrajes	11,589	33.4%	0.74	86	25.9%		493,486		52,978						146,831	22.5%
granos y básicos	11,611	33.5%	0.71	82	24.8%		50,580		26,945						100,920	15.5%
frutales	223	0.6%	0.91	2	0.6%		4,767		90,200						13,059	2.0%
hortalizas	2,049	5.9%	0.57	12	3.5%		19,567		384,354						84,669	13.0%

Fuente: Elaboración propia. Datos de superficie, rendimientos, precios proporcionados por: INEGI-CODAGEA. Costos evaluados por el consultor

El impacto del costo de bombeo sobre la producción agrícola puede mostrar una importante área de oportunidad para reducir las extracciones en el acuífero. Las principales conclusiones pueden ser las siguientes:

- Existe un grupo de cultivos que sólo podrá subsistir si se incrementa el subsidio, entre ellos se encuentran los cultivos básicos. De hecho, si no ocurre la sustitución de cultivos y no se mantienen las políticas de subsidio es de esperarse la desaparición de estos cultivos en los próximos años y la reducción de la superficie agrícola de riego en 10,000 ha (del orden de 30% de la superficie agrícola irrigada actualmente). Esto va a ocurrir, como ya se observa en los últimos años, principalmente en las áreas de riego que se abastecen de zonas con mayor abatimiento (los municipios de Aguascalientes y Pabellón).
- Más de la mitad de la superficie agrícola irrigada se aprovecha con cultivos que pueden continuar en producción a mayores niveles de sobre explotación y abatimiento del acuífero durante todo el escenario de proyección (hasta el 2025, cuando se pronostica alcanzar una profundidad media de bombeo de 150 m). Sin embargo, en las áreas agrícolas de los municipios de Aguascalientes y Pabellón, que actualmente tienen mayores profundidades de bombeo, se tendrán costos de extracción muy altos y, por tanto, muy bajos niveles de rentabilidad, lo que probablemente generará el abandono o cambio de uso de la tierra en el transcurso de los próximos veinticinco años.
- Si llegara a eliminarse el subsidio a la energía eléctrica o se modificara el criterio para su asignación, de tal manera que se sostuviera solamente en las zonas menos sobre-explotadas o bien, que se otorgara sólo para los volúmenes concesionados, sería posible inducir una transformación del sector agrícola hacia cultivos de más alta productividad, ocasionándose una reducción significativa de la superficie de riego y de los volúmenes extraídos para este uso
- Se considera indispensable orientar los apoyos al sector agrícola y cualquier subsidio a la tecnificación apropiada de las áreas de riego, según el cultivo específico o grupos de cultivos que se establezcan, para lo cual las prácticas de conservación de la humedad y la plasticultura (acolchados, plásticos e invernados) deben ser impulsados intensamente.

3. 2. 7. Proyección de la demanda agrícola

Se establecieron los criterios para formular un escenario inercial, el cual presenta una tendencia continua en los patrones de consumo: eficiencia en el uso del agua y tipo de cultivos.

Dado que en los estudios previos se confirmó que la tarifa de la energía representa un factor de gran importancia para la subsistencia de los cultivos, un criterio adicional consistió en un análisis estadístico del efecto de la profundización del nivel estático y

de la tendencia de la tarifa de energía, sobre la factibilidad de uso del agua para la agricultura.

En cuanto a tipos de cultivo, éstos fueron clasificados en cinco tipos: forrajes, básicos, industriales, frutales y hortícolas.

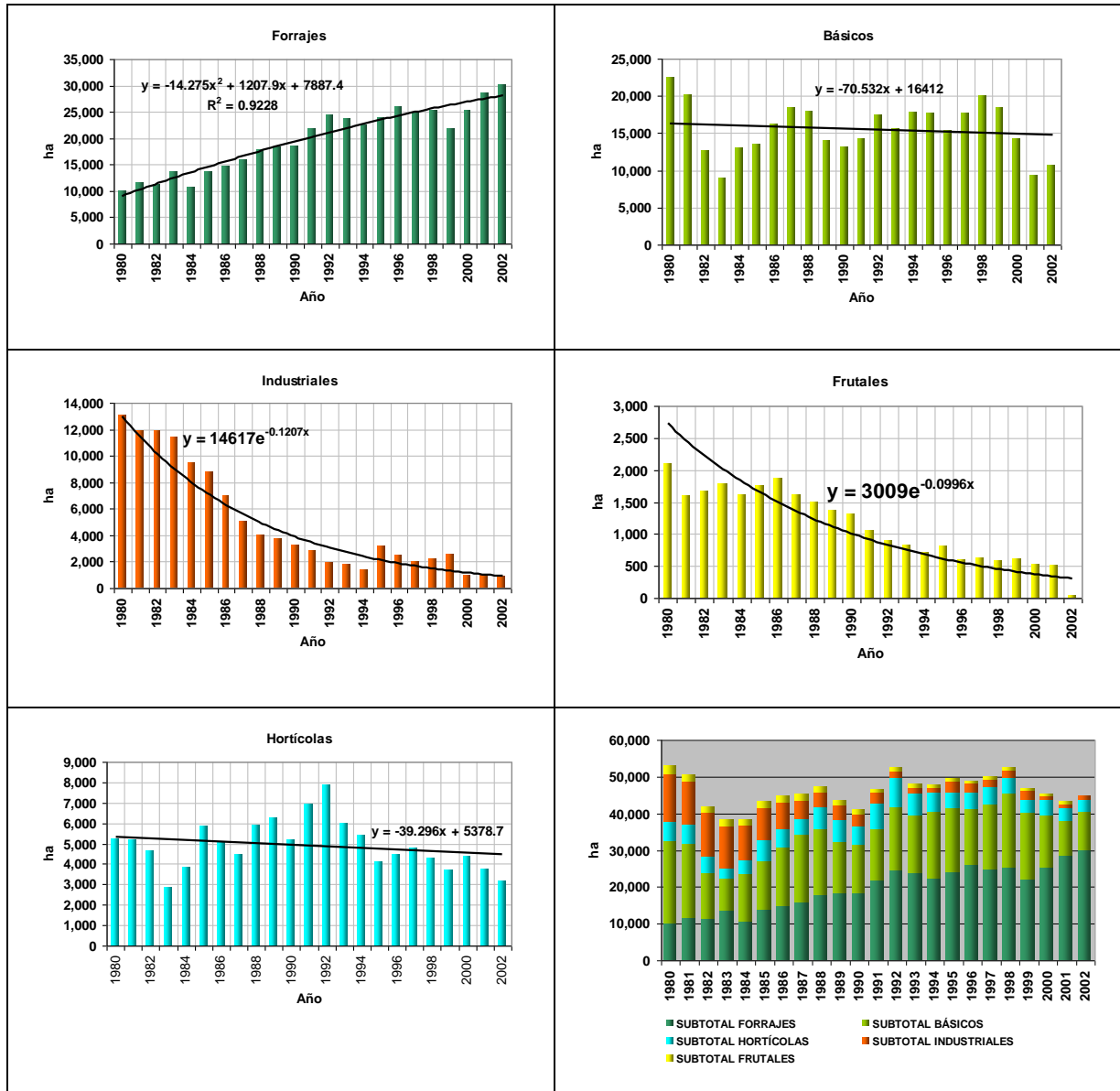


Figura 3.13. Evolución de superficies agrícolas y análisis de tendencias históricas

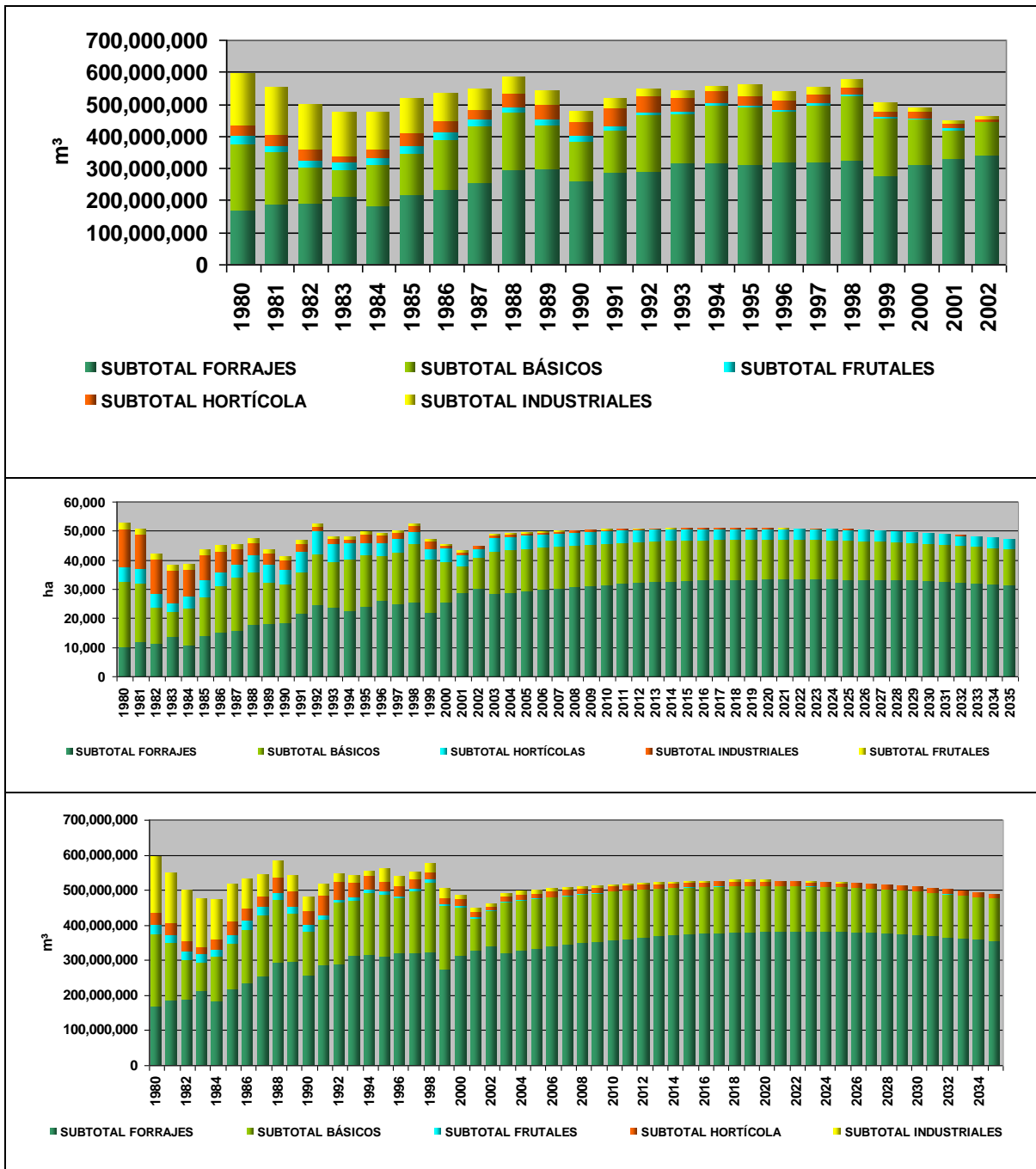


Figura 3.14. Volumen y superficie por tipo de cultivo

De este modo se enfatiza el hecho de las dos alternativas para reducir las extracciones: la reducción programada de las extracciones en orden de un plan o la reducción de las extracciones como consecuencia de las restricciones naturales y económicas del entorno.

Tal como se explica previamente, el escenario inercial es la referencia básica para evaluar las ventajas o desventajas de alternativas de aprovechamiento propuestas.

En el capítulo de propuestas de alternativas se expresa el efecto de las acciones sobre los patrones de consumo agrícolas y su efecto sobre las proyecciones de demanda resultantes.

3.3. Uso pecuario

La población pecuaria dentro de los límites geográficos del acuífero es importante, sobre todo con el ganado bovino lechero, que representó en el año 2000 el 4.21% de la población total bobina lechera del país. En la tabla 3.7 se presenta un resumen de la población pecuaria y avícola reportada por CODAGEA-INEGI dentro de los límites geográficos del acuífero, desglosada por municipio. En la Figura 3.15 se representa gráficamente el porcentaje que representa cada especie pecuaria en el acuífero.

Tabla 3.15. Población Pecuaria existente en el año 2000, en el Acuífero Interestatal Ojocaliente – Aguascalientes – Encarnación

Municipio	Bovino ^{a/}	Caprino	Equino ^{b/}	Ovino	Porcino	Aves ^{c/}
Aguascalientes	19,896	2,144	12,963	3,574	7,760	11,593,907
Cosío	8,638	2,517	1,125	5,200	2,294	210,098
Jesús María	12,732	915	3,482	1,950	5,553	461,165
Pabellón De Arteaga	6,406	630	2,875	1,300	3,716	9,117,046
Rincón De Romos	9,885	1,540	2,781	1,951	3,648	9,508,350
San Francisco De Los Romo	4,404	779	1,550	1,950	2,795	3,851,797
San José De Gracia	7,873	1,219	2,479	650	3,673	0
Tepezala	9,064	6,318	2,768	3,575	4,386	1,550,230
En Aguascalientes	78,898	16,061	30,023	20,150	33,826	36,292,593
Cuauhtémoc	6,267	2,293	1,577	1,608	394	13,014
Genaro Codina	3,927	809	1,560	2,347	477	10,594
Luis Moya	9,040	2,336	1,212	3,007	667	9,110
Ojocaliente	17,270	7,774	3,237	7,980	1,480	27,710
En Zacatecas	36,504	13,212	7,586	14,942	3,018	60,428
Total dentro del Acuífero	115,402	29,273	37,609	35,092	36,844	36,353,021

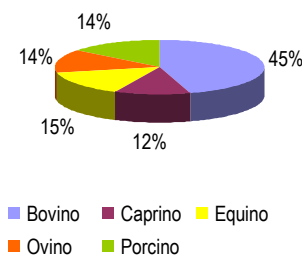


Figura 3.15. Población Pecuaria que existe dentro del acuífero (%)

Fuente: INEGI, Anuarios estadísticos de los estados de Zacatecas y Aguascalientes, 2001.

CODAGEA, datos históricos, 1990-2000.

a/ Comprende bovino para leche y carne, b/ Comprende caballar, mular y asnal, c/ Comprende aves para carne y huevo

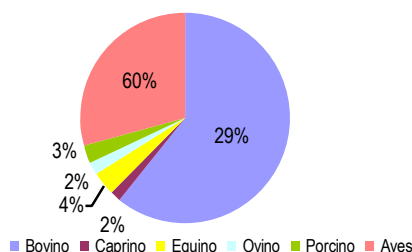
En relación con el valor de la producción pecuaria y avícola destaca en primer lugar la bovina la cual representó el 60.89% del valor total en el año 2000 dentro de la zona de estudio, seguida por la producción avícola cuyo valor representó el 29.29% del total.

El municipio de Aguascalientes contribuye con el 25% del valor de la población pecuaria y avícola que existe dentro de los límites geográficos del acuífero Interestatal, seguido por los municipios Rincón de Romos y Pabellón de Arteaga que

en conjunto y junto con el primero poseen el 52% del valor de la población pecuaria del acuífero (Figura 3.15).

Tabla 3.16. Valor de la producción pecuaria y avícola en el año 2000, en la zona de estudio (miles de pesos)

Estado	Municipio	Bovino ^{a/}	Caprino	Equino ^{b/}	Ovino	Porcino	Aves ^{c/}	Total general
Aguascalientes	Aguascalientes	206,817	1,938	18,313	3,231	8,370	150,794	389,463
	Cosío	89,802	2,275	1,589	4,701	2,474	2,733	103,574
	Jesús María	132,375	827	4,919	1,763	5,990	5,998	151,871
	Pabellón De Arteaga	66,608	570	4,062	1,175	4,008	118,579	195,001
	Rincón De Romos	102,776	1,393	3,929	1,764	3,935	123,668	237,465
	San Fco. de Los Romo	45,790	704	2,189	1,763	3,015	50,098	103,559
	San José De Gracia	81,813	1,102	3,502	588	3,961	0	90,966
	Tepezala	94,236	5,712	3,910	3,232	4,731	20,163	131,983
Total Aguascalientes		820,216	14,519	42,414	18,216	36,485	472,032	1,403,882
Zacatecas	Cuauhtémoc	28,202	1,834	3,943	1,415	591	325	36,310
	Genaro Codina	17,672	647	3,900	2,065	716	265	25,265
	Luis Moya	40,680	1,869	3,030	2,646	1,001	228	49,454
	Ojocaliente	77,715	6,219	8,093	7,022	2,220	693	101,962
Total Zacatecas		164,269	10,569	18,966	13,148	4,528	1,511	212,991
Total general		984,485	25,088	61,380	31,364	41,013	473,543	1,616,873



Porcentaje del valor de la producción pecuaria y avícola que existe en la zona de estudio

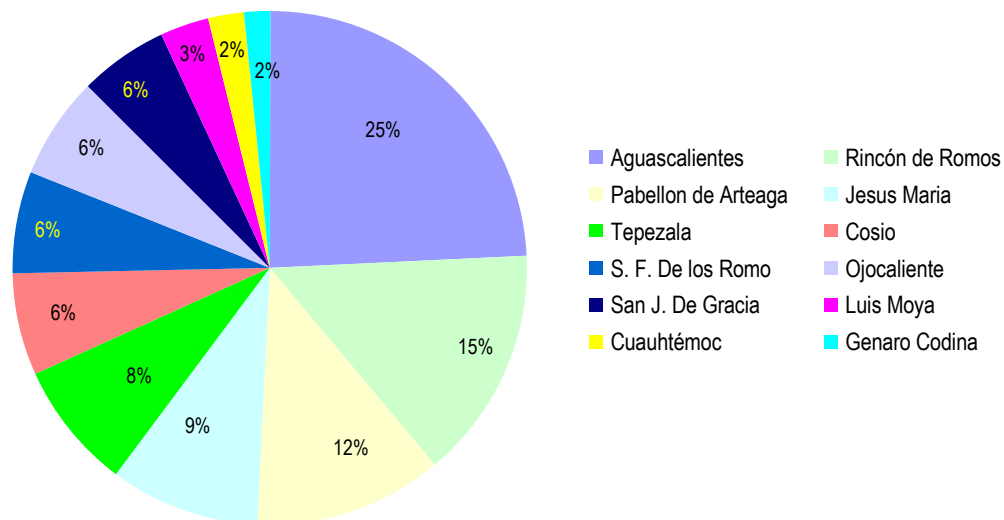


Figura 3.16. Participación municipal en el valor de la producción pecuaria y avícola que existe dentro de la zona de estudio

Fuente: INEGI, Anuarios estadísticos de los estados de Zacatecas y Aguascalientes, varios años. CODAGEA, datos históricos, 1990-2000.

a/ Comprende bovino para leche y carne, b/ Comprende caballar, mular y asnal, c/ Comprende aves para carne y huevo

El consumo de agua por animal por día es variado y depende en gran medida del tipo de especie animal y del clima en donde habita, a continuación se presenta el consumo promedio por cabeza, por día y el consumo total por año que existe en la zona de estudio para el año de 2000 (Tabla 3.17).

Tabla 3.17. Cálculo de la demanda de agua para consumo de la población pecuaria y avícola que existe en la zona de estudio

	Bovino ^{a/}	Porcino	Ovino	Caprino	Equino ^b	Aves ^{c/}	Total
Población ganadera en la zona de estudio	115,402	29,273	37,609	35,092	36,844	36,353,021	
Consumo directo por animal por día (l/animal/día) ⁶	60	15	6	6	40	0.125	
Consumo total anual (m ³)	2,527,304	160,270	82,364	76,851	537,922	1,658,607	5,043,318 ⁷

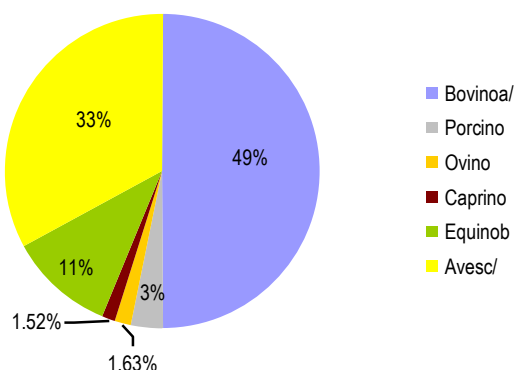


Figura 3.17. Porcentaje de la demanda de agua utilizada para el consumo de la población pecuaria y avícola que existe en el acuífero Interestatal

a/ Comprende bovino para leche y carne

b/ Comprende caballar, mular y asnal

c/ Comprende aves para carne y huevo e incluye guajolotes

En la Figura 3.17 se observa que la población bovina consume el 49% del agua que es extraída para la población pecuaria y avícola que existe en la zona de estudio en un año, seguida por la población de aves que consumen el 33%, mientras que el resto de las especies pecuarias consumen el 18% restante del agua que se extrae para el uso pecuario. La demanda total real para el uso pecuario excede en 64% al volumen concesionado que se tiene en el REPDA.

⁶ Consumo de Agua por el Ganado. Ing. Agr. Norberto A. Colacelli M.Sc. Profesor Adjunto. Cátedra de Uso del Suelo. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán.

⁷ En los datos reportados únicamente se incluye el agua que es consumida en forma directa por la población pecuaria y avícola sin contar el volumen de agua que es utilizada en otras actividades, como el lavado y aseo de establos y animales, el lavado del equipo para la ordeña, etc. Lo cual incrementaría en 3.35 veces el consumo directo obtenido, es decir se incrementaría hasta alcanzar un total de 16.9 hm³/año. Sin embargo, gran parte de este consumo se encuentra ya reportado en el uso múltiple, por lo cual no se incluyó dentro de la tabla.

3. 3. 1. La actividad lechera como factor de sobre-explotación del acuífero

La actividad lechera dentro del ámbito territorial del acuífero Interestatal es sumamente importante. El Estado de Aguascalientes ocupa el 8° lugar en producción de leche a nivel nacional (año 2000), únicamente atrás de los estados de México, Guanajuato, Veracruz, Chihuahua, Coahuila, Durango y Jalisco (Tabla 3.18).

Tabla 3.18. Principales Estados con producción de leche en el país en el 2001

Estado	Producción de leche (millones de litros)	Porcentaje del Nacional
Aguascalientes	390.5	4.19%
México	469	5.04%
Guanajuato	629.3	6.76%
Veracruz	654.8	7.03%
Chihuahua	735.3	7.90%
Coahuila	863.8	9.28%
Durango	901.1	9.68%
Jalisco	1,678.20	18.02%
Producción Nacional	9,311.40	100.00%

Fuente: SAGARPA, Página WEB www.sagarpa.gob.mx, 2001

Al hacer una revisión de la evolución del hato bovino se observa que de 1993 al 2000 éste se ha reducido en un 20%; sin embargo, la producción de leche se ha incrementado en un 49% en el mismo lapso de tiempo⁸ (Figura 3.18), lo cual indica que el hato ha incrementado su productividad.

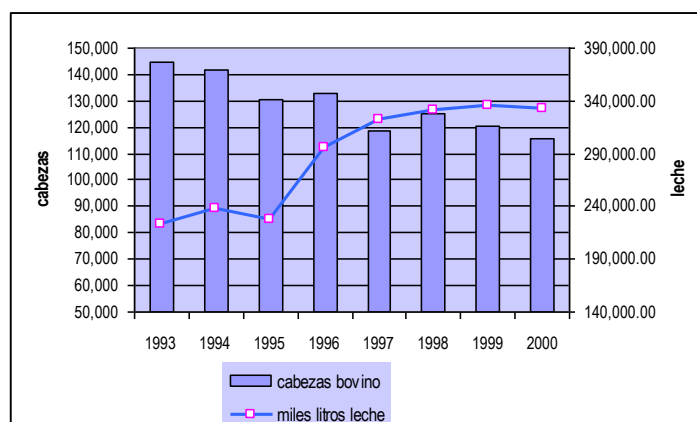


Figura 3.18. Desarrollo histórico de la actividad lechera en la zona de estudio

Si se observa la estructura de producción agrícola en la zona de estudio es posible apreciar que las superficies y volúmenes de agua subterránea ocupados para la producción de alfalfa y otros cultivos forrajeros constituyen el 37% y 35% respectivamente.

⁸ Fuente: INEGI, Anuarios estadísticos de los estados de Zacatecas y Aguascalientes, años 1991 al 2001. CODAGEA, datos históricos, 1990-2000.

Tabla 3.19. Datos básicos de los cultivos de riego con agua subterránea en la zona del acuífero

Cultivo	Superficie cosechada (ha)	%	Lámina Bruta (m)	Volumen de agua subterránea utilizado para el riego (hm ³)	%
Alfalfa	7,088	20%	1.74	123.3	37%
Otros forrajes	15,952	45%	0.74	118.5	35%
Total de forrajes	23,040	65%		241.8	72%
Resto de los cultivos	12,625	35%	0.79	92.9	28%
Suma	35,665	100%		334.7	100%

Fuente: DESISA. Elaborada con base en estadísticas CODAGEA INEGI para el año 2000.

Esto significa que el principal usuario de agua del acuífero es la cadena agroindustrial lechera con una extracción estimada del orden de 241.8 hm³ para riego de forrajes que representarían alrededor del 72% de la extracción total para uso agrícola y del 50% de la extracción total del acuífero (Tabla 3.17). También en este caso se ha intentado un ejercicio con las cifras estadísticas para evaluar la relación entre la oferta y la demanda de forrajes para esta cadena productiva. El análisis se apoya en cifras de INIFAP referentes a la dieta de vacas en producción, requerimientos de agua y eficiencias del productor y experimentales. Los criterios de INIFAP aparecen en la Tabla 3.20.

Tabla 3.20. Estimación del requerimiento de agua para producir un litro de leche en Aguascalientes

Concepto de Utilización de agua	Riego Rodado Productor m ³ /año	Riego Rodado Tecnología INIFAP m ³ /año	Riego Goteo con cinta m ³ /año
Consumo de agua (50 litros/día/vaca)*	18.250	18.250	18.250
Aseo (10 litros/día/vaca)	3.650	3.650	3.650
Consumo de Alfalfa (6 kg MS/día)*	1,825.000	1,327.270	755.170
Consumo de Ensilaje (9 kg MS/día)*	2,053.130	1,216.670	864.470
Consumo Total de Agua por vaca	3,900.030	2,565.840	1,641.540
Producción Promedio de Leche por Vaca (20 litros/día)	7.300	7.300	7.300
Eficiencia (litros de agua por litro de leche)	534.251	351.485	224.868
Eficiencia Alfalfa (kg MS/m ³ de agua)**	1.200	1.650	2.900
Eficiencia Maíz (kg MS/m ³ de agua)**	1.600	2.700	3.800

* Valores estimados para un peso corporal de 500 kg/animal.

** Referente a la cantidad y/o volumen de agua necesario para producir un kilogramo de materia seca.

Información estimada en la producción de un litro de leche a nivel establo, sin considerar su industrialización.

6 kg de MS de Alfalfa equivale a 5,000 lt de agua utilizados (833.33 lt/kg)

9 kg de MS de Maíz equivale a 5,625 lt. de agua utilizados (625.00 lt/kg)

1 Tonelada de Maíz forrajero verde produce del 28 - 30 % de Materia Seca

1 Tonelada de Alfalfa verde produce del 20 - 21 % de Materia Seca

Fuente: INIFAP

Las láminas de riego consideradas por INIFAP, a nivel experimental, son sensiblemente menores a las que se aplican a nivel comercial en los cultivos forrajeros.

Tabla 3.21. Requerimientos de agua que se han obtenido en el Programa de Investigación Uso y Manejo de Agua del Campo Experimental en Pabellón, Ags.

Cultivo	Método de Riego y/o Condición	Lámina de agua (cm)	Volumen de agua/ha (m ³)
Vid	Gravedad	62.0	6,200
Maíz Forraje	Gravedad	48.0	4,200
Frijol	Gravedad	38.0	3,800
Alfalfa	Gravedad Tradicional	142.0	14,200
Alfalfa	Goteo Sub-superficial Cinta	112.0	11,200
Ajo Perla	Gravedad	91.0	9,100
Ajo Morado	Gravedad	64.0	6,400
Ajo Perla	Goteo cinta	56.0	5,600
Ajo Morado	Goteo cinta	36.0	3,600
Chile Pasilla	Gravedad	66.0	6,600
Chile Pasilla	Goteo cinta	28.0	2,800
Chile Pasilla	Goteo cinta + acolchado	27.0	2,700

Fuente: INIFAP

Si se consideran las láminas supuestas en la sección 6.1, se llega a una relación aproximada de 678 litros de agua por litro de leche producida en el año 2000.

Al revisar los requerimientos globales, resulta que durante algunos años se requiere importar forraje y en otros se logran excedentes que se venden en regiones vecinas, lo cual equivale a importar o exportar agua (Figura 3.19):

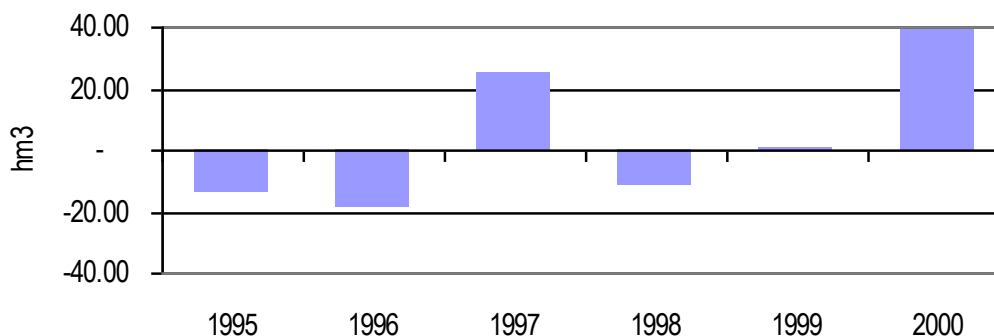


Figura 3.19. Importación y exportación equivalente (virtual) de agua, en la forma de forrajes, en la zona de estudio

3. 4. Uso potable

Crecimiento demográfico. 1940: 162,000 hab. 1996: 824,000 hab. 2030: ?

Se reporta en el REPDA la existencia de 1294 aprovechamientos de agua subterránea para el uso público – urbano, además de 30 aprovechamientos para uso doméstico que en su mayoría son norias particulares que se localizan en comunidades rurales. Los aprovechamientos para uso público-urbano se encuentran distribuidos en 182 localidades rurales y en 18 localidades urbanas que cuentan con sistemas formales de agua potable. Por lo que respecta a su extracción, los principales aprovechamientos se localizan en las localidades que aparecen en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22. Localidades urbanas que se localizan dentro de los límites geográficos del acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación

Nombre de la Localidad	Municipio	Población 2000
Aguascalientes	Aguascalientes	594,092
Jesús Maria	Jesús Maria	29,150
Pabellón De Arteaga	Pabellón De Arteaga	24,195
Rincón De Romos	Rincón De Romos	22,570
Ojocaliente	Ojocaliente	18,150
San Francisco De Los Romo	San Francisco De Los Romo	10,597
Jesús Gómez Portugal (Margaritas)	Jesús Maria	7,845
San Pedro Piedra Gorda	Cuauhtémoc	7,083
Luis Moya	Luis Moya	5,813
Cosío	Cosío	4,198
Pabellón De Hidalgo	Rincón De Romos	3,883
San José De Gracia (Colonia Calles)	San José De Gracia	3,864
Pocitos	Aguascalientes	3,568
Villa Lic. Jesús Terán (Calvillito)	Aguascalientes	3,568
Tepezala	Tepezala	3,537
Escaleras	Rincón De Romos	2,682
San Antonio	Tepezala	2,678
Emiliano Zapata	Pabellón De Arteaga	2,509

Es en estas localidades donde ocurre el 84% de la población existente en la región y en donde se tienen concesionados, según datos del REPDA, 157'706,485 m³/año⁹ de agua subterránea. Por lo que respecta a los aprovechamientos para uso doméstico, el volumen concesionado reportado por el REPDA es de 1'158,862 m³/año los cuales se extraen preferentemente en localidades rurales a través de norias de menos de 10 m de profundidad y de 1.20 metros de diámetro en promedio.

En cuanto a las coberturas de servicios de agua potable, así como a las pérdidas, los consumos y otros parámetros importantes, en la Tabla 3.23 se presenta un resumen de los volúmenes reales demandados de agua potable en el 2000, para cada una de

⁹ Datos obtenidos a partir de la base de datos del REPDA actualizada hasta septiembre del 2001y del análisis realizado en un sistema de información geográfico, para discriminar los pozos que se encuentran fuera de los límites geográficos de acuífero.

las localidades que cuentan con un sistema formal de agua potable, calculados a partir de la población, cobertura de agua potable, consumo y pérdidas, así como el volumen total de extracción para el uso y consumo humano.

Tabla 3.23. Volúmenes anuales demandados en las localidades urbanas y rurales que existen en la zona de estudio

Nombre Localidad	Municipio	Población En 2000	Cobertura (%)	Población Cubierta	Consumo (L/H/D)	Demanda (L.P.S.)	Pérdidas (%)	Pérdidas (L.P.S.)	Gasto Medio Suministrado (L.P.S.)	Dotación (L/H/D)	VOLUMEN ANUAL (h m ³)
Aguascalientes	Aguascalientes	594,092	97.72	580 428	249.9	1,678.5	38.2	1,095.9	2,774.3	404	85.61
Jesús María	Jesús María	29,150	96.8	28 218	200.0	65.3	35.9	36.6	101.9	312	3.21
Pabellón De Arteaga	Pabellón De Arteaga	24,195	97.9	23 685	200.0	54.8	51.7	58.7	113.5	414	3.57
Rincón De Romos	Rincón De Romos	22,570	93.3	21 048	255.0	62.1	50.4	63.1	125.2	414	3.18
Ojocaliente	Ojocaliente	18,150	94.5	17 156	200.0	39.7	46.4	34.4	74.1	373	2.33
San Francisco de Los Romo	San Francisco de Los Romo	10,597	98.7	10 464	200.0	24.2	26.2	8.6	32.8	271	1.04
Jesús Gómez Portugal (Margaritas)	Jesús María	7,845	96.8	7 590	195.0	17.1	43.7	13.3	30.4	345	0.96
San Pedro Piedra Gorda	Cuauhtémoc	7,083	96.6	6 844	195.0	15.4	23.3	4.7	20.1	253	0.63
Luis Moya	Luis Moya	5,813	95.1	5 530	140.0	9.0	7.5	0.7	9.7	151	0.30
Cosío	Cosío	4,198	83.3	3 497	195.0	7.9	50.0	7.9	15.8	390	0.50
Pabellón De Hidalgo	Rincón De Romos	3,883	96.7	3 755	220.0	9.6	48.9	9.1	18.7	430	0.59
San José De Gracia (Colonia Calles)	San José De Gracia	3,864	96.6	3 733	195.0	8.4	48.1	7.8	16.2	270	0.37
Pocitos	Aguascalientes	3,568	95.4	3 404	195.0	7.7	21.0	2.0	9.7	247	0.31
Villa Lic. Jesús Terán (Calvillito)	Aguascalientes	3,568	93.6	3 340	195.0	7.5	36.5	4.3	11.9	307	0.37
Tepezala	Tepezala	3,537	95.0	3 360	183.0	7.1	10.0	0.8	7.9	203	0.25
Escaleras	Rincón De Romos	2682	95.8	2 570	195.0	5.8	36.9	3.4	9.2	309	0.29
San Antonio	Tepezala	2678	95.7	2 564	195.0	5.8	31.9	2.7	8.5	286	0.27
Emiliano Zapata	Pabellón De Arteaga	2509	96.3	2 417	195.0	5.5	31.6	2.5	8.0	285	0.25
Localidades Rurales	Varios	108,656	91.2	99 097	137.0	157.1	49.9	156.5	313.6	273	13.09
Volumen total demandado para el uso y consumo humano											117.12

Fuente: CNA e Instituto del Agua de Aguascalientes

En la tabla anterior puede verse que la ciudad de Aguascalientes tiene una cobertura de agua potable del 97.7%, mientras que las 17 localidades urbano medias tienen el 96% y las localidades rurales presentan una cobertura media del 91.2%.

El volumen total anual demandado para el uso y consumo humano es de **117.12 hm³**; de los cuales el 11.17% se extraen en localidades rurales (menores de 2500 habitantes); el 73.09% se extrae en la ciudad de Aguascalientes (única gran ciudad), el 11.58% se extrae de 5 localidades urbanas mayores de 10,000 y menores de 50,000 hab. y finalmente el 4.14% se extrae 12 localidades urbanas entre 2,500 y 10,000 hab.

El volumen calculado para el uso público – urbano es inferior al concesionado, sin embargo hay que tomar en cuenta que en el volumen obtenido mediante los datos que aparecen en la Tabla 3.16 no se incluye el volumen de los sistemas utilizado por las industrias y por los comercios, los cuales estarían consumiendo alrededor de 4.6 hm³/año aproximadamente.

Por otro lado, la demanda actual de agua para el uso y consumo humano representa el 40.53% de la recarga total del acuífero.

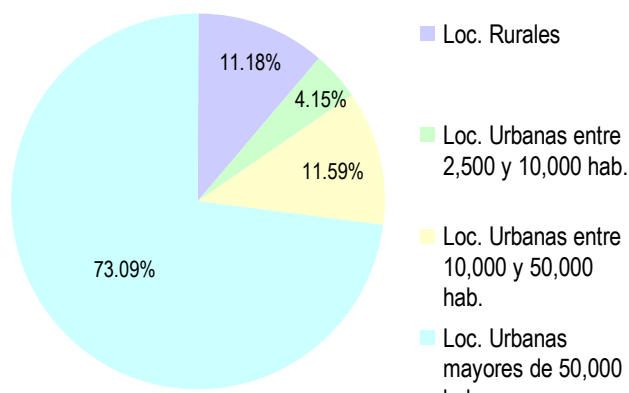


Figura 3.20. Porcentajes de extracción anual para uso y consumo humano por tipo de localidad

Los rangos de cobertura de agua potable por municipio y por localidad en el año 2000 se muestran en la Figura 3.18. Las pérdidas en las redes de distribución que operan con una eficiencia promedio inferior a 50%, constituyen un componente muy importante de la demanda de agua y un área de oportunidad central entre las acciones de manejo. Estas pérdidas equivalen a un caudal de 1,513.1 l.p.s. que al año suma 47.7 hm³, que representa el 16.50% de la recarga del acuífero.

Resumiendo, prácticamente la totalidad de la demanda para el uso público-urbano se satisface con agua subterránea, es decir, la mayor parte de la sociedad de Aguascalientes, depende del acuífero.

Las coberturas de servicio de agua potable son altas en términos del promedio nacional; las dotaciones son elevadas (Tabla 3.23) debido, en parte, a las pérdidas físicas en redes de agua potable, principalmente en la ciudad de Aguascalientes (del orden de 40%) y, también debido a los hábitos de consumo.

Tabla 3.24. Composición de la demanda de agua potable (uso público urbano)

Tipo de localidad	Población 2000	Cobertura	Dotación l/hab/día	Volumen (hm ³)
Aguascalientes	594,092	97.7%	404	85.61
5 Localidades de 10,000 a 49,999 hab.	104,662	96.09%	364	13.57

16 Localidades de 2,500 a 9,999 hab.	51,228	94.88%	287.5	4.86
Localidades < 2,500 hab.	144,003	91.2%	273	13.08
Total	895,985	96.30%	371.53	117.12

Para el caso de la ciudad de Aguascalientes, que representa el 73% de la demanda actual en este uso, se obtuvo información del sistema operado por la empresa concesionaria CAASA. Las cifras reportadas por la empresa muestran la situación de crisis en que se desempeña la empresa y proporcionan los servicios.

En la Tabla 3.25 puede apreciarse la evolución de los servicios durante el período 1997-2000.

Tabla 3. 25. Situación de los servicios de agua potable (1)

MODULO COMERCIAL	años:	1997	1998	1999	2000
Indice de hacinamiento:	hab/toma	4.65	3.55	3.53	3.60
Tasas de crecimiento:		2.70%	2.77%	2.77%	2.77%
Población Total	hab	752,570	609,146	626,019	643,360
USUARIOS DE AGUA POTABLE					
Cobertura urbana	%	98%	98%	98%	100%
Total doméstico	tomas	148,548	162,185	166,930	171,575
Comercial	tomas	9,229	5,707	6,761	6,855
Industrial y turístico	tomas	443	240	228	263
Tomas totales A. P.	tomas	158,220	168,132	173,919	178,693
Tomas medidas	tomas	126,576	143,131	157,849	152,193
Micromedición (cobert.)	%	80%	85%	91%	85%
USUARIOS DE ALCANTARILLADO					
Cobertura doméstica	%	90%	90%	91%	94%
Total doméstico	conexiones	145,833	154,076	161,087	168,144
Comercial	conexiones	7,162	5,707	6,761	6,855
Industrial y turístico	conexiones	431	240	228	263
Total Conexiones	conexión	153,426	160,023	168,076	175,262
PRODUCCION:					
Volumen Producido	Mill m3	105.067	85.530	88.560	88.630
perdidas físicas:	Mill m3	59.89	50.46	53.14	53.18
	%	57%	59%	60%	60%
Dotación media	l/h/d	392	393	395	377
Volumen Facturado					
Doméstico	Mill m3	nd	27.92	28.61	29.49
Comercial	Mill m3	nd	1.48	1.62	1.45
Industrial y turístico	Mill m3	nd	0.79	0.87	0.97
Total Facturado	Mill m3	nd	30.20	31.09	31.91
Agua no contabilizada	Mill m3	nd	55.33	57.47	56.73
	%	nd	65%	65%	64%
Facturación	Miles\$	115,320	145,190	157,710	196,110
Recaudación	Miles\$	100,963	129,980	149,990	180,270
Recaudación por m3 producido	\$/m3	0.96	1.52	1.69	2.03
Eficiencia comercial	%	88%	90%	95%	92%

Fuente: CAASA, a solicitud de CNA-DESISA

A reserva de verificar algunas cifras demográficas e indicadores operacionales (p.e. pérdidas físicas) puede verse que frente a un importante incremento en el número de tomas y conexiones, se registra una disminución de las dotaciones, con la reducción de volúmenes de extracción reportados, y un incremento en el porcentaje de

pérdidas físicas, que llega al 60%, con lo cual la población recibiría, en promedio, sólo 151 litros por habitante/día para su consumo. Sólo se factura el 36% del agua producida y se cobra el 33%.

El INAGUA y la CNA consideran poco confiable la información referente a pérdidas físicas y suponen que, en todo caso, una buena parte son pérdidas comerciales, más que pérdidas físicas en las redes; una confirmación de esta sospecha es el caudal de agua residual que llega a la PTAR Aguascalientes (del orden de 1,500 lps), equivalentes al 53% del agua producida. Con un porcentaje de retorno de 85%, el volumen distribuido sería 55.7 hm³ y la eficiencia física 63%. También habría que descartar la posibilidad de que el volumen de producción sea mayor al reportado (en 1997 eran 105 hm³). La situación operacional y financiera del sistema, permite apreciar la composición de costos y resultados que obtiene la empresa con las eficiencias que opera.

Tabla 3.26. Situación de los servicios de agua potable en la ciudad de Aguascalientes (2)

MODULO OPERACIONAL	años:	1997	1998	1999	2000
OPERACION Y MANTENIMIENTO					
Tarifa derechos de agua	\$/m3	0.1244	0.1776	0.2127	0.2360
Tarifa eléctrica	\$/kwh	0.398	0.438	0.495	0.557
Consumo de energía	MWH	81,776	71,799	75,393	86,629
Resumen de costos O y M					
Costo de derechos (CNA)	Miles\$	13,071	14,440	18,011	19,969
Energía eléctrica	Miles\$	32,578	33,803	40,222	48,261
Materiales, equipo y salarios	Miles\$	78,502	85,595	98,226	110,048
Comercialización	Miles\$				
Concesión (CAPAMA) 10% facturación	Miles\$	10,878	13,611	15,103	19,130
Diversos (Fideicomiso)	Miles\$	600	600	450	300
Costo de tratamiento	Miles\$	3,807	4,939	6,129	6,952
Total costos operacionales	Miles\$	139,436	152,988	178,141	204,660
Costos por m3 producido	\$/m3	1.33	1.79	2.01	2.31
Adeudos anteriores	Miles\$	214,850			
Servicio de deuda	Miles\$	20,700			
Ingresos					
venta de agua	Miles\$	108,780	129,980	149,990	180,270
Total:	Miles\$	108,780	129,980	149,990	180,270
Ingresos por m3 producido	\$/m3	1.04	1.52	1.69	2.03
PERSONAL					
Personal por c/mil tomas de AP:			3.66	3.47	3.28
Personal (Admon + Tecnico)	numero		690	678	652
Análisis de productividad					
Ingresos por venta de agua	Miles\$	108,780	129,980	149,990	180,270
Costos operacionales s/derechos	Miles\$	126,365	138,548	160,130	184,691
Costos operac. s/derechos y s/energía	Miles\$	93,787	104,745	119,908	136,430
Productividad bruta	\$/m3	0.96	1.52	1.69	2.03
Productividad neta	\$/m3	(0.17)	(0.10)	(0.11)	(0.05)
Productividad neta (s/ energía eléctrica)	\$/m3	0.14	0.30	0.34	0.49
Inversiones realizadas	Miles\$	78,665.00	40,606.00	39,491.00	55,907.00
Recursos propios*	Miles\$	3,795.00	28,570.00	17,055.00	18,905.00
Recursos Fiscales (Fed. Est. Mpaes)	Miles\$	23,402.00	12,036.00	22,436.00	37,002.00
Crédito	Miles\$	51,468	-	-	-

Fuente: CAASA, a solicitud de CNA-DESISA

Entre 1997 y 2000, el costo de bombeo se ha incrementado 50% (frente a un incremento en el precio de la energía de sólo 40% en el período), no obstante la reducción de 16.5 hm³ en el volumen operado. Este costo representa menos del 25%

del costo operacional, aún con su ineficiencia (bombee 3 veces el volumen de agua que cobra). El costo de materiales y salarios ha aumentado 40% y el costo total de operación, 47%. La poca importancia relativa que sigue teniendo el abastecimiento (bombeo más derechos de agua son el 33% del costo operacional), explicaría, quizás, al menos en parte, el seguir posponiendo mejoras en las eficiencias. No se explica el hecho de no haberse destinado a mejorar eficiencias, cuando menos una parte de las cuantiosas inversiones realizadas en el sistema desde su concesión. Sería muy recomendable realizar un estudio, con investigación directa entre los usuarios, para verificar esta información.

3. 5. Uso industrial y servicios

El número total de aprovechamientos de tipo industrial titulados dentro de los límites geográficos del acuífero es de 59, pertenecientes a 51 usuarios con un volumen concesionado de 1.8 hm³/año. 20 usuarios, por alguna razón no cuentan con un volumen autorizado en el REPGA.

En los municipios de Aguascalientes y San Francisco de los Romo, se han establecido importantes corredores industriales cuyas actividades principales son: maquiladoras, textiles, químicas y refresqueras.

En el estado de Zacatecas sólo se han regularizado dos usuarios, que se localizan en el municipio de Ojocaliente, titulando 2 aprovechamientos y un volumen anual de 40,000 m³. En el estado de Jalisco no existen usuarios registrados para este uso.

La extracción actual estimada para uso industrial, según los inventarios de pozos que se han realizado, indica un volumen de 9.2 hm³, si se le agrega el volumen destinado al uso en servicios este se incrementa hasta alcanzar un valor de 13.8 hm³.

Aguascalientes cuenta con un corredor industrial de 40.9 kilómetros de longitud que aloja diez Parques Industriales y uno de Servicios con 789 hectáreas de uso industrial y 27 hectáreas para servicios, estos parques industriales cuentan con los servicios de energía, telecomunicaciones, urbanización y acceso directo a vías férreas. La primera ciudad industrial que se construyó se localiza a 5 km al sur de la capital del estado; cuenta con 260 hectáreas y fue creado para reubicar a las grandes empresas que se encontraban dentro de la mancha urbana. Esta superficie fue dotada de todos los servicios necesarios para el buen funcionamiento de las empresas, como son: red de drenaje sanitario, drenaje pluvial, subestación de energía eléctrica propia, red de alumbrado público, suministro de agua potable con tanque elevado así como con tres pozos profundos, oficina de correos y telégrafos, red telefónica, además de los servicios colaterales que requieren las empresas para su personal como transporte público y otros.

Con las ventajas tan favorables que ofrecía esta Ciudad Industrial, no tardaron en instalarse empresas importantes a escala nacional e internacional. El éxito fue tan grande, que a partir de 1984 se iniciaron los proyectos de tres nuevos Parques Industriales de propiedad privada llamados: El Vergel, Altec y Siglo XXI, situados todos ellos en las inmediaciones de la ciudad industrial. Estos parques se encuentran provistos de todos los servicios que requiere una empresa para el buen funcionamiento y desarrollo de las actividades productivas.

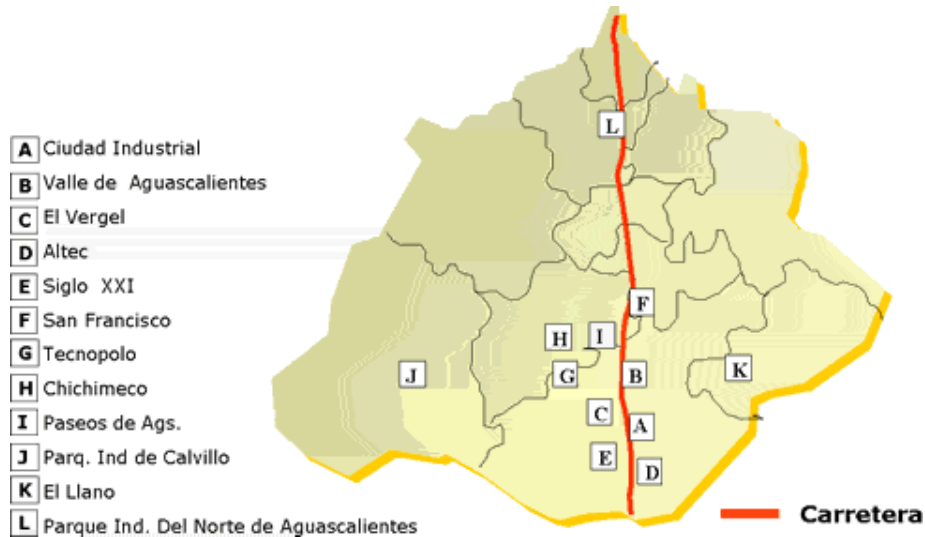


Figura 3.21. Ubicación de los parques industriales dentro del estado de Aguascalientes

Asimismo, en 1986, el Gobierno del Estado decidió crear otro conjunto industrial con la finalidad de orientar hacia la zona norte del estado, otro punto de desarrollo en el estado así como ofertar nuevos empleos a los habitantes de esa zona, evitando así, flujos innecesarios de las personas para llegar a sus centros de trabajos. A este parque industrial se le llamó Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, ubicado en una superficie de 103 hectáreas a una distancia de 9 kilómetros al norte de la ciudad capital, el cual también cuenta con una moderna infraestructura de servicios para uso industrial.

En la actualidad alberga a 68 empresas que generan poco más de 4,800 empleos. En 1993 se iniciaron los trabajos de urbanización para poner operación un nuevo parque industrial. A este nuevo parque se le llamó Parque Industrial de San Francisco, el cual cuenta con 205 hectáreas, de éstas 161 se encuentran lotificadas y las restantes 44 se encuentran en etapa de urbanización.

El Parque Industrial San Francisco, está considerado como la zona industrial más moderna del Sistema de Parques Industriales del Estado, por la infraestructura con la que cuenta. Actualmente, el Gobierno del Estado de Aguascalientes amplía la infraestructura industrial, mediante la creación de tres nuevos parques; el primero de

ellos se ha denominado “Tecnopolo Los Pocitos” ya se encuentra en operación y alberga a empresas dedicadas al desarrollo de la alta tecnología y del conocimiento en una superficie de 27 hectáreas, y se encuentra ubicado a 6 kilómetros al norponiente de la ciudad, el segundo se situará al noroeste de la capital del estado a 18 kilómetros de distancia, en el Municipio de Jesús María en una extensión de 50 hectáreas, contando con modernas vías de acceso y el tercer parque en una área de 15 hectáreas ya se localiza a 40 kilómetros al oriente del estado en la cabecera municipal de Palo Alto, Municipio de El Llano.

El desarrollo de parques industriales no sólo constituye un factor de atracción de inversión, sino que además es un mecanismo muy rentable y promotor del desarrollo económico de cualquier estado.

Las industrias de mayor participación en la zona de estudio se encuentran representados por los siguientes sectores industriales:

El sector de la industria Textil y de la confección. Los principales productos de este sector son Hilo acrílico, pantalones y chamarras de mezclilla, suéteres de fibra acrílica, cobertores, ropa infantil de tejido de punto, vestidos para dama, camisas para caballero, ropa deportiva, lencería y corsetería y ropa de cama. Los empleos generados ascienden a 42,321. Ocupa el primer lugar en producción de hilo acrílico. Cantidad de agua utilizada en la producción de sus productos es mínima.

El sector de muebles y accesorios. Los principales productos son: Mueble de madera, finos y rústicos, de hierro forjado, cocinas integrales, mueble para oficina, muebles y accesorios para baño, accesorios decorativos, puertas y marcos. Los empleos generados ascienden a 5,000. La cantidad de agua requerida para la producción es mínima.

El sector automotriz y de autopartes. Sus principales productos son automóviles, autobuses, motores, anillos y válvulas, suspensiones, carrocerías, sistemas de frenos, arneses eléctricos, transmisiones automáticas, asientos, tableros, parrillas y otras partes de plástico. Los empleos ascienden a 13,641. La cantidad de agua requerida para la producción es mínima.

El sector de metalmecánica. Sus principales productos son: Herramientas de corte, productos de alambre y piezas fundidas, maquinaria y equipo, productos metálicos de uso general. Los empleos ascienden en este sector a 6,914. El agua utilizada en la producción es mínima. **El sector de Electrónico y de telecomunicaciones.** Los principales productos son Equipo de fotocopiado y faxes, controles y sensores electrónicos, circuitos y componentes electrónicos, aparatos electrónicos de uso general, desarrollo de software. Los empleos generados ascienden a 7378. El agua utilizada por las empresas de este sector es mínima.

El sector comercio y de servicios está constituido principalmente de bancos, hospitales, instituciones educativas, hoteles, sindicatos, cámaras y asociaciones industriales y de comercio.

El agua utilizada en este sector es significativa, de hecho es mayor a la de los otros sectores.

3. 6. Otros usos

El volumen concesionado en el REPDA para los usos múltiples, agroindustrial. Es de 14.8 hm³, de los cuales el uso múltiple absorbe el 88% del volumen concesionado.

No se tiene forma de cuantificar la demanda real para estos usos, además de que no representan un volumen significativo en comparación con los que se extraen para satisfacer los usos agrícola y público-urbano.

Contenido

4. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA UTILIZABLE	137
4.1. Situación administrativa y volumen concesionado del acuífero	137
4.2. Caracterización hidrológica de la demanda de agua	140
4.2.1. Demanda de agua superficial y subterránea	140
4.2.2. Demanda de agua de primer uso y de agua residual tratada	141
4.3. Caracterización de la Demanda, de acuerdo con su relación conceptual con los proyectos de estabilización.	142
4.3.1. Demanda potencial de agua residual tratada	142
4.3.2. Demanda potencial de derechos transferibles	148

Figuras

Figura 4.1. Situación administrativa del acuífero 001 Aguascalientes.....	137
Figura 4.2. Situación administrativa del acuífero Encarnación	138
Figura 4.3. Volúmenes concesionados por tipo de uso y entidad federativa.....	139
Figura 4.4. Evolución del volumen de aguas tratadas en la zona de estudio	143
Figura 4.5. Ubicación de plantas de tratamiento en el estado de Aguascalientes .	143
Figura 4.6. Situación de los gastos de aguas residuales efluentes (l/s)	145
Figura 4.7. Disposición de Aguas Residuales	146
Figura 4.8. Superficie beneficiada por el uso de aguas residuales tratadas	147
Figura 4.9. Zona agrícola regada con agua residual	148

Tablas

Tabla 4.1. Demanda de agua superficial y subterránea	140
Tabla 4.2. Demanda de agua clasificada por calidad general	141

4. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA UTILIZABLE

4.1. Situación administrativa y volumen concesionado del acuífero

En el estado de Aguascalientes se decretó la veda en 1963 (“permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros”). En el estado de Zacatecas, se establecieron vedas de control a partir de 1960. No se han establecido legalmente zonas de reserva para agua potable.

La Ley Federal de Derechos (2001), clasifica el municipio de Aguascalientes zona de disponibilidad 2; los municipios de Cosío, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San Francisco de los Romo, San José de Gracia, Trancoso y Ojocaliente, se ubican en zona 4; Gral. Pánfilo Natera, Cuauhtémoc, Luis Moya y Loreto en zona 5 y Genaro Codina en zona 7.

De acuerdo con la publicación del viernes 31 de enero de 2003 del Diario Oficial de la Federación, el acuífero 0101 Valle de Aguascalientes, dentro de la Región Hidrológico – Administrativa VIII “Lerma – Santiago – Pacífico”, presenta las siguientes cifras relativas a su situación de derechos y aprovechamiento:

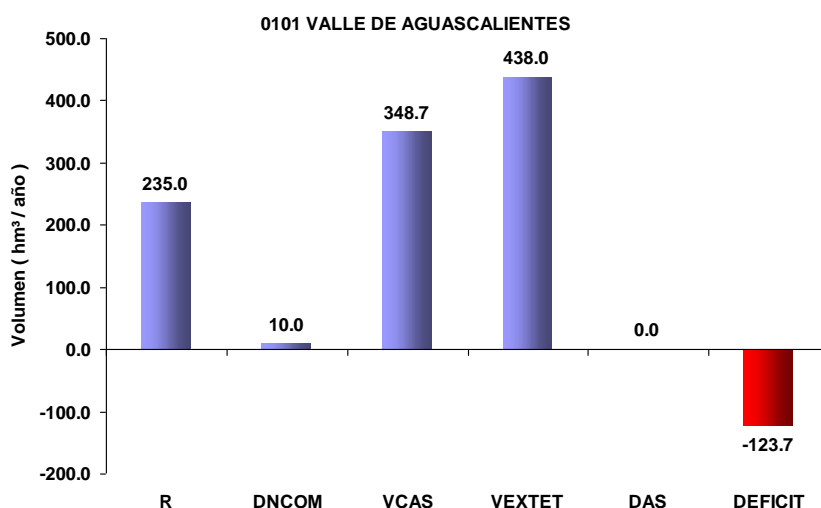


Figura 4.1. Situación administrativa del acuífero 001 Aguascalientes

R = Recarga Total

DNCOM = Descarga Natural Comprometida

VCAS = Volumen Concesionado de Agua Subterránea

VEXTET = Volumen de extracción consignado en estudios técnicos

DAS = Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea

Oficialmente, para el acuífero 0101 AGUASCALIENTES se reconoce una concesión de derechos que excede en **123.7** hm³ a la disponibilidad ($DAS = R - DNCOM - VCAS$). Esto sin considerar que la extracción es mayor a los derechos

concesionados en 90 hm³, lo que implica una sobreexplotación de **203.0** hm³ (R – VEXTET).

La información del mes de Marzo de 2004 para el Estado de Aguascalientes, denota una extracción registrada en el REPDA, de 447.77; que por sí sola excede a la extracción total calculada en enero de 2003 (438 hm³).

El acuífero interestatal comprende además al acuífero 1422 ENCARNACION, en Jalisco, que de acuerdo con el DOF, reporta las siguientes cifras.

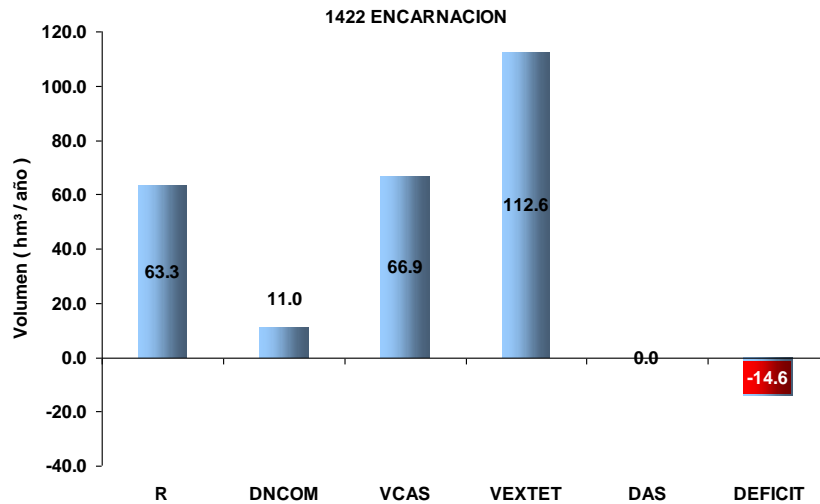


Figura 4.2. Situación administrativa del acuífero Encarnación

R = Recarga Total

DNCOM = Descarga Natural Comprometida

VCAS = Volumen Concesionado de Agua Subterránea

VEXTET = Volumen de extracción consignado en estudios técnicos

DAS = Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea

Oficialmente, para el acuífero 1422 ENCARNACION se reconoce una concesión de derechos que excede en **14.6** hm³ a la disponibilidad (DAS = R – DNCOM – VCAS). Esto sin considerar que la extracción es mayor a los derechos concesionados en **45.7** hm³, lo que implica una sobreexplotación de **49.3** hm³ (R – VEXTET).

Sin considerar al acuífero de Ojo Caliente – no publicado en el Diario Oficial de la Federación de abril de 2003 -, la sobreexplotación conjunta de los acuíferos 0101 AGUASCALIENTES y 1422 ENCARNACION, asciende a 252.6 hm³, mientras que la deficiencia en la concesión excesiva de derechos representa una magnitud de **138.3** hm³.

Al considerar la recarga total del acuífero interestatal, que se estima en 293 hm³ (fuente: COTAS) y la extracción total, de 530 hm³ (fuente: COTAS), se deduce que

en la porción Zacatecana del Acuífero Ojocaliente, la extracción es del orden de 40 hm³.

No se cuenta con el dato exacto de la extracción actual del agua subterránea debido a la carencia de medidores volumétricos en los aprovechamientos que existen en la zona de estudio. El Registro Público de Derechos de Agua y los censos de pozos realizados en los últimos años proporcionan cifras indicativas.

De acuerdo con la información existente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA)¹ correspondiente al acuífero Interestatal Ojocaliente – Aguascalientes - Encarnación, en total se tienen concesionados 406.1 millones de metros cúbicos anuales a 1,611 usuarios, quienes registraron un total de 3 045 aprovechamientos para satisfacer ocho usos: agrícola, público urbano, industrial, pecuario, doméstico, acuícola, agroindustrial, servicios y múltiple.

El uso que tiene el mayor volumen de agua concesionado es el agrícola, con 228.0 hm³ que equivale al 56.1%; le sigue el público-urbano con 157.7 hm³ que representa el 38.8% y en tercer lugar se tiene el uso múltiple con 3.2%, es decir 13.1 hm³. Los otros usos representan apenas el 1.7% del total concesionado.



Volúmenes concesionados por tipo de uso en el acuífero Interestatal Ojocaliente–Aguascalientes–Encarnación (REPDA 2001) *Volúmenes concesionados por entidad federativa en el acuífero Interestatal Ojocaliente–Aguascalientes–Encarnación (REPDA 2001)*

Figura 4.3. Volúmenes concesionados por tipo de uso y entidad federativa

El número de aprovechamientos es mayor al número de usuarios, debido a que existen usuarios con 2 o más aprovechamientos.

¹ Información actualizada a septiembre de 2001, incluye los Estados de Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco. Esta información fue proporcionada por las Gerencias Estatales de la CNA en Aguascalientes y Zacatecas.

El Acuífero Interestatal presenta una concesión de derechos superior a **415 hm³** que excede en más de **138 hm³** a la disponibilidad.

Físicamente ocurre una extracción que se estima en **591 hm³**, que origina una sobreexplotación de **298 hm³**.

Es necesario reducir progresivamente la sobreexplotación y las concesiones, ambas hasta una magnitud del orden de la suma de la recarga natural, menos los volúmenes comprometidos hacia el sur del acuífero, **282 hm³**.

4.2. Caracterización hidrológica de la demanda de agua

Según la calidad y la cantidad de agua requerida, la demanda puede clasificarse y definirse mediante dos criterios:

Demanda servida. Que constituye aquella que puede satisfacerse a través de las fuentes actuales – incluida la sobreexplotación y el uso de agua de mala calidad –

Demanda potencial. Representa la magnitud de las extracciones que se prevé que habría en caso de disponerse de un mayor volumen de agua. Este se analiza según las distintas fuentes y calidades de las mismas.

Demanda objetivo. Patrón de demanda propuesto en estudios previos, que consideran la optimación de los recursos en la zona, así como el beneficio en un entorno sustentable.

4.2.1. Demanda de agua superficial y subterránea

Vasos importantes: Plutarco E. Calles, Abelardo L. Rodríguez, El Saucillo, 50 Aniversario, El Niágara, Malpaso, La Codorniz y Media Luna (sin incluir reuso).

Tabla 4.1. Demanda de agua superficial y subterránea

Tipo de demanda de agua	Agua superficial	Agua subterránea
Demanda servida	0 a 77 hm ³	485 hm ³
Demanda potencial	130 hm ³ Capacidad de infraestructura de distribución	700 hm ³ Capacidad de infraestructura de extracción
Demanda objetivo	35 hm ³ Depende de reducción de pérdidas	293 hm ³

Demanda servida. El agua superficial representa el 10% del volumen aprovechable en la actualidad. Esto por medio de las Presas Plutarco Elías Calles, El Niágara – esta distribuye agua residual tratada -, Abelardo Rodríguez y Saucillo. La demanda de agua subterránea, en cambio, ha crecido sin control en mayor medida para el uso agrícola. Su volumen responde a la capacidad de extracción de los usuarios, su situación socioeconómica y las condiciones de la reserva subterránea, aprovechada aún cuando los niveles freáticos van en descenso.

La segunda mitad de la década de los noventa, mostró una reducción progresiva de la disponibilidad de agua superficial, que resultó en un aprovechamiento

prácticamente nulo en el año 2000, situación que denota la sensibilidad del escurrimiento a las sequías. Durante años secos como los citados, la única fuente es el agua subterránea.

Demanda potencial. Representa la magnitud de las extracciones que se prevé que habría en caso de disponerse de un mayor volumen de agua. Este se analiza según las distintas fuentes y calidades de las mismas.

La demanda potencial de agua superficial corresponde al volumen que podría suministrarse con la infraestructura actual del Distrito de Riego 001, así como en la unidad de riego “El Niágara”. La inexistencia de infraestructura significativa para otros aprovechamientos superficiales hace despreciable otra demanda potencial.

Demanda objetivo. Patrón de demanda propuesto en estudios previos, que consideran la optimización de los recursos en la zona, así como el beneficio en un entorno sustentable. Resulta notable el hecho de que en la segunda mitad de la década de los noventa (1995 – 2001) , el porcentaje de superficie agrícola tecnificada se incrementó en un 62%, con lo que pasó de ser un 35% a ser un 57%. La tecnificación, sin embargo, no logró reducir la demanda ni las extracciones en la misma proporción, aunque con respecto a los sistemas de riego rodado, el ahorro de agua va desde el 28% hasta el 47%, para los distintos tipos de sistema de riego.

4.2.2. Demanda de agua de primer uso y de agua residual tratada

Tabla 4.2. Demanda de agua clasificada por calidad general

	Agua de primer uso	Agua Residual Tratada	Total
Demanda servida	562 hm ³	21 hm ³	583 hm ³
Demanda potencial	950 hm ³ (Totalidad de los usos y usuarios con infraestructura hidráulica ociosa por carencia de agua).	280 hm ³ Cultivos susceptibles al aprovechamiento de agua residual tratada (sin considerar que no existe infraestructura de distribución ni el ajuste de tarifas por calidad).	
Demanda objetivo	300 hm ³ Uso eficiente de agua superficial y subterránea y 100 hm ³ de superficial	70 hm ³ Aprovechamiento eficiente y óptimo del agua residual tratada, considerada generación en zonas urbanas.	

Demanda servida. La generalidad de la demanda se sirve con agua de primer uso, ya sea subterránea (80%) o superficial (10%). El uso de agua residual tratada representa el 10% del total y ocurre en la zona agrícola de “El Sabinal”, con agua de

una planta de la Ciudad de Aguascalientes. Asimismo, existe un proyecto piloto para el riego de 125 ha, en San Francisco del Romo.

Demanda potencial. La generalidad de los usos aprovecha agua de primer uso, sin atribuir su valor económico al costo de tratamiento y al mayor valor del agua pura que a la tratada.

El principal uso potencial es en el sector agropecuario. Entre el patrón de cultivos, se identifican como compatibles con el agua residual tratada a un nivel secundario los forrajes y frutales, cuya superficie es de 19,698 has con un volumen de 161,724,234 m³ en el primer caso y de 1,123 ha, con un volumen de 19,132, 3284 m³, aunque si se considera la superficie que ya esta usando agua tratada y las eficiencias objetivo a lograr con la adecuación del patrón y sistemas de riegos, el volumen será menor en volumen y superficie.

Demanda objetivo. Se considera óptimo el aprovechamiento del agua residual tratada en los sectores agrícola e industrial, principalmente.

Es preciso acotar el crecimiento de la demanda de agua y establecer un patrón de oferta, acorde con la capacidad de tratamiento y la existencia de aguas residuales de origen urbano. Actualmente se trata la mayor parte de las aguas residuales urbanas.

4.3. Caracterización de la Demanda, de acuerdo con su relación conceptual con los proyectos de estabilización.

4.3.1. Demanda potencial de agua residual tratada

De acuerdo con el patrón de cultivos de la zona, que representa un 60% de la demanda actual para el riego de forrajes, se concluye que la demanda potencial de agua residual tratada para uso agrícola, excede y excederá en todo momento a la oferta, derivada del crecimiento público urbano.

El tratamiento de las aguas residuales a partir de 1994, ha creado un área de oportunidad al uso de las aguas tratadas.

Se estima, que aproximadamente 64 hm³ de aguas tratadas son vertidas a cauces que en su mayoría drenan aguas abajo de la zona de recarga del acuífero (Figura 4.4).

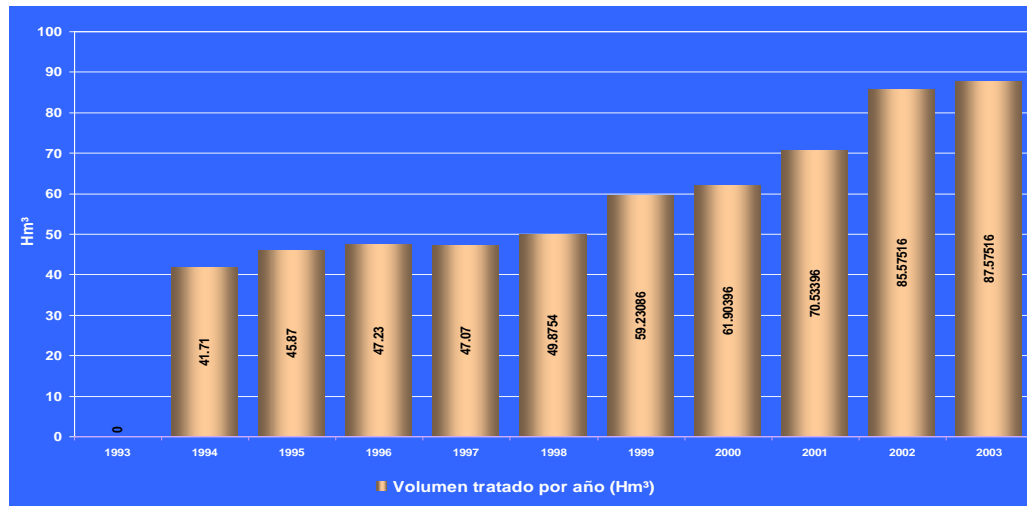


Figura 4.4. Evolución del volumen de aguas tratadas en la zona de estudio



Figura 4.5. Ubicación de plantas de tratamiento en el estado de Aguascalientes

4.3.1.1. Diagnóstico y programa estatal de reuso e intercambio de agua. Primera etapa: identificación de proyectos prioritarios.

En el año de 1996 se llevó a cabo una primera evaluación del potencial de reuso del agua en el Estado de Aguascalientes. Su objetivo fue la identificación de proyectos prioritarios dentro del estado de Aguascalientes. Cabe mencionar que se revisaron algunas alternativas como el aprovechamiento de aguas tratadas en el municipio de Calvillo, que no se consideran de utilidad para la estabilización del acuífero interestatal; sin embargo, las alternativas restantes se describen a continuación. También es necesario revisar el potencial de reuso en el Estado de Zacatecas o inclusive en Jalisco (municipios dentro de la zona de recarga del acuífero).

Los proyectos de uso de aguas tratadas tienen algunos componentes de los que depende su factibilidad:

- a. Las localidades que originan las aguas residuales deben contar con sistema de alcantarillado.
- b. Preferentemente, las localidades deben contar con volúmenes generados que justifiquen la construcción de plantas de tratamiento con una economía de escalas que compita contra otras alternativas de reducción de la demanda de agua subterránea.

Por esta razón, fueron consideradas como zonas prioritarias las localidades con más de 10,000 hab, principalmente cinco: Aguascalientes, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San Francisco de los Romo.

El volumen de descarga anual en 1996, resultó de 80.5 hm³.

Las aguas superficiales en la totalidad del estado tienen aplicación casi exclusivamente en el uso agrícola, 216.5 hm³, mientras que 390 hm³ provienen del agua subterránea.

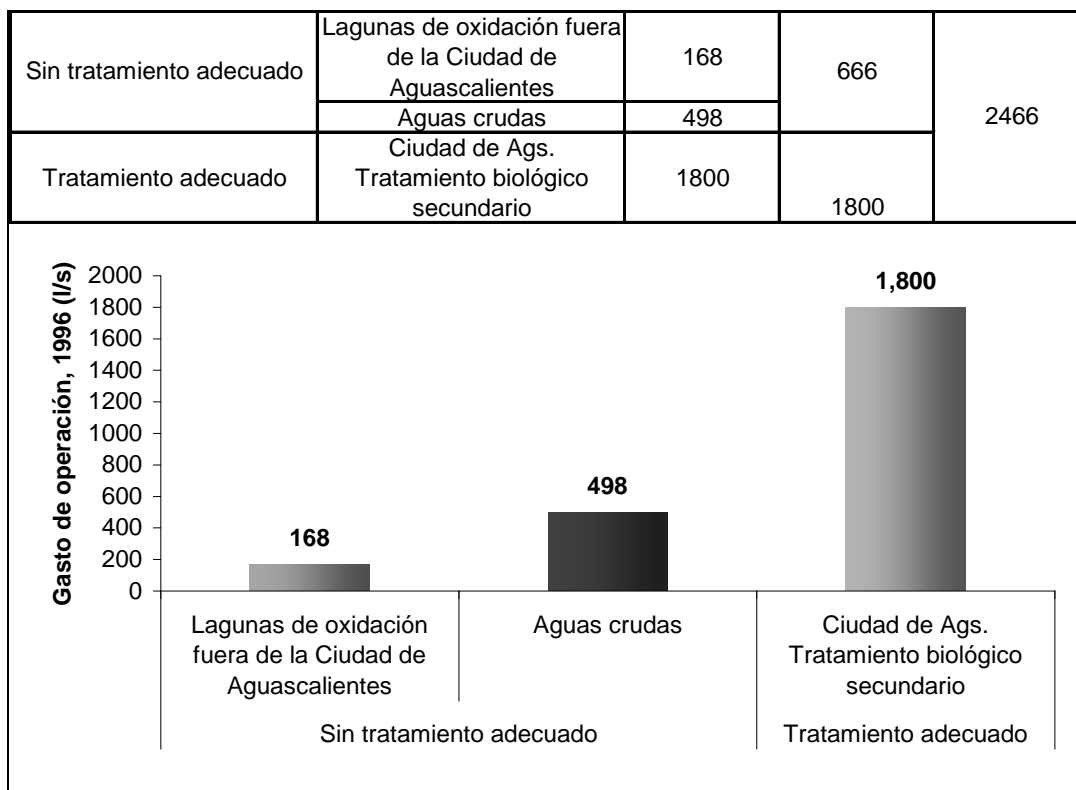
De estos 606 hm³ para 38,728 ha, el 64% aprovecha agua subterránea y el restante, superficial (16,770 ha). Únicamente San José de Gracia aprovecha agua superficial para uso público, 0.15 hm³.

En la cuenca del Río San Pedro se concentra el 96% de la descarga de agua residual y de estos 75 hm³ - aproximadamente -, 56.8 hm³ provienen de la Ciudad de Aguascalientes previamente tratados.

El 90% de las descargas industriales y de servicios provienen también de dicha ciudad.

Las aguas residuales depositadas en los cauces y conducidas por los mismos, desaparecen por su uso para riego agrícola, por evaporación o por infiltración.

Se identifican 100 plantas de tratamiento en el estado de Aguascalientes, con capacidad conjunta de diseño de 2466 l/s, sin embargo el nivel de operación real es de 1968.8 l/s.



Sector	Plantas	Cap. Diseño	Cap. Real
Industrial	23	144	40
Servicios		16.8	9.93

Figura 4.6. Situación de los gastos de aguas residuales efluentes (I/s)

Cobertura estatal de alcantarillado: 92.1% y cobertura de agua potable 96.5%. Se consideró una eficiencia en la distribución, del 80%.

De las aguas residuales de la Cd. de Aguascalientes, la descarga adicional por industriales asciende a 11.25 hm³/año.

El uso de las aguas residuales tratadas representa una opción para reducir la contaminación del medio, riesgos a la salud pública, y además, la disminución de las extracciones de agua subterránea.

El reuso de las aguas residuales se condiciona por tres principales factores:

- La disposición de los usuarios al uso de aguas residuales,
- La disponibilidad de las aguas residuales y
- La infraestructura de saneamiento.

Disposición de los usuarios

Especialmente aquellos que cuenten con fuentes alternas como es el agua subterránea, pueden resistirse al aprovechamiento de agua residual, que constituye restricciones para sus cultivos; sin embargo, si el esquema se propone cuidadosamente para beneficiar al usuario, la factibilidad sería positiva.

Las aguas residuales actualmente presentan importantes pérdidas por infiltración en los cuerpos de agua que las conducen.

Disponibilidad de las aguas residuales

Los sitios que disponen de aguas residuales, en algunos casos las pierden por infiltración en cauces o en estancamientos aguas abajo, sin capacidad de aprovecharlas.

Se reporta una tendencia clara a verter las aguas residuales tratadas de la industria y del uso público (que representa aproximadamente un coeficiente de retorno valorado en el 60% del aprovechamiento de agua de primer uso) hacia parcelas agrícolas, lo que representa una incipiente tendencia hacia el reuso.

Hasta 1996 las únicas aguas residuales propicias para el reuso son las de la Cd. de Aguascalientes, de las cuales el 31.3% carece de tratamiento adecuado, ya que se excede la concentración bacteriológica correspondiente a las normas.

Disposición de las aguas residuales

Ríos y Arroyos	Riego	6
	Sin Reuso	11
Infiltración superficial		2.6
Presas	Riego con "El Niágara"	27
	Otros riegos	2
	Sin Reuso	27

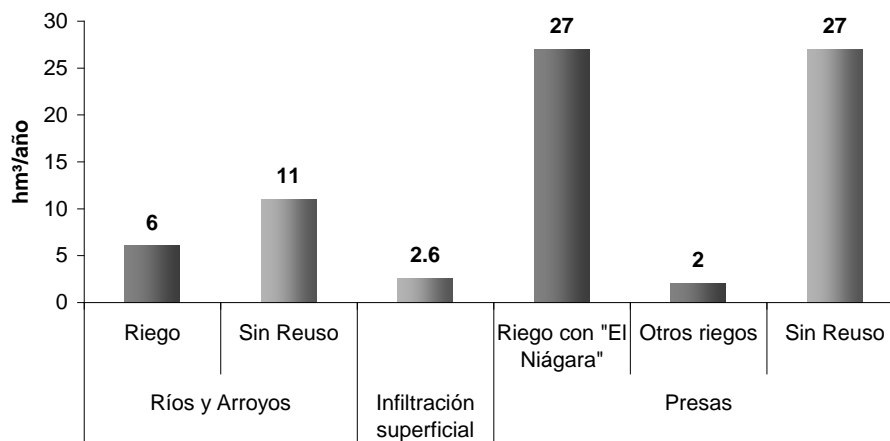


Figura 4.7. Disposición de Aguas Residuales

Se identificó un volumen de 39.7 hm³ sin utilizar, del cual únicamente 10.8 hm³ carecía de tratamiento.

El reuso actual se concentra en la zona de riego de la presa "El Niágara", comprende 2,504 ha de las 2,817 ha que en total se riegan con aguas tratadas. 313 ha se encuentran dispersas.

	Cultivo	hectáreas
Principales cultivos	Otros	3072
	Maiz Forrajero	1506
	Avena	583
	Alfalfa	532
	Pasto	401
	Pradera	125



Figura 4.8. Superficie beneficiada por el uso de aguas residuales tratadas

Mientras que la superficie que se identifica como potencialmente beneficiable por el uso de aguas residuales tratadas, esta constituida por la superficie constituida por maíz forrajero, alfalfa, pradera, pasto y avena (Figura 3.26.).

Prácticamente el volumen potencial a riego con agua tratada es toda la que se refiere a los forrajes, de 177,447,988 m³, en una superficie de 26,569 has. Equivalentes al 62 % de las extracciones de agua subterránea y al 54 % de la superficie total.

El análisis económico de aquel entonces, que no consideró los costos económicos - ambientales por aprovechamiento de agua subterránea, determinó el siguiente orden decreciente en prioridad en los proyectos de reuso:

- 1.- Descarga Rincón de Romos.
- 2.- Área de influencia de las descargas de Pabellón de Arteaga Oriente y Sureste de la Cabecera Municipal.
- 3.- Río San Pedro en el tramo de influencia del arroyo Zarco, en la descarga de La Providencia y de San Francisco.
- 4.- Río Chicalote. Descargas en Gómez Portugal, Jesús María y Paso Blanco - Jesús.
- 5.- Río San Pedro en zona conurbada.
- 6.- Zona de influencia de P. El Niágara (nuevas superficies)

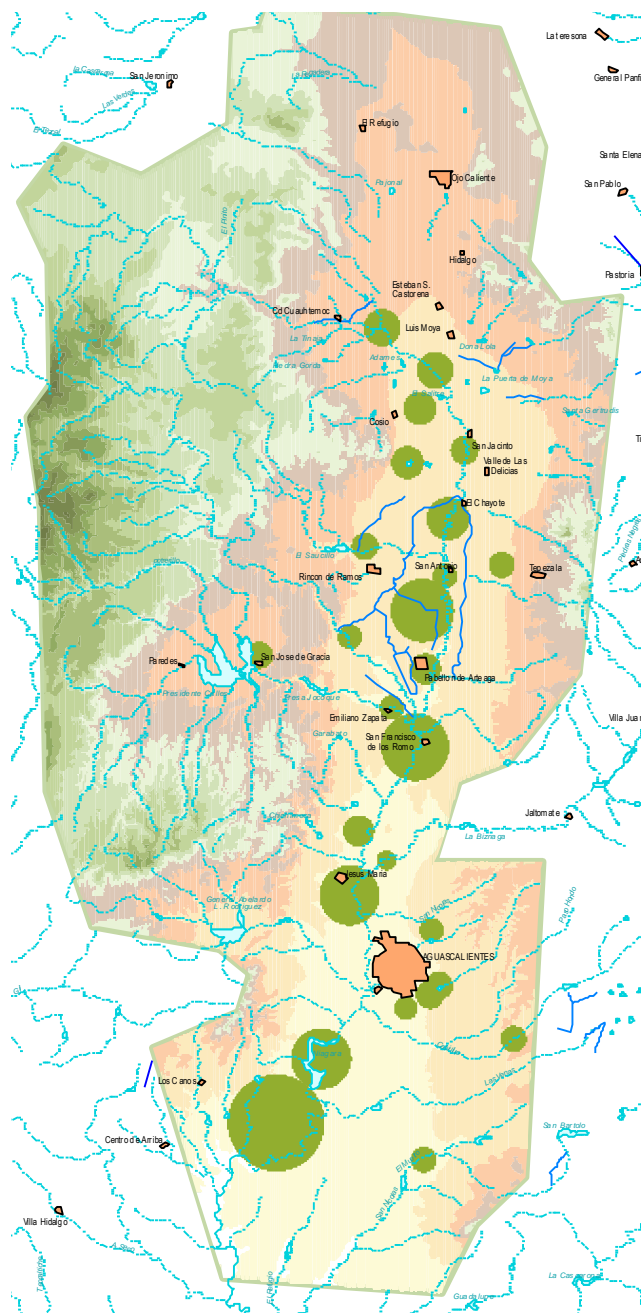


Figura 4.9. Zona agrícola regada con agua residual

4.3.2. Demanda potencial de derechos transferibles

4.3.2.1. Demanda potencial de derechos transferibles a favor del acuífero

Dado el costo unitario por metro cúbico de los derechos que actualmente se promueven en $\$7/\text{m}^3$, se deduce que la generalidad de las acciones sobre la demanda representan un menor costo unitario y la compra de derechos a favor del

acuífero habrá de ser una acción financiada con participación de los gobiernos y de haber el suficiente ordenamiento con apoyo de los usuarios.

Ante una sobreexplotación de 298 hm³, con eventuales ahorros en el 60% de la superficie agrícola y en las zonas urbanas, con reducciones, para el primer caso, del 30% de la demanda y para el segundo, del 25%, se concluye que la necesidad de transferencia a favor del acuífero podría reducirse hasta 160 hm³, aproximadamente.

En el año 2003, la SAGARPA propuso un programa de compra de derechos a los acuíferos con mayor sobreexplotación del país; éste considera un apoyo del orden de \$3/m³ que podría facilitar la compra de derechos.

4.3.2.2. La transferencia de derechos desde el sector agrícola hacia el público – urbano

Se vislumbra un interés de la compra de derechos a favor del acuífero, y de usuarios, misma que resulta riesgosa al incrementar las extracciones en zonas con sobreexplotación local y permitir la transferencia de derechos establecidos en el REPDA, que posiblemente no se ejercen en su totalidad o en zonas sobreexplotadas.

Ya en la actualidad existen modelos de intercambio de agua residual tratada por agua subterránea en proyectos financiados por el INAGUA, que mediante el apoyo a los agricultores para reducir sus costos del agua, les facilitan agua residual tratada y a cambio adquieren sus derechos de agua subterránea. Dicha transferencia con el fin de incrementar los derechos del sector público – urbano y su disponibilidad legal a futuro.

Para el sector agrícola resulta atractiva la venta de derechos; sin embargo, se observa que para que ésta ocurra a favor del acuífero como acción estabilizadora, sería necesaria la compra de casi el 50% del volumen de la extracción agrícola, así como instrumentos para asegurar la reducción en las extracciones.

Contenido

5. MODELO DE SIMULACIÓN DE FLUJO	150
5.1. GENERALIDADES	150
5.2. DISEÑO DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS	150
5.3. DIAGNÓSTICO DEL MODELO MATEMÁTICO REALIZADO POR GUYSA EN 1996	152
5.3.1. Información proveniente de la Gerencia de Aguas Subterráneas de la Comisión Estatal	153
5.3.2. Discretización del acuífero y ubicación de la malla de modelación	154
5.3.3. Correspondencia entre las distintas nomenclaturas identificadas para los aprovechamientos	155
5.4. CALIBRACIÓN	157
5.4.1. Reconstrucción de la historia de extracciones en el acuífero	157
5.4.2. Reconstrucción de la situación piezométrica de aprovechamientos en el acuífero	158
5.4.3. Condiciones de frontera y de recarga del acuífero	158
5.4.4. Otras observaciones al modelo de 196 y propuestas	160
5.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	162
5.5.1. Observaciones a la base de datos de los estudios previos relativa al modelo matemático.	162
5.5.2. Características de la base de datos de hidrodinámica.	165

Tablas

TABLA 5.1. PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN POZOS, OBTENIDOS A PARTIR DEL ESTUDIO REALIZADOS POR LA UNAM EN 1997	151
TABLA 5.2. SITUACIÓN DE MODELO ORIGINAL, PROPUESTA ACTUAL Y REQUERIMIENTOS POSTERIORES	165
TABLA 5.3. DESCRIPCIÓN DE EXPECTATIVAS DEL MODELO EN SUS DISTINTAS ETAPAS DE DISEÑO	166

Figuras

FIGURA 5.1. REPRESENTACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN EL AÑO 2008, DE ACUERDO CON EL MODELO DESARROLLADO POR EL IMTA	151
FIGURA 5.2. COMPARACIÓN ENTRE MALLA DE 1996 Y LÍMITE OFICIAL DEL ACUÍFERO INTERESTATAL	155
FIGURA 5.3. COMPARACIÓN ENTRE CENSO DE EXTRACCIONES EMPLEADO EN MODELO DE 1996 Y CENSO ACTUAL, CON INFORMACIÓN DE REPDA, 2004	158
FIGURA 5.4. COMPARACIÓN DE CELDAS DE RECARGA VERTICAL DE 1996, CON RED DE RÍOS Y CANALES DE LA ZONA	159
FIGURA 5.5. VISUALIZACIÓN DE LOS APROVECHAMIENTOS DENTRO DEL ACUÍFERO, DE CADA UNA DE LAS BASES DE DATOS RECOPIADAS	164

5. MODELO DE SIMULACIÓN DE FLUJO

5.1. Generalidades

Dado que la simulación numérica es un proceso dinámico de retroalimentación, en esta etapa de trabajo se redefine el modelo conceptual y el modelo de flujo hidrodinámico del Valle de Aguascalientes, incluyendo en ellos toda la información relativa que se ha generado desde la fecha en que se realizó (1996) hasta la actualidad.

El objetivo del Plan de Manejo es conocer con mayor precisión los efectos que tienen:

- Contaminación de los cauces (del Río San Pedro, principalmente)
- Aprovechamiento de aguas tratadas
- Reubicación de pozos
- Variaciones climáticas
- Reducción de extracciones
- Obras de recarga artificial

5.2. Diseño de los parámetros hidráulicos

En el Valle de Aguascalientes las escasas pruebas de bombeo realizadas en estudios anteriores revelan algunos parámetros hidráulicos importantes que permiten conocer mejor el funcionamiento hidráulico del acuífero. Se ha observado que los valores de transmisividad aumentan en dirección a la Ciudad de Aguascalientes es decir de norte a sur y estos valores varían de 10×10^{-4} a 65×10^{-4} m²/s, lo que significa un valor medio aproximado de 4.7×10^{-3} m²/s. Estos valores implican una variación en las conductividades hidráulicas horizontales que van de 0.21 m/día a 1.38 m/día, y en sentido vertical los valores varían en un rango de 0.0021 m/día a 0.138 m/día. Estos valores sólo son válidos para el acuífero libre.

De las pruebas de bombeo realizadas pocas cuentan con pozo de observación que permitieran la estimación del coeficiente de almacenamiento, y las que cuentan con este requisito no se pudieron interpretar.

Algunos de esos estudios, infieren diversos valores del coeficiente de almacenamiento para el acuífero en estudio que varían de 0.005 a 0.16.

A partir de estudios realizados para la CNA mediante contrato se recuperaron los valores de transmisividad que se anexan en la Tabla 4.1.

Tabla 5.1. Parámetros hidráulicos en pozos, obtenidos a partir del estudio realizados por la UNAM en 1997

Pozo	Q (m ³ /d)	R _p (m)	K _h (m/d)	K _v (m/d)	b(m)	S _c	S _y	P _p	Medio
Morelos 4	3,374.8	0.156	50.0	68.0	22	0.0006	0.01	11.1	Riolita
Morelos 5	3,939.8	0.165	1.2	100.0	204	0.0001	0.01	10.0	Riolita
Morelos 6	1,987.2	0.160	1.2	100.0	341	0.0001	0.01	12.0	Riolita
Saucillo	475.2	0.15	7.0	0.4	166	0.0007	0.1	9.0	Granular
Alamitos	388.8	0.152	2.0	0.15	105	0.0005	0.2	11.0	Granular
Fresnillo	604.8	0.15	11.0	0.2	5	0.0007	0.02	4.0	Granular
Polvo	561.6	0.15	0.5	0.05	145	0.0005	0.1	9.0	Granular
Clavellinas	302.4	0.15	0.042	0.042	227	0.001	0.15	8.0	Caliza
Águila	475.2	0.15	1.8	0.1	125	0.0006	0.1	11.0	Granular
Caldera	648.0	0.15	4.5	0.01	135	0.0006	0.3	10.0	Granular
La Punta	345.6	0.15	0.033	100.0	170	0.004	0.08	9.0	Riolita

Donde:

Q - Caudal de Extracción

R_p - Radio efectivo de pozo

K_h - Conductividad Hidráulica Horizontal

K_v - Conductividad Hidráulica Vertical

b - Espesor

S_c - Coeficiente de almacenamiento

S_y - Porosidad efectiva

P_p - Pérdidas en pozo

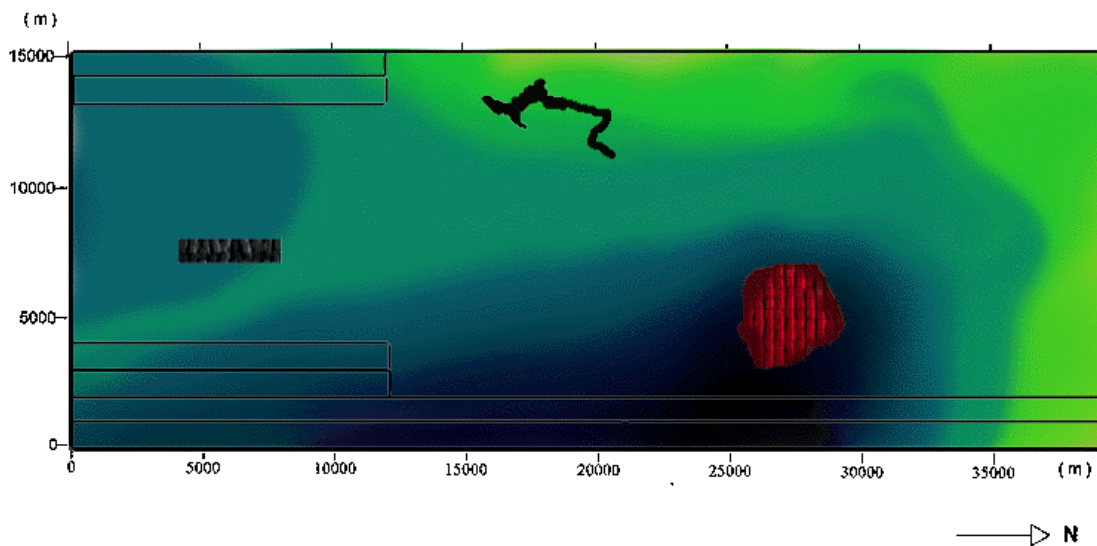


Figura 5. 1. Representación del nivel estático en el año 2008, de acuerdo con el modelo desarrollado por el IMTA

5.3. Diagnóstico del modelo matemático realizado por GUYSA en 1996

La revisión del modelo matemático integrado en 1996, determinó posibles y útiles las siguientes tareas de actualización del modelo matemático:

1. Llevar a cabo el refinamiento de la malla en las zonas de aprovechamiento intensivo, que a su vez cuenten con más y mejor información piezométrica y de extracciones.
2. El modelo altimétrico – topográfico presente en el modelo, es resultado de una superficie creada en surfer, lo que indica que es una interpretación de información básica, quizás cartas topográficas u otra fuente; éste modelo de superficies será mejorado con el uso directo de la superficie resultante de la topografía 1:50,000 de INEGI, para la zona de estudio. Cabe mencionar que especialmente en las zonas de planicie, los errores topográficos representan una restricción para el incremento de precisión piezométrica.
3. Se puede mejorar la calibración incorporando datos de piezometrías basadas en pozos de observación a diferencia de las interpolaciones aplicada a los niveles medidos para dar datos en el centro de las celdas. La calibración piezométrica del modelo de 1996 se llevó a cabo por medio de la comparación de los niveles calculados por el modelo para el centro de cada celda rectangular, Vs los niveles piezométricos determinados para dichos puntos mediante interpolación y extrapolación de una superficie medida y graficada en surfer, lo que representa una fuente sensible de error e interpretación del error en áreas sin información. Es necesaria una evaluación del error como un porcentaje de la pérdida total de carga en es sistema y no con un valor en metros que no es relativo a algo más.
4. Una adición importante es la de los datos de pruebas de bombeo de reportes posteriores, para la determinación de parámetros hidráulicos, en especial es necesario mejorar la información sobre coeficiente de almacenamiento.
5. En cuanto a la recarga puede ser que de una exploración de los reportes recientes se pueda tener una nueva versión, en especial para el retorno por riego y en las fugas de las redes, más aún con el balance hidroagrícola propuesto.
6. Asimismo, resulta de importancia la homologación y reclasificación de la información de los aprovechamientos, ante la posible actualización del censo de aprovechamientos, necesaria para conocer con precisión la ubicación de los pozos y sus datos. Este aspecto se considera de gran relevancia, ya que el estudio de 1996 concluye que la deficiencia de esta información mermó la precisión necesaria del modelo.

En otros aspectos a considerar esta la de explorar la calibración en función del ajuste de la geometría, específicamente en el basamento del acuífero.

Por lo espaciado de los datos, existen grandes periodos sin información confiable, abarcando intervalos desde 1 hasta 12 años, es importante hacer notar que en los datos aportados para los años más recientes (1990-1996), la zona de observación se concentra en el centro y sur del VA, siendo la Ciudad de Aguascalientes el lugar con la mayor cantidad de información.

Los estudios previos y la información existente en la Comisión Nacional del Agua, fueron depurados para obtener el siguiente diagnóstico de las bases de datos e información georeferida.

5.3.1. Información proveniente de la Gerencia de Aguas Subterráneas de la Comisión Estatal

Calidad (m)

Piezometría: 1 pozo

Análisis de salinidad, aniones y cationes. Aprox. aprovechamientos

Análisis de calidad: otros parámetros clave, entre ellos el flúor, 28 aprovechamientos 1989 - 2003

30 pozos con cálculo de extracción

30 pozos con datos constructivos.

Piezometría. Es de 200 pozos, con información dispersa desde 1968 hasta 2003

Hidrodinámica. Incluye resultados obtenidos por IGCSA, para transmisividad y conductividad hidráulica.

Extracción – SIN VERIFICAR (SOLO LECTURA) 988 datos que pueden auxiliar, pero se reconoce que aún se prestan a confusión (por lo cual se les denomina – sin verificar)-. A su vez corresponden a los años de 1985, 1990 y 2002.

5.3.1.1. GONDWANA

ANEXO 6. Bases de datos por usos, con coordenadas en grados decimales. Presenta volúmenes concesionados, consumos y extraídos – denota análisis de pérdidas por fugas para cada aprovechamiento -. Para el uso público – urbano se observan errores en la base de datos.

ANEXO 2. Base de datos generales. Se tiene claro el volumen concesionado, más no el extraído (en REPDA).

ANEXO 4. Cálculo de las extracciones de todos los pozos, completadas con extrapolación.

Viene para acuíferos separados (tres: Encarnación, Ojo caliente y Aguascalientes)

5.1.3.2. GUYSA

Capítulo IV. Incluye censo de extracciones de 1980, con volúmenes extraídos por pozo.

Tabla IV. 7. Piezometría hasta 1996

Tabla IV. 4. Censo de extracciones antiguo, los volúmenes extraídos en 1980 resultan en una suma del orden de 800 hm³, lo que parece erróneo.

Tabla VI. 6. Historial de extracciones, incompleto, de 1969 a 1996, con claves de pozos, coordenadas y “pozos virtuales”. Se presenta para 1996 una extracción ajustada a una magnitud de 437 hm³ exactos.

5.3.2. Discretización del acuífero y ubicación de la malla de modelación

El modelo matemático realizado en el año de 1996, no cubrió la totalidad del área incluida dentro de la poligonal oficial que limita al acuífero interestatal. Por esta razón en el presente modelo fueron agregadas nuevas celdas, en dirección hacia el Norte. El problema ocurrió igualmente en los sentidos E y W del modelo, lo que conllevó a una reubicación total de la malla.

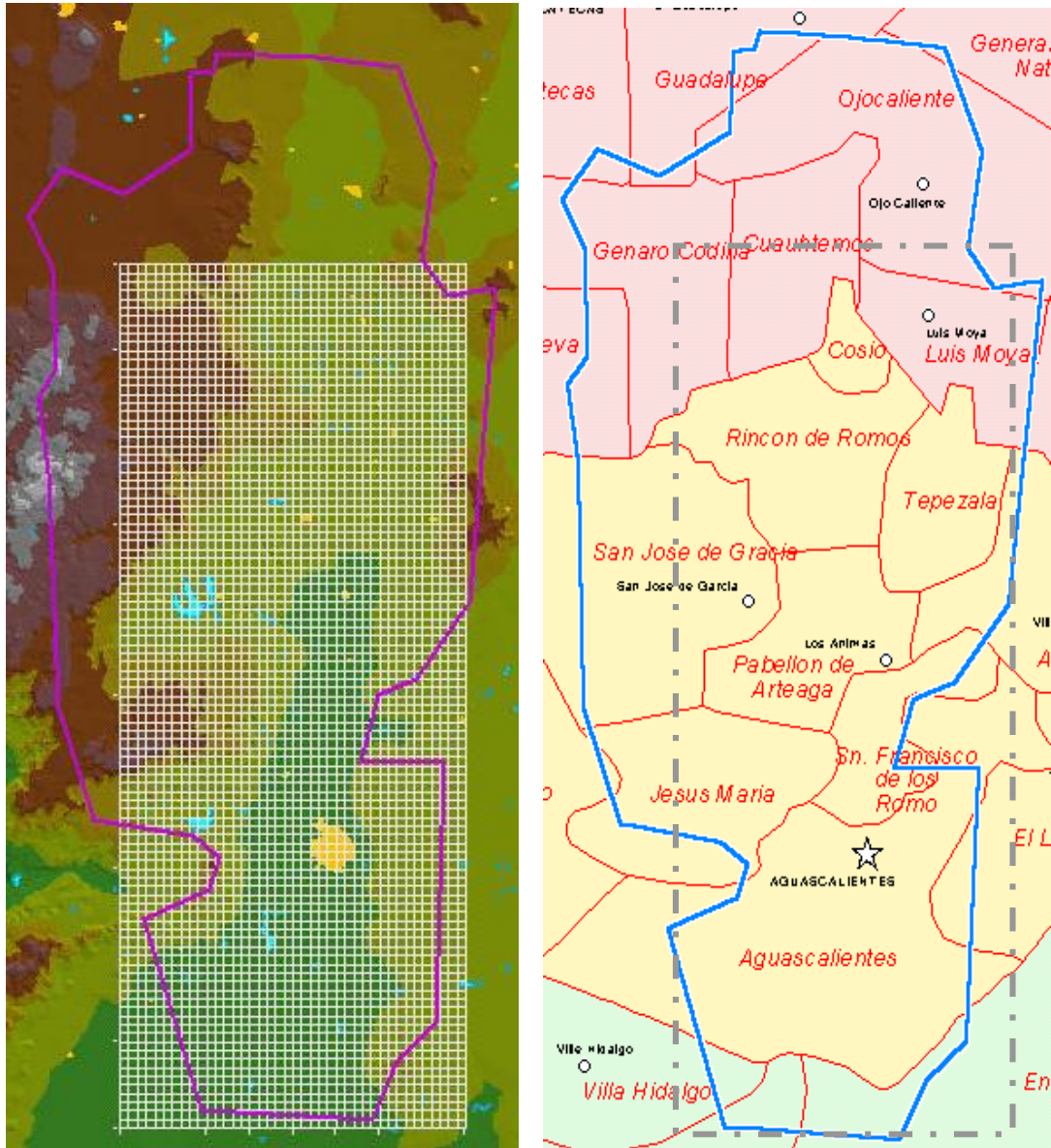


Figura 5. 2. Comparación entre malla de 1996 y límite oficial del acuífero interestatal

5.3.3. Correspondencia entre las distintas nomenclaturas identificadas para los aprovechamientos

Se identifican 6 distintos tipos de numeración, con las cuales se han clasificado los aprovechamientos. Sin duda representan una fuente de incertidumbre, dado que con un universo que de acuerdo con el REPDA involucra un total de 3,047 aprovechamientos (estos dentro del Estado de Aguascalientes, lo que sugiere menos para los ubicados dentro de la zona de recarga del acuífero) con información reciente de volúmenes concesionados y extraídos.

Al considerar la necesidad de reconstruir un historial piezométrico e hidrométrico, así como la evolución del número total de captaciones, resultó necesario identificar los censos previos al REPDA, que se registran hasta 1996. En dicho año, el estudio de GUYSA procuró un análisis de correspondencia entre distintas claves.

ID GUYSA 361 aprovechamientos

Ariel	91
CNA	100
CGZA 1981	1274
CAPAMA	179
CVE REPDA	3,047

Como un instrumento para identificar la relación entre los pozos reportados por distintos censos, se llevó a cabo un análisis geográfico de la ubicación de los mismos y mediante un criterio de comparación de coordenadas y correspondencia, considerada una tolerancia de error de ubicación, inicialmente de 700 m y finalmente de 900 m, se obtuvo la correspondencia para 950 de los 1,200 aprovechamientos reportados por CGZA en su censo de 1981. Esto, al compararlos con los pozos listados por el censo del REPDA 2004.

La mayor correspondencia entre claves se encuentra entre los censos de Gondwana Vs CAPAMA – CGZA, tal que se identifican 217 aprovechamientos, con alternada relación con pozos de agua potable y de otros usos, respectivamente (CAPAMA – CGZA).

Únicamente 85 pozos cuentan con claves afines para las GUYSA, ARIEL, CNA, CGZA y CAPAMA.

Los aprovechamientos con Clave REPDA presentan asociación con otra clave, que podría ser similar a la de CGZA, lo que debe previamente rectificarse, mediante el uso de las coordenadas.

Cabe mencionar que el estudio de GONDWANA, llevado a cabo en el año 2002 para la Gerencia de Aguas Subterráneas, no analizó la relación entre distintas claves de pozos, ya que su objetivo fue determinar la magnitud actual de las extracciones. Sus datos, entonces, son precisos, pero difíciles de relacionar con las nomenclaturas desarrolladas hasta 1996. Este estudio maneja un nuevo sistema de claves para los aprovechamientos, consistentes en un número secuencial para cada registro en el REPDA.

5.4. Calibración

Se corroboró que una porción importante del Estado de Zacatecas cuenta con aprovechamientos de agua subterránea que no fueron considerados en el Modelo Matemático.

5.4.1. Reconstrucción de la historia de extracciones en el acuífero

A diferencia del Modelo de 1996, en el cual únicamente se contaba con información de extracciones correspondiente a 1981, el modelo por actualizar, ahora contará con un historial de extracciones más completo y preciso, que para el Año 2002 cuenta con un estudio de evaluación de las extracciones realizado por GONDWANA, que en conjunto con los reportes del REPDA, permiten inferir con mayor precisión la evolución de las extracciones por aprovechamiento.

Así como con el resto de la información que se ingresa al modelo matemático, la reconstrucción de la historia de extracciones constituye un elemento hoy favorable que incrementará la precisión en los procesos de calibración y predicción del modelo matemático.

De acuerdo con las conclusiones del modelo realizado en 1996, la carencia de información referente a ubicación de los aprovechamientos en el registro del Censo de 1980, junto con la imposibilidad de calibrar correctamente el modelo, obligó a sus autores a incorporar “pozos virtuales” para cumplir con una calibración de mayor similitud.

Fue de utilidad la información de estudios previos recabados para los Estados de Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco, como fueron síntesis geográficas, censos de aprovechamientos, evaluaciones hidrogeológicas entre otras, para conocer los volúmenes globales de extracción calculados a través de la historia para el acuífero (mismos que se detallan en la bibliografía del presente documento).

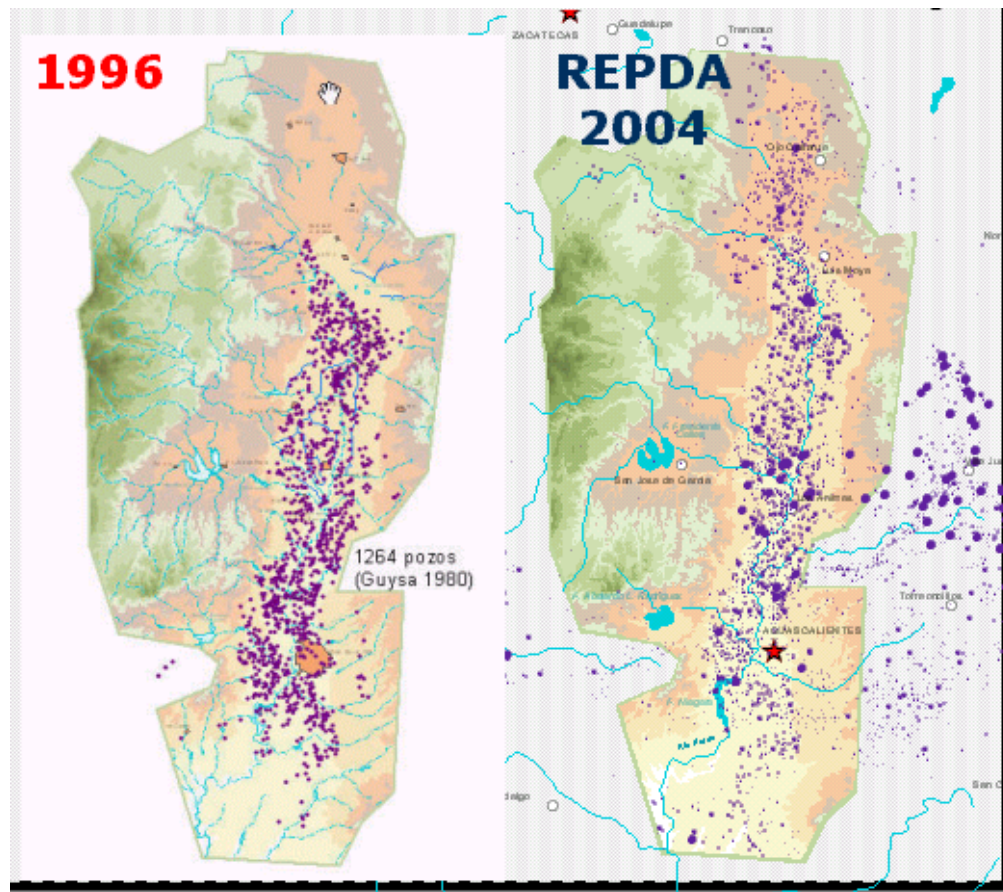


Figura 5. 3. Comparación entre censo de extracciones empleado en modelo de 1996 y censo actual, con información de REPDA, 2004

Ante la información actual, que registra cuando menos un 80% más de aprovechamientos georreferidos en el acuífero, se considera factible obtener una mayor precisión en el comportamiento efecto de las extracciones.

5.4.2. Reconstrucción de la situación piezométrica de aprovechamientos en el acuífero

En general, se observa que la red piezométrica de monitoreo se concentra en la zona de planicie del Valle de Aguascalientes, lo que dificulta contar con un análisis completo y representativo del comportamiento del nivel estático y dinámico en la totalidad del área de recarga del acuífero.

5.4.3. Condiciones de frontera y de recarga del acuífero

Ante una malla de menores dimensiones que el área de recarga del acuífero, el modelo de 1996 reportó un flujo horizontal proveniente del Norte que se anticipa y que resulta menor en la nueva versión del Modelo, que comprende una mayor extensión de la Cuenca.

El modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico de 1996, establece que la mayor incidencia en la recarga del acuífero se atribuye a componentes de carácter de flujo intermedio y regional, mientras que los componentes locales son prácticamente nulos o de incidencia insignificante sobre el acuífero.

Si bien, dichas hipótesis tienen fundamentos en estudios experimentales de Geofísica (Carrillo, et Al) éstas condiciones fueron reconsideradas en la versión actual del modelo al tomar en cuenta la importancia de las fallas geológicas, del agua residual que fluye por los cauces y de la propuesta de proyectos de aprovechamiento de agua residual tratada, que en el futuro tendrán una influencia inevitable en el medio poroso y en el acuífero, de modo que el riesgo de contaminación debe revisarse, así como las hipótesis descritas.

Asimismo, en 1996 la metodología para evaluar las condiciones de recarga por infiltración de riego agrícola en las zonas de riego, fueron muy generales, mientras que el balance hidroagrológico de la nueva versión ofrece sin duda resultados más precisos.

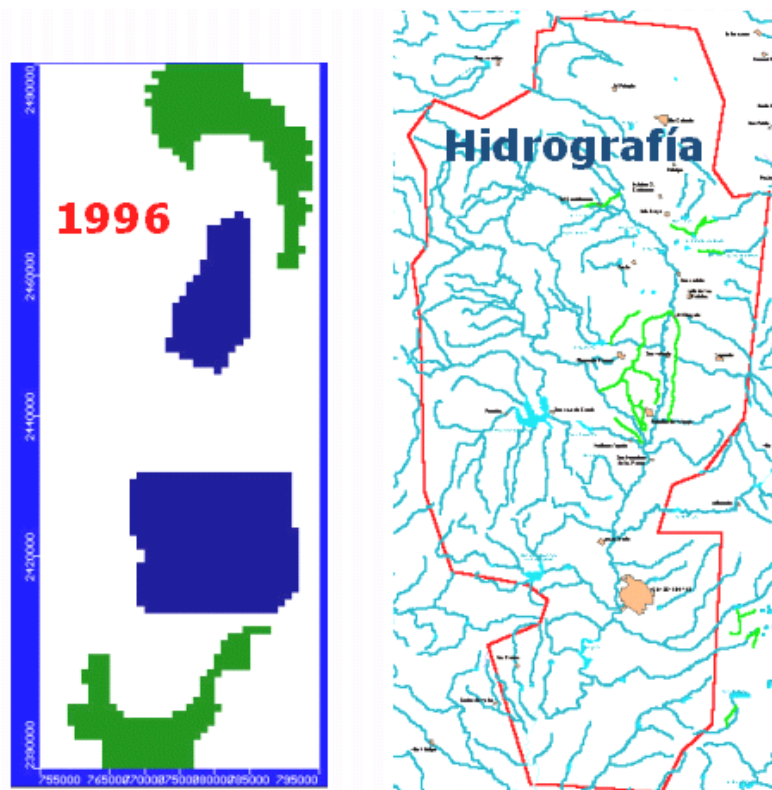


Figura 5. 4. Comparación de celdas de recarga vertical de 1996, con red de ríos y canales de la zona

Por su ubicación, se considera que la Presa Elías Calles no tiene influencia sobre el acuífero – recarga -, ni ningún río. Además, se considera constante el régimen de recarga. En conjunto, estas hipótesis simplificadas hacen del modelo de recarga un supuesto lineal, invariable y con un claro error al omitir el efecto de la estacionalidad y las variaciones anuales de la lluvia y del escurrimiento.

Sin duda, las simplificaciones en los criterios de clasificación de la recarga y descarga del acuífero, fueron motivo del elevado error resultante de las predicciones del modelo, donde se identificaron diferencias de hasta 16 m – según se reporta en el capítulo correspondiente del estudio de GUYSA -.

5.4.4. Otras observaciones al modelo de 196 y propuestas

Condiciones de recarga.

Se consideran tres tipos de celda con recarga anual constante, las zonas de recarga más intensa se ubican en áreas agrícolas, lo que indica una consideración de la percolación del agua empleada en el riego.

Los períodos de modelación son, el primero de 10 años y el segundo, de 6 años. La recarga se considera una constante anual, que no varía ni temporal ni espacialmente, situación que refleja un efecto nulo de la variación anual del clima, así como una consideración nula de los efectos del escurrimiento superficial en la zona de estudio.

Tampoco se identifican efectos establecidos en los sitios de las presas, donde la recarga puede acentuarse. Las simplificaciones de la hidrología superficial del modelo conceptual reflejan una burda simplificación de los componentes de recarga natural y artificial, que si bien no necesariamente cuentan con información representativa y de calidad, no tienen porque ser conceptualmente obviados. Para efectos de la actualidad, por ejemplo, resulta de gran importancia el papel del Río San Pedro y de su eventual efecto sobre la calidad del agua, dado como una fuente de recarga constante.

Se propone una evapotranspiración que anualmente no varía, y espacialmente fluctúa entre los 450 mm y 400 mm anuales.

Se identifican aprovechamientos con profundidad del cedazo de 400 m a 800 m, simplificación excesiva para reducir el efecto del error en los niveles pronosticados.

En cuanto al censo de extracciones, no se cuenta con una base de datos actualizada dentro del modelo, dado que existe un problema de compatibilidad entre las versiones, que sugiere la adecuación del archivo de texto para su funcionamiento en la ejecución del código.

En sus capítulos, el estudio de GUYSA confirma que únicamente se conocen las extracciones correspondientes al año 1981, mientras que el resto de las evaluaciones fueron obtenidas con métodos indirectos y escasa información.

Se considera que la información piezométrica es más detallada, aunque con una inconsistencia en años previos a 1969, relativa a dificultad de ubicar los pozos donde se tomaron las mediciones. Las configuraciones obtenidas para años posteriores presentan extensas áreas dentro del acuífero, con carencia de información detallada y por consiguiente, con un gran efecto de interpolación y extrapolación, lo que reduce la confiabilidad y la precisión en el análisis de evoluciones piezométricas.

Otro aspecto de importancia y relevancia para el modelo matemático, es el hecho de que de las cinco unidades hidrogeológicas en que se clasifica el acuífero, tres de éstas presentan influencia de medio fracturado y una de ellas, se considera básicamente impermeable, pues constituye el complejo basal metamórfico del acuífero. En este sentido, cabe mencionar que las ecuaciones de flujo con que se rige el modelo matemático, corresponden a un medio poroso, lo que elimina la confiabilidad en la interpretación del flujo subterráneo en medio fracturado.

De acuerdo con su comportamiento hidrogeológico las unidades geológicas anteriores se agruparon como sigue: Medio granular: material sin consolidar del Terciario y del Cuaternario; medio fracturado: las lavas riolíticas y las ignimbritas, y el medio de doble porosidad representado por las tobas Zoyatal y Aguascalientes. Los medios porosos y de doble porosidad alcanzan juntos un espesor promedio de 600 m y el fracturado de 300 m. Los tres medios geológicos constituyen en conjunto un acuífero heterogéneo de tipo libre.

De acuerdo con el modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico, se identifican importantes componentes de flujo regional e intermedio, comprobadas mediante pruebas de campo, que de hecho, se enuncian en algunos casos como las principales componentes de recarga del acuífero, mientras que el flujo local se encuentra modificado por la extracción mediante aprovechamientos hidráulicos.

Quizás una importante aportación de la actualización del modelo matemático, constituya la actualización y el mayor detalle en el sistema de flujo local, dada la omisión en el detalle de los efectos de los cauces, presas e inclusive de la infiltración pluvial en la zona de estudio. Aspectos como la evapotranspiración podrían ser de mayor complejidad y serían soportados con las conclusiones obtenidas por el estudio de Gondwana, en 2002. Al considerar que este último estudio se vale de técnicas indirectas (eficiencia electromecánica y percepción remota principalmente) para evaluar las extracciones y que el último censo detallado de extracciones data de 1981, se confirma la necesidad de actualizar un censo detallado de aprovechamientos, así como de implementar instrumentos de medición que permitan determinar en forma directa la magnitud de las extracciones.

Gran parte de los brocales de los pozos no se encuentra nivelado, lo que conllevó a una propuesta de cotas a partir de cartas topográficas de INEGI, con un error del orden de 5 m en los supuestos. Los piezómetros identificados y sus resultados en términos de evolución del nivel estático, no se consideraron representativos de toda la zona de estudio. Esta situación sugiere que el censo de aprovechamientos incluya la nivelación de los mismos.

5.5. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad, cuantifica la incertidumbre en el modelo calibrado causado por las variaciones estimación de los parámetros hidrogeológicos de acuíferos y condiciones de frontera. Los valores de los parámetros fueron cambiados en rangos previamente establecidos. La magnitud de los cambios de solución, es una medida de la sensibilidad de ese resultado a un parámetro en particular.

Los resultados se expresan, como el efecto de los parámetros en el error promedio de la calibración.

5.5.1. Observaciones a la base de datos de los estudios previos relativa al modelo matemático.

Condiciones en las que se encuentran las bases de datos de extracciones y características de las mismas.

Uno de los insumos más importantes para ingresar al modelo es el referente a las extracciones para diferentes años, sin embargo al revisarse las bases de datos de las que se disponen se observa por una parte una carencia de datos y por otra los volúmenes que se reportan en algunas bases no son confiables. En base a esto se hace una breve descripción de cada una de las bases que se pudieron recopilar.

Base de datos de extracciones del SIGMAS, año 2002.

Únicamente contempla pozos del Estado de Aguascalientes, en total suma 994 registros.

El volumen total de extracciones es de 166.339 hm³/año. Los volúmenes fueron obtenidos mediante los datos de gasto instantáneo medido en campo, las horas que opera al día y los días al año que trabaja el pozo.

Base de datos de extracciones de GONDWANA., año 2001

Contempla pozos en todo el acuífero, incluidos en Zacatecas y Jalisco, tiene 1178 registros.

El volumen total de extracción de esta base de datos es de 185.224 Hm³/año. El volumen total de extracciones fue obtenido de mediciones de campo de gastos

instantáneos, de mediciones en campo de eficiencias electromecánicas y extrapolación de resultados a los demás pozos.

Base de datos del REPDA, año 2004.

Conformado por 3057 registros de pozos que se ubican exclusivamente dentro del acuífero.

El volumen total asignado o concesionado que se maneja en esta base de datos es de 384.529 hm³/año, incluye pozos de Zacatecas.

Además contempla datos constructivos del pozo, tales como: profundidad total, diámetro de la descarga, etc. Se está tratando de conseguir la parte faltante correspondiente al Estado de Jalisco.

Base de datos del REPDA, año 2001.

Esta base contiene 3101 registros de pozos ubicados exclusivamente dentro de los límites del acuífero, aunque 176 pozos de Aguascalientes no tienen coordenadas geográficas para su ubicación en planos y la suma de éstos es de 129.688 Hm³/año. El volumen total asignado o concesionado que se maneja en esta base de datos para el total de pozos es de 414.460 Hm³/año, de los cuales 57.842 Hm³/año corresponden a pozos de Zacatecas, 5.789 Hm³/año corresponden a pozos de Jalisco y los restantes 350.819Hm³/año corresponden a Aguascalientes. El número de aprovechamientos dentro del acuífero y pozos por estado es de 2430 en Aguascalientes, 597 en Zacatecas y 36 en Jalisco

Base de datos de GUYSA, año 1980.

Se encuentra conformada esta base de datos por 1108 registros de pozos que se ubican exclusivamente dentro del acuífero, en la porción del Estado de Aguascalientes. La suma de los volúmenes de extracción de estos pozos es de 373.618 Hm³/año.

Base de datos de GUYSA, año 1985.

Esta base de datos cuenta con 164 registros de pozos ubicados dentro del acuífero y en la porción del Estado de Aguascalientes. La suma de los volúmenes de extracción es de 84.6 Hm³/año

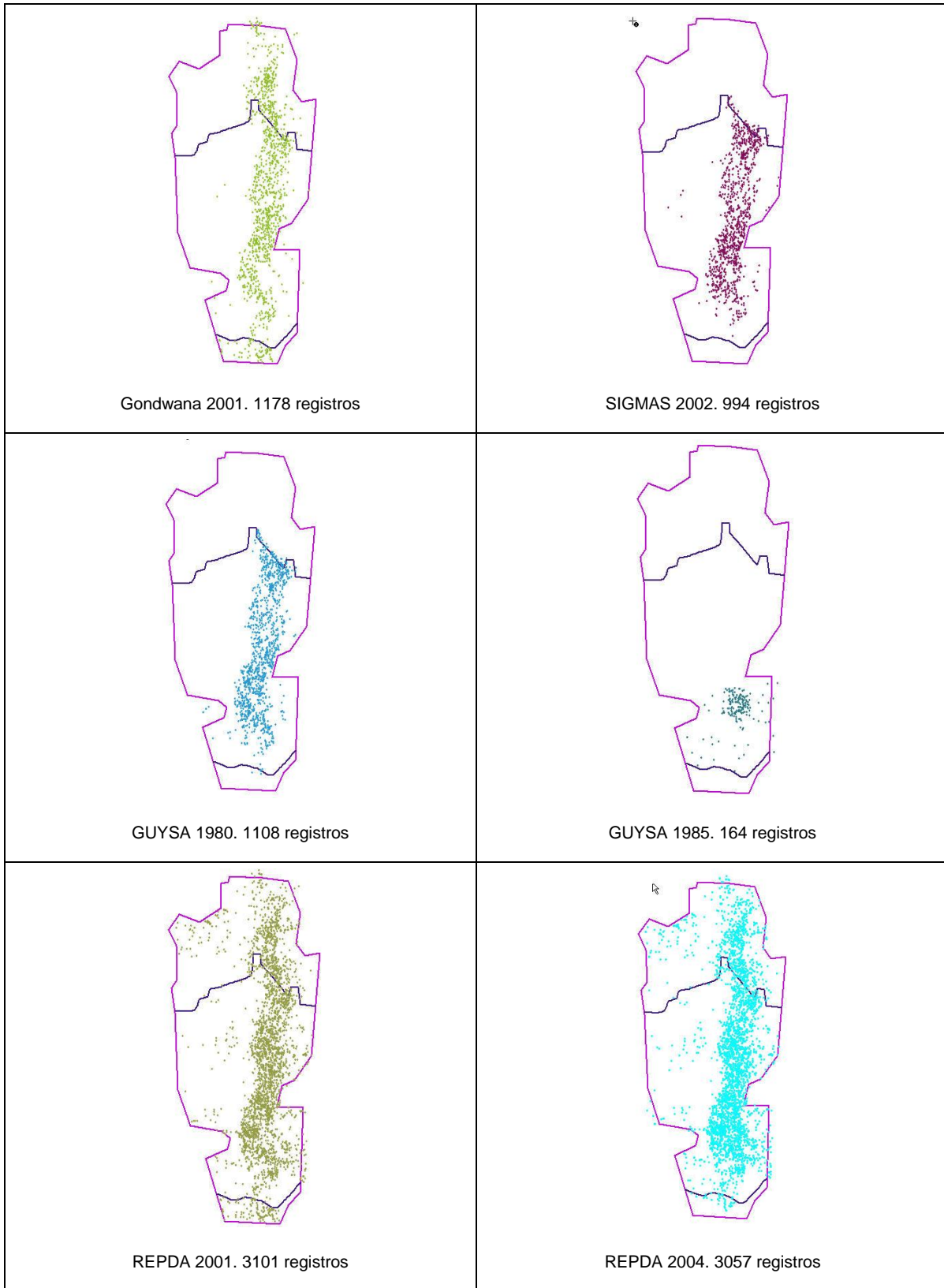


Figura 5.5. Visualización de los aprovechamientos dentro del acuífero, de cada una de las bases de datos recopiladas

Resumiendo, de las bases de datos anteriores las que contienen los datos más confiables son la de GUYSA de 1980 a la cual se le tendría que agregar 538 aprovechamientos (450 pozos y 88 norias) de Zacatecas, que ya existían desde 1977. Otra confiable es la base de datos del REPDA de 2004 a la cual se le tendrían que añadir los aprovechamientos de Jalisco, los cuales ya fueron solicitados y que en caso de no obtenerse, se agregarían los que aparecen en la base de datos del REPDA de 2001; esta base de datos no es tan confiable debido a que hace referencia a los volúmenes concesionados y no a los que se extraen realmente, los cuales son superiores a los que maneja el REPDA pero es la más completa en cuanto al total de aprovechamientos existentes. Por otro lado el número o clave del pozo en cada base de datos es distinta, lo que dificulta saber que pozo corresponde a cual.

5.5.2. Características de la base de datos de hidrodinámica.

Se logró integrar una base de datos de 77 registros de pozos ubicados en el acuífero. La información que contiene además de sus coordenadas geográficas son: elevación del brocal, fecha de la prueba de bombeo, caudal durante la prueba, transmisividad en abatimiento y en recuperación, coeficiente de almacenamiento y abatimiento total. Esta información servirá para calcular la conductividad hidráulica que será la que se ingrese al modelo, auxiliándonos además de las secciones geológicas que se han realizado en diferentes estudios y de 82 registros de cortes litológicos de pozos.

Características de la base de datos de piezometría.

Se logró integrar una base de datos conformada por 387 pozos con datos de piezometría que van en algunos casos de 1968 a 2001 con estos datos y la elevación del brocal se pudo determinar la elevación del nivel estático.

Características de la base de datos de Hidrogeoquímica

Se logró integrar una base de datos de aniones y cationes de 991 aprovechamientos, además se cuenta con otra base de datos de 28 aprovechamientos de parámetros tales como metales y flúor

Tabla 5. 2. Situación de modelo original, propuesta actual y requerimientos posteriores

OBJETIVOS DEL MODELO	SITUACIÓN 1996	EXPECTATIVAS 2004	REQUERIMIENTOS POSTERIORES
Predicción global del comportamiento del acuífero ante políticas generales de extracción	Error de hasta 16 m en 15 años.		Error menor a 3 m en las predicciones.
Predicción del comportamiento	El nivel de detalle, del todo general, no	El incremento en el nivel de detalle en la	La mejoría en el conocimiento de las

piezométrico a nivel local, ante variables políticas espaciales de operación.	responde a las necesidades de una herramienta para modelación puntual.	descripción del medio físico incrementará la precisión local.	extracciones, piezometría y recarga, permitirá una calibración confiable para análisis puntuales.
Efectos del aprovechamiento del acuífero sobre la calidad del agua.	Esta versión no considera elementos de flujo que permitan modelar el efecto de la contaminación de cauces u otros cuerpos de agua.	Con la propuesta de celdas de recarga en las zonas de cauces, se evaluará el efecto del agua residual en cauces. La actualización no procura un modelo de transporte ni de densidad variable.	El conocimiento detallado del medio y de la calidad del agua, permitirá realizar pronósticos del efecto del aprovechamiento sobre el termalismo y la concentración de Flúor u otros elementos en el agua. Modelo de densidad variable.

Tabla 5. 3. Descripción de expectativas del modelo en sus distintas etapas de diseño

PARÁMETROS	SITUACIÓN 1996	EXPECTATIVAS 2004 (ESTE CONTRATO)	EXPECTATIVAS POSTERIORES
Extracciones	Únicamente se conoce censo de 1981.	Se conoce censo de 1981, además de un censo detallado de pozos y una evaluación de extracciones de 2002	Aplicación representativa y sistemática de hidrometría para pronósticos estacionales y anuales confiables.
Recarga natural	No se consideran cuerpos de agua.	Se consideraron los principales ríos y presas como celdas de recarga, en principio constante. La recarga pluvial se clasifica en tres tipos de celda.	Pruebas de infiltración en cauces, hidrometría, secciones de aforo y conocimiento de la calidad del agua.
Recarga inferida	La recarga por percolación agrícola se considera concentrada en la zona de riego de Pabellón, mientras que la urbana, en un rectángulo que envuelve a la Cd de Aguascalientes	La recarga por percolación agrícola se obtiene a través de un balance hidroagrónomico. Las fugas en redes de agua potable son las reportadas por las autoridades.	La mejora en hidrometría y conocimiento de parámetros hidráulicos, facilita el cálculo de las infiltraciones por fugas en el uso del agua.
Piezometría	Se generaron superficies a partir de un código Surfer y contra éstas se calibraron los resultados del modelo.	La calibración piezométrica se propone a través de piezómetros con información, lo que confiere mayor representatividad a la calibración en la zona de aprovechamiento.	El monitoreo sistemático de la red piezométrica y una mayor disponibilidad de información, incrementarán la confiabilidad del modelo.
Conductividad hidráulica	Considerado un medio anisotrópico con menor conductividad vertical que horizontal.	Se cuenta con al menos 5 pruebas de bombeo más que en la versión de 1996, lo que mejorará la propuesta de coeficientes para el área de estudio.	La ejecución de pruebas de bombeo en más puntos del acuífero, proporcionará una mayor precisión al modelo matemático.

Coeficiente de almacenamiento	Se consideraron únicamente dos valores para la zona, lo que sugiere la revisión del tema.		Debe ser tan detallada como la conductividad hidráulica.
Efecto global sobre el modelo	Se concluye que el modelo aún no es confiable, aunque se adaptó para reproducir los niveles registrados hasta 1996.		El modelo será confiable para su uso a nivel general o local en el acuífero, ya sea para rasgos de cantidad o calidad del agua.

Contenido

FIGURAS 16

6. BALANCE INTEGRAL DEL AGUA 168

- 6.1. BALANCE HIDROLÓGICO / AGRONÓMICO 168
- 6.2. BALANCE POR ZONAS DE DIFERENTE INTENSIDAD DE EXPLOTACIÓN 171
- 6.3. CÁLCULOS PARA REALIZAR EL BALANCE HIDRÁULICO 173
 - 6.3.1. *Red de flujo y condiciones espaciales y temporales de frontera en la ecuación de balance* 173
 - 6.3.2. *Criterios para el cálculo de las componentes de la ecuación de balance* 175
 - 6.3.2.1. Extracción por bombeo (B) 175
 - 6.3.2.2. Infiltración en los cauces 206
 - 6.3.2.3. Infiltración de origen pluvial (infiltración vertical) 207
 - 6.3.2.4. Infiltración en presas y lagos 214
 - 6.3.2.5. Fugas en redes urbanas 214
 - 6.3.2.6. Percolación en riego agrícola 215
 - 6.3.2.7. Evaporación por afluencia del nivel freático 216
 - 6.3.2.8. Evapotranspiración por plantas freatófitas 216
 - 6.3.2.9. Descarga hacia el flujo base de las corrientes 216
 - 6.3.2.10. Cambio de almacenamiento (CVA) 217
 - 6.3.2.11. Coeficiente de almacenamiento (S) 217
 - 6.3.2.12. Entradas y salidas por flujo subterráneo horizontal (Esh y Sh). 217
 - 6.3.2.13. Aplicación de la ecuación de balance de agua subterránea. 220

Figuras

Figura 6. 1. Importancia del balance hidroagrónómico y sus temas relacionados con el Plan de Manejo	171
Figura 6.2. Red de flujo de agua subterránea, obtenida de la configuración de la elevación de los niveles estáticos del año 1997.....	174
Figura 6.3. Extracción para uso agrícola y lámina media precipitada anual.....	198
Figura 6.4. Volumen de agua superficial de presas para riego	198
Figura 6.5. Consumo de agua para uso potable	199
Figura 6.6. Volumen de aguas negras utilizadas para riego	199
Figura 6.7. Volumen de agua subterránea para riego	200
Figura 6.8. Extracción de agua subterránea para uso público y población dentro del área de influencia del acuífero	202
Figura 6.9. Evolución de las demandas de agua subterránea para todos los usos en el periodo 1980-2002	205

Figura 6.10. Evolución de la extracción de agua subterránea desglosada en porcentaje	206
Figura 6.11. Infiltración en cauces y lámina precipitada anual	207
Figura 6.12. Infiltración pluvial y lámina pluvial anual.....	208
Figura 6.13. Evolución de las extracciones de agua potable y fugas en las redes..	214
Figura 6.14. Infiltración de agua destinada a la agricultura	216
Figura 6.15. Representación esquemática del flujo de recarga horizontal	220

Tablas

Tabla 6.1. Superficie de riego sembrada dentro del área de influencia del acuífero (ha) 1980-1991.....	176
Tabla 6.2. Superficie de riego sembrada dentro del área de influencia del acuífero (ha) 1992-2002.....	178
Tabla 6.3. Lámina de requerimiento de riego neto de agua por cultivo y por año (metros) de 1980 a 1991	180
Tabla 6.4. Lámina de requerimiento de riego neto de agua por cultivo y por año (metros) de 1992 a 2002	181
Tabla 6.5. Volumen anual neto de agua requerido para cultivos de riego dentro del área de influencia del acuífero (hm ³) 1980-1991.....	183
Tabla 6.6. Volumen anual neto de agua requerido para cultivos de riego dentro del área de influencia del acuífero (hm ³) 1992-2000.....	185
Tabla 6.7. Sistemas de riego de 1990 al 2002	187
Tabla 6.8. Láminas de riego empleadas por cultivo según sistemas de riego	188
Tabla 6.9. Eficiencias que se propusieron de 1980 a 2002.....	188
Tabla 6.10. Lámina de requerimiento de riego bruto por cultivo y por año (metros) 1980-1991	192
Tabla 6.11. Lámina de requerimiento de riego bruto por cultivo y por año (metros) 1992-2002	194
Tabla 6.12. Volumen anual bruto de agua requerido para cultivos de riego dentro del área de influencia del acuífero (hm ³) 1980-1991.....	196
Tabla 6.13. Extracción de agua subterránea para uso potable 1980-2002	200

Tabla 6.14. Demanda de Agua potable por año y por municipio en el periodo 1980 - 2002 (hm ³).....	201
Tabla 6.15. Población animal por especie y por año dentro del área de influencia del acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.	203
Tabla 6.16. Consumo diario promedio de agua para especies pecuarias	203
Tabla 6.17. Volumen de extracción para uso pecuario por especie y por año (hm ³).....	204
Tabla 6.18. Volumen de extracción de agua subterránea por año y para diferentes usos (hm ³).....	204
Tabla 6.19. Resumen de las demandas de agua subterránea para los diferentes usos (hm ³).....	205
Tabla 6.20. Precipitación media, volumen precipitado y temperatura media/año....	209
Tabla 6.21. Evapotranspiración real calculada con el método de M. Turc	209
Tabla 6.22. Escurrimiento virgen.....	210
Tabla 6.23. Principales Presas que se localizan dentro de la zona de influencia del acuífero	211
Tabla 6.24 Extracción de agua de presas (sin contar el agua residual tratada)	211
Tabla 6.25 Evaporación en vasos	211
Tabla 6.26. Datos utilizados para el cálculo de retornos agrícolas de agua superficial	212
Tabla 6.27. Balances de agua superficial para los años de 1980 a 2002	212
Tabla 6.28. Pérdidas en las redes de agua potable (hm ³).....	214
Tabla 6.29. Perdidas por infiltración en el riego de cultivos	216
Tabla 6.30. Parámetros involucrados en el balance de aguas subterráneas para el periodo 1980-1997	221
Tabla 6.31. Parámetros involucrados en el balance de aguas subterráneas para el periodo 1980-2000	222
Tabla 6.32. Cálculo del cambio de almacenamiento promedio anual, así como de las entradas y salidas naturales e inducidas utilizando los datos del periodo 1980-1997	223

Tabla 6.33. Cálculo del cambio de almacenamiento promedio anual, así como de las entradas y salidas naturales e inducidas utilizando los datos del periodo 1980-2000	223
--	-----

6. Balance integral del agua

6.1. Balance hidrológico / agronómico

Adicionalmente en el balance se considerarán aspectos agronómicos aplicando las recomendaciones y la hoja de cálculo diseñada por el Internacional Irrigation Management Institute (IIMI), proporcionada por la Dependencia. Este programa involucra factores hidrológicos (precipitación, escurrimiento, evaporación, etc.), hidrométricos, cuerpos de agua, áreas de cultivo, sistemas de distribución de riego y drenaje, sistemas urbanos, pérdidas en dichos sistemas, salidas por drenes, infiltración, evapotranspiración, bombeo, entre otros.

La evaluación de dichos factores servirá para detallar opciones de manejo de la demanda y precisar el modelo de simulación de flujo subterráneo con relación a la distribución de la recarga inducida (retorno de riego, pérdidas en canales, fugas en el sistema de la red de agua potable y saneamiento), de la precipitación, así como otros identificados.

La base de la información para realizar el balance hídrico-agronómico es muy importante, porque se incluirá en el modelo de simulación de flujo y en la definición de alternativas de manejo para el acuífero. Para actualizar y complementar los datos existentes fue necesario la recopilación de los siguientes temas:

- Agrícola:
 - Patrón de cultivos, superficie y láminas de riego
 - Sistemas de
 - Patrón de cultivos en invernaderos o bajo malla sombra
 - Beneficio neto por cultivo (\$/m³)
 - Oferta y demanda de los cultivos en el mercado
 - Cultivos mas importantes en la generación de empleos
 - Tipo de suelos y climas
 - Infraestructura para la conducción del agua a las parcelas
- Pecuarios:
 - Número de cabezas por tipo de ganado
 - Alimentos en que se basa su dieta
 - Fin productivo del ganado (leche o carne) y destino de la producción

- Económicos y sociales:
 - Participación del sector agrícola en el PIB y PEA e inactiva
 - Apoyos dados en los últimos años, por programas de SAGARPA Y CNA, del Gobierno federal y estatal y los productores
 - Cuántos en total han solicitado apoyos y a cuántos se les ha otorgado
 - Cuáles y cuánto mas pueden recibir en apoyos, es decir, disponibilidad de programas y recursos existentes
 - Desglose de apoyos a productores libres y a organizaciones
 - Tipo de organizaciones que prevalece (Tipo de figuras jurídicas)
 - Servicios con que cuentan para el transporte y comercialización de los cultivos que se producen en la región.
 - Experiencias exitosas con proyectos innovadores
 - Costo de los invernaderos y beneficios económicos que genera

- Ambientales:
 - Impacto ambiental de la agricultura y ganadería, como afecta y beneficia al suelo y calidad de los productos
 - Uso de agroquímicos en el proceso de producción de los cultivos
 - Potencial de superficie de cultivos que pueden usar agua residual tratada, hacer clasificación de cultivos por tolerancia a la salinidad y destino de la producción.

- Comercialización:
 - Canales de comercialización
 - Estrategias de mercado, presentación de los productos
 - Procesos de transformación (si los hay) en agroindustrias cuáles son
 - Destino de la producción

- Concesiones:
 - Registro del REPDA con volúmenes concesionados por usuario
 - Ubicación de pozos y volúmenes extraídos

Con el análisis de la información se definió:

Situación agrícola:

Actualización del patrón de cultivos, de superficie por cultivos y ciclo de producción, láminas de riego, costos de producción, valor de la producción, y beneficio neto por metro cúbico de agua. Igual para el caso de la producción en invernaderos.

Priorización de cultivos por su beneficio neto, generación de empleo y necesidades del mercado.

Diagnóstico de la infraestructura existente, con determinación de eficiencias, posteriormente propuesta de obras a realizar, mejoras y obras de inversión

Actualización y/o generación de mapas de la infraestructura y de los tipos de suelos y cultivos existentes en ellos.

Para proponer una organización del territorio y delimitación de límites de expansión y/o reducción de la agricultura. Reubicación de cultivos por tipo de suelo, disponibilidad y calidad del agua.

Situación pecuaria:

Diagnóstico de la explotación de ganado y su importancia económica en la región

Necesidades de agua para el consumo del ganado y calidad de la misma, para dar alternativas de producción para su alimentación, como lo es la producción intensiva de forrajes según el fin productivo y extensión del mismo en superficie.

Aspectos económicos y sociales:

Se determino el potencial de apoyos que pueden recibir los productores, por parte del Gobierno y de sus secretarías, y así determinar acciones viables técnica y financieramente, como son la tecnificación de sistemas de riego e invernaderos, modernización de la infraestructura y poner en marcha proyectos nuevos, según las experiencias exitosas y los intereses de los productores.

Tipo de organizaciones que prevalecen, su importancia en la organización de los productores de la región, para la producción y comercialización de sus productos

Aspectos ambientales:

Proyección escenarios con la ejecución y combinación de diferentes opciones, entre ellas se considera el uso de los agroquímicos, de la agricultura orgánica, la salinidad, sequía u otros fenómenos, sobre el impacto ambiental de cada una de ellas sobre la agricultura, la ganadería, el mercado y la población.

Dar opciones de solución a los diferentes escenarios y determinar la alternativa más óptima para el funcionamiento del Plan de Manejo Integral.

De comercialización:

Realizar estrategias de mercado, presentación de los productos y potencial de los procesos de transformación, considerando el destino de la producción para proponer los canales de comercialización más idóneos para los agricultores y ganaderos.

Sobre concesiones:

Propuesta de reglamento para su protección y sugerencias para el manejo de volúmenes concesionados, como son la tarifa, medición, transferencia de derechos en el agua, retiro y/o disminución del tiempo y volumen la concesión, tomando en cuenta la disponibilidad de agua en el acuífero.

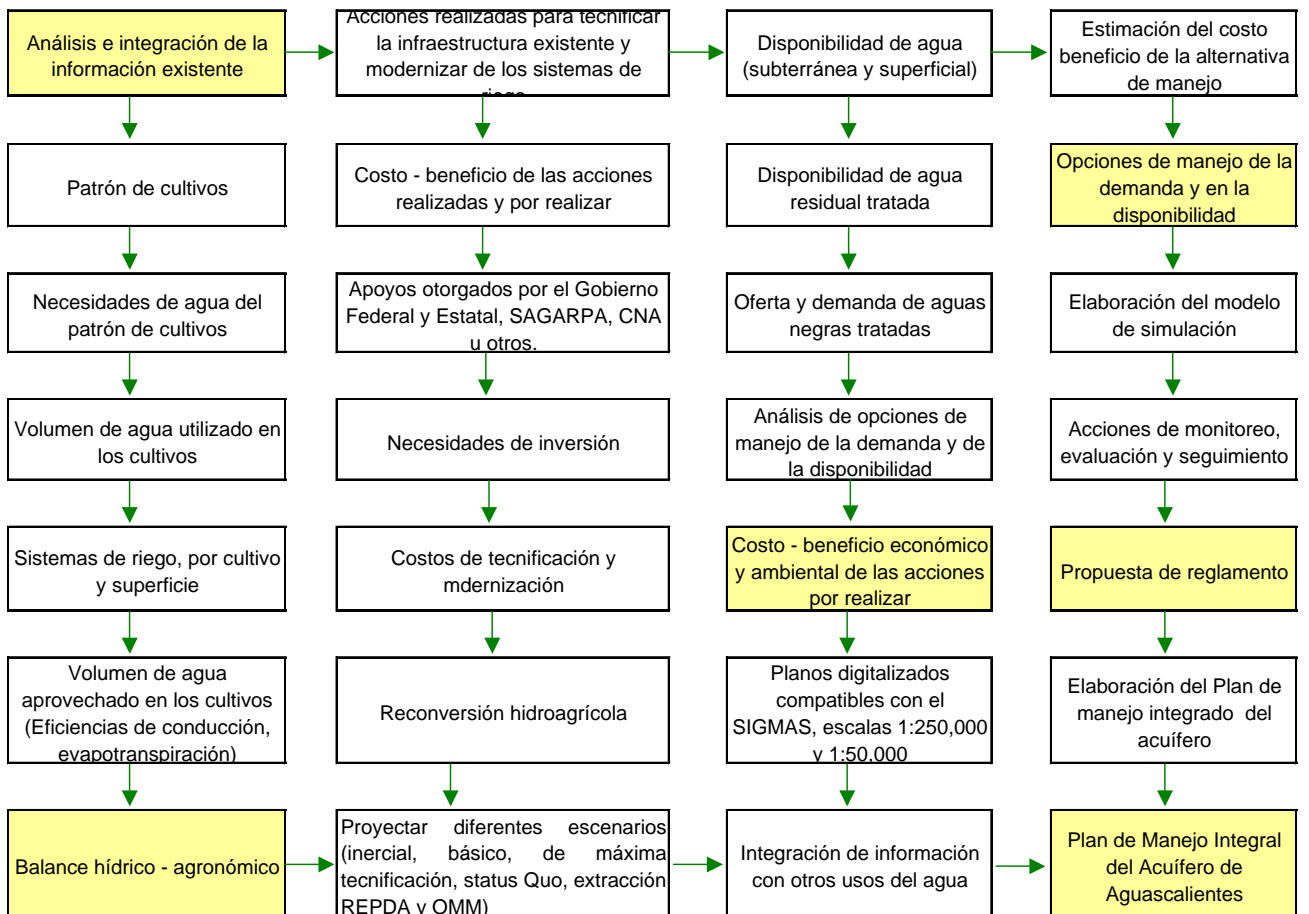


Figura 6. 1. Importancia del balance hidroagrónómico y sus temas relacionados con el Plan de Manejo

6.2. Balance por zonas de diferente intensidad de explotación

Una de las tareas a desarrollar para la toma de decisiones en el plan de manejo son los balances de aguas subterráneas, que de manera básica consisten en: registrar las entradas, salidas y el cambio de almacenamiento que se presentan en un lapso

de tiempo determinado en un área del acuífero, con el propósito de cuantificar su potencialidad.

Los balances que se llevarán a cabo, serán los siguientes:

- **Balance por zonas de diferente intensidad de explotación**, Conforme a la concentración de los aprovechamientos, se identificarán zonas o microcuencas de diferente intensidad de explotación en las que se elaborará el balance.
- **Balance de equilibrio**. Consiste en realizar un balance en el que las extracciones se igualen a la recarga del acuífero, a través de la implementación de acciones que reduzcan la demanda. Este balance se considerará como un estado de referencia para establecer metas sobre la estabilización del acuífero.
- **Balance REPDA**. Consiste en realizar un balance considerando el volumen de extracción concesionado por el REPDA.

Derivado de este análisis se deberá determinar la disponibilidad del agua subterránea.

El volumen de agua susceptible de ser aprovechado de un acuífero, atendiendo el criterio de conservación del recurso, se reduce al de su media anual y a un volumen mayor si se piensa extraer agua a costa del almacenamiento sin inducir efectos perjudiciales. Lo anterior lleva implícita una distribución adecuada de las extracciones en el área ya que, una localización inadecuada de un grupo de aprovechamientos puede propiciar una sobre-explotación, a pesar de que solo se extraiga del acuífero un volumen semejante al de su recarga.

El emplazamiento adecuado de las captaciones, evidentemente estará supeditado al mecanismo de recarga y descarga del sistema acuífero, por lo que su conocimiento previo a la planeación de la extracción a su máxima capacidad, es fundamental.

El valor de la recarga de un sistema acuífero, se estima mediante el planteamiento de un balance de agua subterránea, el cual permite ignorar las serie de fenómenos complejos que se establecen en la zona de aireación y trabajar con el volumen de agua que efectivamente ingresan al acuífero.

Dicho balance está basado en la aplicación de la ecuación de conservación de masa y establece que en un periodo determinado, las entradas menos las salidas que ocurran en un sistema, son iguales al cambio de almacenamiento. Su aplicación, por lo tanto, requiere de un conocimiento de los volúmenes que ingresan y los que son evacuados en forma natural o artificial (inducida) del acuífero, así mismo, es necesario tener un conocimiento de los parámetros hidrodinámicos del acuífero.

El dictamen expuesto en 1996 en el estudio de modelación del acuífero, relativo al balance de agua subterránea fue el siguiente: “La ecuación de balance de agua

subterránea no se puede aplicar adecuadamente con los datos disponibles, fundamentalmente en lo que concierne a la distribución de la evolución del nivel estático, por lo que no se puede obtener el volumen drenado y por lo tanto uno de los miembros de la ecuación”.

En la integración del modelo matemático realizada por GUYSA en 1996, consideraron inviable la integración de una ecuación de balance de aguas subterráneas. El modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico fue integrado de manera totalmente teórica, cualitativa, sin definir cifras u órdenes de magnitud de los componentes de la ecuación de balance.

En forma complementaria, el presente trabajo considera la información piezométrica y de hidrometría de captaciones actualizada, así como datos hidrométricos de las corrientes superficiales e infraestructura hidráulica, así como climatología, para definir una ecuación de balance hidrológico congruente con los registros oficiales de la CNA y dependencias predecesoras.

1. Identificación de estaciones hidrométricas en boletín hidrológico
2. Análisis de registros hidrológicos de principales corrientes aforadas.
3. En su caso registros de almacenamientos y descargas de las principales presas.
4. Identificación de estaciones climatológicas y registros
5. Configuración geológica superficial y clasificación de la permeabilidad del terreno, así como de sus coeficientes de infiltración.
6. Integración de isolíneas para definir un modelo de recarga vertical.

6.3. Cálculos para realizar el Balance hidráulico

6.3.1. Red de flujo y condiciones espaciales y temporales de frontera en la ecuación de balance

Con el objeto de calcular las entradas y salidas por flujo subterráneo, así como para definir las direcciones principales del mismo, en la configuración ortogonal de elevaciones del nivel estático correspondiente al año 1997 se trazó la red de flujo. En esta figura se observa que la dirección predominante del flujo subterráneo ocurre de la porción norte de la cuenca hacia el sur de la misma, rumbo a Encarnación de Díaz, Jalisco y que en general el acuífero recibe alimentaciones en los bordes del mismo, siendo de mayor importancia los que tienen lugar en sus porciones noroeste y noreste.

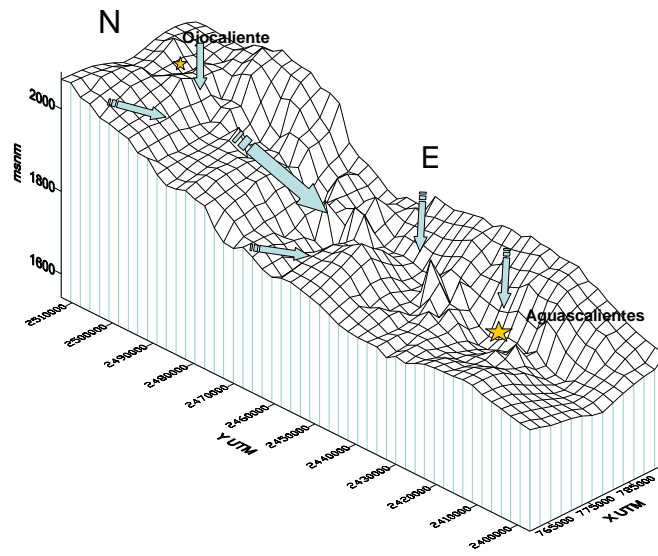


Figura 6.2. Red de flujo de agua subterránea, obtenida de la configuración de la elevación de los niveles estáticos del año 1997

La propuesta de las fronteras para realizar la ecuación de balance son un aspecto fundamental donde se refleja el enfoque del estudio. En apariencia, éstas podrían considerarse hasta el parteaguas hidrológico; sin embargo esta superficie es casi ocho veces mayor a la zona de aprovechamiento no sería representativa para fines prácticos, ya que en su mayor parte carece de información hidrogeológica.

Al reconocer como principal objetivo de la ecuación de balance la determinación de la disponibilidad de agua en la zona de aprovechamiento (que a su vez concentra la información existente) es dentro de esta zona donde se detalla el análisis; lo cual no implica descartar los fenómenos hidrológicos de la cuenca.

La superficie del área de balance es un tercio menor que el área total de la Cuenca de Aguascalientes, debido a que únicamente se tomó en cuenta el área que contiene información piezométrica de pozos; esta área se localiza en una franja que corre de norte sur por toda la parte central de la cuenca y cuya extensión es de 3,154.56 Km², mientras que el área de la cuenca definida por la poligonal del acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación es de 4,743.49 Km².

Asimismo, la ecuación de balance se calcula para un período en el cual ocurre el fenómeno del ciclo hidrológico en este caso se realizó el balance para dos periodos, el primero de 1980 a 1997 y el segundo de 1980 a 2000, no fue posible realizar el balance para años posteriores al 2000 debido a que la información piezométrica no es confiable (ver hidrógrafos) en muchos casos, amén de que son escasas las mediciones piezométricas que se tienen; no se cuenta con datos en las porciones de los estados de Zacatecas y Jalisco después de 1997. El enfoque de partida es el estudio anual del balance, dado que la administración del agua y los ciclos agrícolas,

así como otros procesos, se miden en años, además de que “el año” representa una unidad para la cual existe una concentración representativa de registros. Asimismo, se pretende conocer la evolución del comportamiento del acuífero, para lo cual se utilizará información que data desde 1980, misma que permite evaluar los efectos del aprovechamiento y el fenómeno de la sobreexplotación.

Como se observa, varios componentes de la ecuación representan valores que no presentan un alto grado de precisión (o ninguno) en su medición o registro, sin embargo el cálculo permite identificar el orden de magnitud en que pueden encontrarse cada uno de ellos, su importancia para el balance y una primera aproximación para su presentación conjunta en una ecuación.

Las imprecisiones se señalan y se toma en cuenta que los objetivos que se persiguen con el conocimiento del funcionamiento del acuífero invariablemente conllevarán a un mayor enriquecimiento de la información y precisión de las cifras en el futuro.

6.3.2. Criterios para el cálculo de las componentes de la ecuación de balance

6.3.2.1. Extracción por bombeo (B)

Debido a que no existen registros de extracciones por pozo, dado que la mayoría de ellos no cuentan con medidores volumétricos fue necesario cuantificar las extracciones de manera anual y de acuerdo a las demandas de agua exigidas para los diferentes usos, desde 1980 hasta el 2002; no se tomaron en cuenta los datos de extracción total que se reportan en varios informes debido a que en la mayoría de ellos no se toma en cuenta la porción de Ojocaliente ni la de Encarnación, además de que en los estudios anteriores al 2000 no se describe la metodología que se siguió para llegar a la extracción anual que reportan, por otro lado, los datos de extracción para el uso agrícola que reporta la empresa Gondwana Consultores en su estudio de 2001, tampoco los tomamos en cuenta debido a que ellos mismos manifiestan que no son muy confiables, dado que la determinación del volumen de extracción con imágenes de satélite se hizo únicamente para cultivos de otoño-invierno y perennes sin tomar en cuenta los de primavera-verano, mientras que la cuantificación de la extracción con eficiencias electromecánicas resultó muy baja, ya que las mediciones se realizaron únicamente en un 20% de los pozos y se extrapolaron los resultados a los demás pozos agrícolas.

Cuantificación de la extracción de agua subterránea para uso agrícola por año para el periodo 1980-2002

Para determinar la demanda de agua subterránea que se utilizó para riego de cultivos fue necesario investigar que cultivos se sembraron y la superficie de cada uno de ellos. Los datos de 1995 al 2002 se obtuvieron de los anuarios estadísticos de los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco, que publica el INEGI y en los cuales la superficie sembrada de riego para cada cultivo se desglosa por municipio. Aclarando que únicamente se tomaron en cuenta aquellos municipios cuya superficie queda en su mayor parte dentro del acuífero. Con los datos obtenidos de superficie

sembrada y cosechada, además de otros como: valor de la producción y volumen cosechado se integró una base de datos que se encuentra dentro del archivo cálculodevolumendeusoagrícola.xls y que consta de 3425 registros. Con esta base de datos y con la ayuda de tablas dinámicas se obtuvieron las superficies totales sembradas por cultivo y por año desde 1995 hasta el 2002.

Los datos de superficie sembrada de riego de los años 1980 hasta 1994 se obtuvo de un programa de cómputo que maneja SAGARPA y que puede ser bajada gratuitamente de su página de internet, este software se llama SIACON y maneja información por estado desde 1980 hasta el 2000. Dado que la información solo está por estado se tuvo que tomar la superficie total sembrada de riego de cada cultivo únicamente del Estado de Aguascalientes, la cual es igual en orden de magnitud a la de todo el acuífero inestatal y el padrón de cultivos también es similar a excepción de la guayaba, la cual se siembra casi en su totalidad en el municipio de Calvillo que se encuentra fuera del acuífero, quitando este cultivo se tomaron todos los demás obteniendo la siguiente tabla de superficies sembradas de riego:

Tabla 6.1. Superficie de riego sembrada dentro del área de influencia del acuífero (ha) 1980-1991

Cultivos	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Frijol	7,722	10,848	4,419	2,519	2,446	3,133	4,406	4,568	3,331	2,821	3,589	4,260
Maíz Grano	14,687	9,110	8,027	6,175	10,423	10,260	11,680	13,743	14,486	11,095	9,496	9,916
Trigo Grano	54	182	98	82	73	6	52	13	73	79	1	7
Subtotal Básicos	22,463	20,140	12,544	8,776	12,942	13,399	16,138	18,324	17,890	13,995	13,086	14,183
Alfalfa	4,830	4,925	5,507	5,588	5,475	5,807	6,365	7,057	8,437	8,378	8,818	8,234
Avena Forrajera	844	1,110	1,529	3,289	1,872	1,733	1,849	2,666	2,623	2,949	2,704	2,458
Cebada Forrajera	24	37	237	156	58	12	3	80	45	8	15	24
Cebada Grano	6	9	40	20	72	0	0	0	0	0	64	32
Col Forrajera	0	0	0	0	0	3	0	0	4	9	0	0
Coquiá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ebo	0	0	18	50	0	0	0	0	0	0	2	0
Garbanzo Forrajero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maíz Forrajero	3,080	3,940	3,329	3,458	2,009	4,137	4,717	4,788	5,354	5,104	5,303	8,923
Nopal Forrajero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasto Ciclo Corto	328	584	0	471	341	536	452	459	638	696	830	1,386
Pradera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sorgo Forrajero	5	72	29	89	33	86	659	29	125	43	191	105
Sorgo Grano	853	848	484	359	622	1,267	696	760	653	982	351	507
Trébol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triticale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0
Subtotal Forrajes	9,970	11,525	11,173	13,480	10,482	13,581	14,741	15,839	17,879	18,170	18,283	21,669
Aceituna	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Aguacate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chabacano	10	6	6	12	7	5	1	1	4	3	8	11
Ciruela	2	2	0	0	21	25	20	11	14	7	17	19
Durazno	2,003	1,500	1,500	1,590	1,382	1,475	1,602	1,381	1,267	1,168	1,083	817
Fresa	2	2	2	2	2	2	2	8	10	1	0	10
Guayaba	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Kiwi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manzana	2	2	0	0	0	13	14	14	4	4	11	8
Membrillo	7	7	8	10	11	11	3	8	8	8	10	10

Nopal	67	72	132	165	169	199	202	169	161	156	171	153
Nopal Tuna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Persimonio	0	2	0	0	4	4	4	7	7	9	8	6
Pistache	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sandia	3	2	1	1	0	6	2	4	10	1	0	0
Subtotal Frutales	2,101	1,600	1,655	1,785	1,602	1,746	1,856	1,609	1,491	1,363	1,314	1,040
Acelga	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	2	3
Ajo	1,031	648	559	868	1,069	903	1,001	1,510	1,780	1,148	1,040	1,444
Apio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betabel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brócoli	270	40	284	212	153	403	348	590	305	496	372	492
Calabacita	253	232	149	126	201	243	220	123	130	248	159	215
Calabaza	0	0	3	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Camote	3	10	38	0	1	3	11	9	16	15	24	28
Cebolla	173	167	108	106	77	149	123	121	239	141	224	188
Chicharo	10	5	6	9	3	12	12	15	24	57	49	63
Chile Seco	2,418	495	2,165	631	755	1,120	1,639	873	1,609	2,123	966	854
Chile Verde	345	2,727	135	17	373	1,423	464	332	396	409	160	893
Cilantro	0	3	8	6	6	1	16	10	24	5	19	16
Col	339	327	384	286	477	528	475	222	261	229	316	253
Coliflor	208	256	328	224	165	207	120	100	182	56	145	273
Espinaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	58
Frijol Ejote	2	10	2	0	11	4	1	0	0	6	60	75
Garbanzo	7	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Haba Grano	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jitomate	55	18	38	29	36	101	30	23	59	96	61	93
Lechuga	12	13	10	5	47	53	60	54	175	181	195	202
Maíz Elote	5	28	60	26	84	70	169	45	53	145	67	269
Maíz Pozolero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nopal Verdura	0	0	0	0	0	39	88	90	93	79	42	19
Papa	71	137	195	166	227	326	150	227	391	450	1,011	1,206
Pepino	2	0	29	36	39	24	55	10	15	44	10	44
Rabanito	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0
Rábano	0	5	0	0	0	0	0	0	1	2	8	9
Tomate Cáscara	22	42	92	42	51	166	39	47	131	202	159	175
Zanahoria	0	8	17	11	43	38	12	2	8	66	48	48
Subtotal Hortícola	5,226	5,180	4,610	2,800	3,832	5,813	5,037	4,407	5,893	6,259	5,197	6,920
Agave Azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agave Mezcalero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cacahuete	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Flor De Cempaxochitl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vid	13,077	11,872	11,872	11,427	9,446	8,735	6,952	5,008	3,995	3,688	3,232	2,792
Subtotal Industriales	13,077	11,872	11,872	11,427	9,446	8,735	6,952	5,008	3,996	3,688	3,232	2,792
Total Sembrada Por Año	52,837	50,317	41,854	38,268	38,304	43,274	44,724	45,187	47,149	43,475	41,112	46,604

Tabla 6.2. Superficie de riego sembrada dentro del área de influencia del acuífero (ha) 1992-2002

CULTIVOS	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
FRIJOL	2,826	2,395	2,903	2218	1593	2666	3404	3249	2575	1994	2338
MAIZ GRANO	14,636	13,280	14,965	15398	13581	14807	16684	15074	11638	7277	8249
TRIGO GRANO	5	0	0	0	205	167	5	0	0	0	0
SUBTOTAL BÁSICOS	17,467	15,675	17,868	17,616	15,379	17,640	20,093	18,323	14,213	9,271	10,587
ALFALFA	8,496	8,566	8,231	8,674	8,243	9,265	9,420	8,033	8,958	8,594	8,910
AVENA FORRAJERA	3,228	2,734	2,312	2,450	1,594	2,371	3,185	3,208	3,467	3,682	4,190
CEBADA FORRAJERA	18	1	0	0	0	0	0	0	27	0	2
CEBADA GRANO	60	10	0	0	0	0	12	0	0	94	0
COL FORRAJERA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COQUIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
EBO	7	0	0	0	0	0	7	0	6	4	0
GARBANZO FORRAJERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20
MAIZ FORRAJERO	9,524	9,722	9,300	11,052	12,214	9,536	9,194	7,757	9,132	12,063	13,467
NOPAL FORRAJERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	51
PASTO CICLO CORTO	2,104	2,268	1,438	781	1,723	1,419	1,010	1,131	1,528	2,370	2,116
PRADERA	0	0	892	710	1,968	1,758	1,777	1,163	1,547	1,127	857
SORGO FORRAJERO	214	90	123	120	98	75	186	185	222	544	497
SORGO GRANO	714	335	124	124	144	443	476	317	350	46	0
TREBOL	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
TRITICALE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
SUBTOTAL FORRAJES	24,367	23,726	22,420	23,927	25,984	24,867	25,267	21,794	25,237	28,563	30,115
ACEITUNA	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AGUACATE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
CHABACANO	15	15	15	15	15	11	7	7	5	5	0
CIRUELA	15	15	11	11	13	11	6	6	4	6	0
DURAZNO	672	575	462	589	367	405	367	375	317	283	30
FRESA	3	19	17	5	6	13	12	37	18	8	0
GUAYABA	5	5	5	5	5	5	6	4	0	0	0
KIWI	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
MANZANA	1	10	10	5	5	5	7	7	3	17	0
MEMBRILLO	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	0
NOGAL	163	147	148	145	145	153	145	147	147	157	0
NOPAL TUNA	0	27	18	18	16	16	15	15	15	15	0
PERSIMONIO	6	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0
PISTACHE	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
SANDIA	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	6
SUBTOTAL FRUTALES	890	828	700	802	581	627	574	606	522	506	36
CULTIVOS	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ACELGA	3	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0
AJO	1,576	1,090	698	545	848	894	736	589	495	307	277
APIO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BETABEL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
BROCOLI	500	564	496	439	557	525	283	208	381	237	145
CALABACITA	131	114	99	25	23	53	33	6	17	20	23
CALABAZA	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	3
CAMOTE	10	10	8	8	11	35	10	16	22	39	25
CEBOLLA	208	111	203	24	21	86	163	85	113	83	112
CHICHARO	70	28	48	24	27	16	8	10	8	7	3
CHILE SECO	1,625	1,326	1,023	1075	1045	932	1450	1141	1602	1391	1320
CHILE VERDE	738	592	698	583	377	364	258	474	395	325	311
CILANTRO	14	11	11	10	13	5	10	2	3	7	3

COL	223	144	290	64	83	136	32	28	6	33	10
COLIFLOR	371	332	294	230	198	159	158	35	193	106	0
ESPINACA	60	50	18	30	27	10	42	39	97	76	0
FRIJOL EJOTE	127	97	85	85	50	62	24	19	9	37	30
GARBANZO	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HABA GRANO	0	0	4	0	2	0	0	0	1	0	0
JITOMATE	188	119	66	8	30	76	102	145	121	124	105
LECHUGA	243	260	281	20	29	31	15	16	10	36	5
MAIZ ELOTE	362	176	244	238	224	450	310	305	103	207	191
MAIZ POZOLERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	122
NOPAL VERDURA	18	28	42	5	24	34	40	0	41	63	46
PAPA	942	737	578	544	736	774	489	331	443	134	200
PEPINO	28	9	14	4	12	25	10	4	7	9	19
RABANITO	4	5	10	5	7	7	2	2	3	0	3
RABANO	9	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0
TOMATE CASCARA	316	116	177	67	60	82	54	57	149	161	103
ZANAHORIA	94	44	15	45	36	12	59	150	161	170	39
SUBTOTAL HORTÍCOLAS	7,861	5,975	5,403	4,078	4,441	4,768	4,288	3,662	4,385	3,735	3,095
AGAVE AZUL	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
AGAVE MEZCALERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
CACAHUATE	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
FLOR DE CEMPAXOCHITL	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
VID	1,913	1,702	1,300	3152	2423	1947	2224	2468	883	934	859
SUBTOTAL INDUSTRIALES	1,913	1,702	1,300	3,152	2,423	1,977	2,224	2,468	908	954	859
TOTAL SEMBRADA POR AÑO	52,498	47,906	47,691	49,575	48,808	49,879	52,446	46,853	45,265	43,029	44,692

El requerimiento de riego se puede definir como el uso consuntivo más la cantidad de agua necesaria para el lavado del exceso de sales menos la precipitación efectiva. En el estudio mencionado el método para calcular el uso consuntivo de cada cultivo fue el de Blanney y Criddle modificado por Phelan; este método utiliza las temperaturas medias mensuales, las precipitaciones mensuales y el porcentaje de horas de luz del sitio estudiado, del cultivo se toma en cuenta el grado de desarrollo del cultivo por mes observado. Para el cálculo de la lámina de requerimiento de riego neto para cada cultivo se utilizó el método de Ogroski y Mokas; de esta forma se obtuvieron los requerimientos de riego de 70 cultivos y de 350 si se considera que se obtuvo los requerimientos de riego de 5 años (1990-1995).

Los requerimientos de riego se introdujeron en la hoja de cálculo para cada cultivo y para cada año desde 1980 hasta el 2002, dado que el objetivo de este estudio no es determinar los requerimientos de riego de cada cultivo y para cada año, se tomó la media aritmética del requerimiento de riego de cada cultivo, del estudio de los 5 años realizado por la CNA. En la siguiente tabla se enlistan los requerimientos de riego promedio para la zona de Aguascalientes para cada cultivo y para cada año de acuerdo a lo indicado anteriormente.

Tabla 6.3. Lámina de requerimiento de riego neto de agua por cultivo y por año (metros) de 1980 a 1991

cultivo	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
frijol	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331
maíz grano	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512
trigo grano	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.39	0.44
lámina neta promedio del grupo básicos	0.45	0.41	0.45	0.46	0.48	0.47	0.46	0.47	0.48	0.47	0.46	0.46
alfalfa	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.08	1.11
avena forrajera	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35
cebada forrajera	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.23
cebada grano	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.3
col forrajera	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.21	0.22
coquia	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
ebo	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
garbanzo forrajero	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
maíz forrajero	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.4	0.39
nopal forrajero	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.2	0.21
pasto ciclo corto	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42
pradera	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.94	0.97
sorgo forrajero	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
sorgo grano	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41
trébol	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.94	0.97
triticale	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
lámina neta promedio del grupo forrajes	0.75	0.71	0.74	0.69	0.77	0.70	0.70	0.71	0.73	0.73	0.72	0.66
aceituna	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.72	0.75
aguacate	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.67	0.7
chabacano	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89
ciruela	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89
durazno	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89
fresa	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.34
guayaba	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.94
kiwi	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.94
manzana	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89
membrillo	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.8	0.83
nogal	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.86	0.87
nopal tuna	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.2	0.21
persimonia	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89
pistache	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.86	0.87
sandia	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
lámina neta promedio del grupo frutal	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.88	0.89	0.88	0.88
acelga	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ajo	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.36	0.37
apio	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
betabel	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
brócoli	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.31	0.29
calabacita	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.19	0.21
calabaza	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
camote	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
cebolla	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.34	0.33
chícharo	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.2
chile seco	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328
chile verde	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328
cilantro	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.22	0.21

col	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.34	0.32
coliflor	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.31	0.29
espinaca	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
frijol ejote	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.22	0.21
garbanzo	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.22	0.26
haba grano	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.22	0.26
jitomate	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.36	0.33
lechuga	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21
maíz elote	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.38	0.36
maíz pozolero	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.43	0.45
nopal verdura	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.2	0.21
papa	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.59	0.57
pepino	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.36	0.33
rabanito	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
rábano	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
tomate cáscara	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.31	0.29
zanahoria	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.28	0.27
lámina neta promedio del grupo hortícola	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.37	0.36

cultivo	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
agave azul	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
agave mezcalero	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
cacahuate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
flor de cempaxochitl	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
vid	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.78	0.8
lámina neta promedio del grupo industrial	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.78	0.80
lámina neta global	0.60	0.58	0.63	0.66	0.64	0.61	0.60	0.59	0.60	0.60	0.60	0.57

Tabla 6.4. Lámina de requerimiento de riego neto de agua por cultivo y por año (metros) de 1992 a 2002

cultivo	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
frijol	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331	0.331
maíz grano	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512
trigo grano	0.35	0.42	0.44	0.43	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
lámina neta promedio del grupo básicos	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47
alfalfa	1.02	1.13	1.19	1.15	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
avena forrajera	0.28	0.38	0.41	0.4	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
cebada forrajera	0.22	0.27	0.28	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
cebada grano	0.26	0.33	0.36	0.34	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
col forrajera	0.19	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
coquia	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
ebo	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
garbanzo forrajero	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
maíz forrajero	0.4	0.4	0.44	0.43	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
nopal forrajero	0.19	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
pasto ciclo corto	0.34	0.46	0.49	0.47	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
pradera	0.89	0.98	1.04	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
sorgo forrajero	0.35	0.35	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
sorgo grano	0.42	0.42	0.45	0.39	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

trébol	0.89	0.98	1.04	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
triticale	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
lámina neta promedio del grupo forrajes	0.59	0.67	0.74	0.71	0.67	0.71	0.70	0.69	0.69	0.64	0.63
aceituna	0.7	0.75	0.78	0.77	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
aguacate	0.63	0.7	0.73	0.72	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
chabacano	0.83	0.9	0.94	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
ciruela	0.83	0.9	0.94	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
durazno	0.83	0.9	0.94	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
fresa	0.33	0.34	0.36	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
guayaba	0.83	0.94	0.98	0.99	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
kiwi	0.83	0.94	0.98	0.99	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
manzana	0.83	0.9	0.94	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
membrillo	0.79	0.84	0.89	0.86	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
nogal	0.83	0.89	0.93	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
nopal tuna	0.19	0.21	0.23	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
persimonia	0.83	0.9	0.94	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
pistache	0.83	0.89	0.93	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
sandia	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
lámina neta promedio del grupo frutal	0.83	0.86	0.91	0.86	0.86	0.86	0.86	0.83	0.84	0.85	0.87
acelga	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ajo	0.3	0.4	0.42	0.41	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
apio	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
betabel	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
brócoli	0.24	0.26	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
calabacita	0.16	0.2	0.22	0.21	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
calabaza	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
camote	0.37	0.38	0.41	0.37	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
cebolla	0.27	0.3	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
chícharo	0.18	0.24	0.24	0.24	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
chile seco	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328
chile verde	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	0.328
cilantro	0.16	0.2	0.22	0.21	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
col	0.27	0.28	0.3	0.31	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
coliflor	0.24	0.26	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
espinaca	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
frijol ejote	0.15	0.2	0.22	0.21	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
garbanzo	0.25	0.28	0.28	0.24	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
haba grano	0.25	0.28	0.28	0.24	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
jitomate	0.32	0.33	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
lechuga	0.19	0.25	0.25	0.24	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
maiz elote	0.3	0.32	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
maiz pozolero	0.46	0.47	0.5	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
nopal verdura	0.19	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
papa	0.52	0.54	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
pepino	0.32	0.33	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
rabanito	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
rábano	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
tomate cáscara	0.24	0.26	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
zanahoria	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26

lámina neta promedio del grupo hortícola	0.31	0.34	0.35	0.35	0.36	0.36	0.35	0.34	0.34	0.32	0.34
agave azul	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
agave mezcalero	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
cacahuate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
flor de cempaxochitl	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
vid	0.75	0.82	0.87	0.83	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
lámina neta promedio del grupo industrial	0.75	0.82	0.87	0.83	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.81
lámina neta global	0.52	0.58	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57

Los promedios que se manejan por grupos de cultivo así como la lámina neta global se obtuvieron de promedios ponderados tomando en cuenta la superficie sembrada de cada cultivo.

Una vez que se obtuvieron los datos de la lámina neta para cada cultivo y para cada año se pudo calcular el volumen neto de agua requerido en cada año para el crecimiento de los cultivos de acuerdo a la superficie sembrada de los mismos. Estos volúmenes han variado a lo largo de los años como se puede apreciar en las tablas siguientes, dependiendo de lo que se ha sembrado y de la superficie que se ha sembrado. Este dato del volumen neto aunque no es importante para el balance es fundamental para realizar ejercicios enfocados a la planeación y al uso sustentable del recurso agua en la agricultura. En otras palabras, si se requiere hacer más eficiente el riego tratando de evitar pérdidas de agua, sin detrimento de la superficie sembrada actual de riego, teóricamente lo más que se pueden reducir las extracciones es justamente alcanzar el volumen neto requerido por los cultivos para su crecimiento sin reducir la frontera agrícola que existe en la actualidad, aunque si se puede cambiar el patrón de cultivos que existe, es decir sembrar la misma superficie pero con cultivos distintos de los que se siembran actualmente y que requieran menos agua para su crecimiento.

Tabla 6.5. Volumen anual neto de agua requerido para cultivos de riego dentro del área de influencia del acuífero (hm³) 1980-1991

cultivo	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
frijol	25.56	35.91	14.63	8.34	8.10	10.37	14.58	15.12	11.03	9.34	11.88	14.10
maiz grano	75.20	46.64	41.10	31.62	53.37	52.53	59.80	70.36	74.17	56.81	48.62	50.77
trigo grano	0.22	0.75	0.40	0.34	0.30	0.02	0.21	0.05	0.30	0.32	0.00	0.03
subtotal básicos	100.98	83.30	56.13	40.29	61.76	62.93	74.60	85.54	85.49	66.47	60.50	64.90
alfalfa	53.61	54.67	61.13	62.03	60.77	64.46	70.65	78.33	93.65	93.00	95.23	91.40
avena forrajera	3.04	4.00	5.50	11.84	6.74	6.24	6.66	9.60	9.44	10.62	9.46	8.60
cebada forrajera	0.06	0.09	0.59	0.39	0.15	0.03	0.01	0.20	0.11	0.02	0.04	0.06
cebada grano	0.02	0.03	0.13	0.06	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10
col forrajera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
coquia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ebo	0.00	0.00	0.08	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
garbanzo forrajero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
maiz forrajero	12.63	16.15	13.65	14.18	8.24	16.96	19.34	19.63	21.95	20.93	21.21	34.80
nopal forrajero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

pasto ciclo corto	1.41	2.51	0.00	2.03	1.47	2.30	1.94	1.97	2.74	2.99	3.49	5.82
pradera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sorgo forrajero	0.02	0.26	0.10	0.32	0.12	0.31	2.37	0.10	0.45	0.15	0.69	0.38
sorgo grano	3.58	3.56	2.03	1.51	2.61	5.32	2.92	3.19	2.74	4.12	1.44	2.08
trébol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
triticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
subtotal forrajes	74.37	81.27	83.21	92.56	80.32	95.63	103.89	113.03	131.10	131.85	131.78	143.23
aceituna	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
aguacate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
chabacano	0.09	0.05	0.05	0.11	0.06	0.04	0.01	0.01	0.04	0.03	0.07	0.10
ciruela	0.02	0.02	0.00	0.00	0.19	0.22	0.18	0.10	0.12	0.06	0.15	0.17
durazno	17.82	13.35	13.35	14.15	12.30	13.13	14.26	12.29	11.28	10.39	9.53	7.27
fresa	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.00	0.00	0.03
guayaba	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
kiwi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
manzana	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.12	0.12	0.12	0.04	0.04	0.10	0.07
membrillo	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.02	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
nogal	0.58	0.63	1.15	1.44	1.47	1.73	1.76	1.47	1.40	1.36	1.47	1.33
nopal tuna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
persimonio	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.08	0.07	0.05
pistache	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sandia	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.05	0.02	0.03	0.08	0.01	0.00	0.00
subtotal frutales	18.67	14.21	14.69	15.84	14.20	15.48	16.46	14.23	13.17	12.09	11.52	9.16
ajo	3.92	2.46	2.12	3.30	4.06	3.43	3.80	5.74	6.76	4.36	3.74	5.34
apio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
betabel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
brócoli	0.81	0.12	0.85	0.64	0.46	1.21	1.04	1.77	0.92	1.49	1.15	1.43
calabacita	0.51	0.46	0.30	0.25	0.40	0.49	0.44	0.25	0.26	0.50	0.30	0.45
calabaza	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
camote	0.01	0.04	0.15	0.00	0.00	0.01	0.04	0.04	0.06	0.06	0.09	0.11
cebolla	0.54	0.52	0.33	0.33	0.24	0.46	0.38	0.38	0.74	0.44	0.76	0.62
chícharo	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.05	0.13	0.10	0.13
chile seco	7.93	1.62	7.10	2.07	2.48	3.67	5.38	2.86	5.28	6.96	3.17	2.80
chile verde	1.13	8.94	0.44	0.06	1.22	4.67	1.52	1.09	1.30	1.34	0.52	2.93
cilantro	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.05	0.01	0.04	0.03
col	1.02	0.98	1.15	0.86	1.43	1.58	1.43	0.67	0.78	0.69	1.07	0.81
coliflor	0.58	0.72	0.92	0.63	0.46	0.58	0.34	0.28	0.51	0.16	0.45	0.79
espinaca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.29
frijol ejote	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.13	0.16
garbanzo	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
haba grano	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
jitomate	0.19	0.06	0.13	0.10	0.12	0.34	0.10	0.08	0.20	0.33	0.22	0.31
lechuga	0.03	0.03	0.02	0.01	0.10	0.12	0.13	0.12	0.39	0.40	0.41	0.42
maíz elote	0.02	0.10	0.20	0.09	0.29	0.24	0.57	0.15	0.18	0.49	0.25	0.97
maíz pozolero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
nopal verdura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.18	0.19	0.20	0.17	0.08	0.04
papa	0.40	0.77	1.09	0.93	1.27	1.83	0.84	1.27	2.19	2.52	5.96	6.87
pepino	0.01	0.00	0.10	0.12	0.13	0.08	0.19	0.03	0.05	0.15	0.04	0.15

rabanito	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
rábano	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02
tomate cáscara	0.06	0.12	0.26	0.12	0.14	0.46	0.11	0.13	0.37	0.57	0.49	0.51
zanahoria	0.00	0.02	0.04	0.03	0.11	0.10	0.03	0.01	0.02	0.17	0.13	0.13
subtotal hortícola	17.18	17.03	15.26	9.55	13.03	19.39	16.60	15.11	20.31	21.24	19.47	25.32
agave azul	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
agave mezcalero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
cacahuate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
flor de cempaxochitl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vid	105.92	96.16	96.16	92.56	76.51	70.75	56.31	40.56	32.36	29.87	25.21	22.34
subtotal industriales	105.92	96.16	96.16	92.56	76.51	70.75	56.31	40.56	32.36	29.87	25.21	22.34
volumen neto anual de agua requerido para cultivos de riego	317.12	292.0	265.5	250.8	245.8	264.2	267.9	268.5	282.43	261.52	248.49	264.95

Tabla 6.6. Volumen anual neto de agua requerido para cultivos de riego dentro del área de influencia del acuífero (hm³) 1992-2000

cultivo	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
frijol	9.35	7.93	9.61	7.34	5.27	8.82	11.27	10.75	8.52	6.60	7.74
maíz grano	74.94	67.99	76.62	78.84	69.53	75.81	85.42	77.18	59.59	37.26	42.23
trigo grano	0.02	0.00	0.00	0.00	0.84	0.68	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
subtotal básicos	84.31	75.92	86.23	86.18	75.65	85.32	96.71	87.93	68.11	43.86	49.97
alfalfa	86.66	96.80	97.95	99.75	91.50	102.84	104.56	89.17	99.43	95.39	98.90
avena forrajera	9.04	10.39	9.48	9.80	5.74	8.54	11.47	11.55	12.48	13.26	15.08
cebada forrajera	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01
cebada grano	0.16	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.30	0.00
col forrajera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
coquia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
ebo	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.02	0.00
garbanzo forrajero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05
maíz forrajero	38.10	38.89	40.92	47.52	50.08	39.10	37.70	31.80	37.44	49.46	55.21
nopal forrajero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11
pasto ciclo corto	7.15	10.43	7.05	3.67	7.41	6.10	4.34	4.86	6.57	10.19	9.10
pradera	0.00	0.00	9.28	7.03	19.09	17.05	17.24	11.28	15.01	10.93	8.31
sorgo forrajero	0.75	0.32	0.47	0.44	0.35	0.27	0.67	0.67	0.80	1.96	1.79
sorgo grano	3.00	1.41	0.56	0.48	0.60	1.86	2.00	1.33	1.47	0.19	0.00
trébol	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
triticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
subtotal forrajes	144.92	158.26	165.70	168.86	174.77	175.76	178.04	150.66	173.29	181.79	188.59
aceituna	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
aguacate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
chabacano	0.12	0.14	0.14	0.13	0.13	0.10	0.06	0.06	0.04	0.04	0.00
ciruela	0.12	0.14	0.10	0.10	0.12	0.10	0.05	0.05	0.04	0.05	0.00
durazno	5.57	5.18	4.34	5.18	3.27	3.60	3.27	3.34	2.82	2.52	0.27
fresa	0.01	0.06	0.06	0.02	0.02	0.05	0.04	0.13	0.06	0.03	0.00
guayaba	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00
kiwi	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
manzana	0.01	0.09	0.09	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.03	0.15	0.00

membrillo	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.00
nogal	1.35	1.31	1.38	1.25	1.26	1.33	1.26	1.28	1.28	1.37	0.00
nopal tuna	0.00	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00
persimonia	0.05	0.04	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pistache	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00
sandia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.05
subtotal frutales	7.36	7.14	6.34	6.89	5.00	5.37	4.91	5.06	4.41	4.32	0.31
acelga	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
ajo	4.73	4.36	2.93	2.23	3.22	3.40	2.80	2.24	1.88	1.17	1.05
apio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
betabel	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
brócoli	1.20	1.47	1.39	1.23	1.39	1.31	0.71	0.52	0.95	0.59	0.36
calabacita	0.21	0.23	0.22	0.05	0.05	0.11	0.07	0.01	0.03	0.04	0.05
calabaza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01
camote	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.14	0.04	0.06	0.09	0.15	0.10
cebolla	0.56	0.33	0.65	0.08	0.07	0.27	0.51	0.26	0.35	0.26	0.35
chicharo	0.13	0.07	0.12	0.06	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
chile seco	5.33	4.35	3.36	3.53	3.43	3.06	4.76	3.74	5.25	4.56	4.33
chile verde	2.42	1.94	2.29	1.91	1.24	1.19	0.85	1.55	1.30	1.07	1.02
cilantro	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
col	0.60	0.40	0.87	0.20	0.25	0.41	0.10	0.08	0.02	0.10	0.03
coliflor	0.89	0.86	0.82	0.64	0.55	0.45	0.44	0.10	0.54	0.30	0.00
espinaca	0.30	0.25	0.09	0.15	0.14	0.05	0.21	0.20	0.49	0.38	0.00
frijol ejote	0.19	0.19	0.19	0.18	0.10	0.12	0.05	0.04	0.02	0.07	0.06
garbanzo	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
haba grano	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
jitomate	0.60	0.39	0.23	0.03	0.10	0.26	0.35	0.49	0.41	0.42	0.36
lechuga	0.46	0.65	0.70	0.05	0.06	0.07	0.03	0.04	0.02	0.08	0.01
maíz elote	1.09	0.56	0.83	0.81	0.76	1.53	1.05	1.04	0.35	0.70	0.65
maíz pozolero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.56
nopal verdura	0.03	0.06	0.09	0.01	0.05	0.07	0.08	0.00	0.09	0.13	0.10
papa	4.90	3.98	3.29	3.05	4.12	4.33	2.74	1.85	2.48	0.75	1.12
pepino	0.09	0.03	0.05	0.01	0.04	0.09	0.03	0.01	0.02	0.03	0.06
rabanito	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
rábano	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
tomate cáscara	0.76	0.30	0.50	0.19	0.17	0.23	0.15	0.16	0.42	0.45	0.29
zanahoria	0.22	0.11	0.04	0.12	0.09	0.03	0.15	0.39	0.42	0.44	0.10
subtotal hortícola	24.82	20.65	18.75	14.58	15.99	17.17	15.15	12.82	15.18	12.46	10.63
agave azul	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
agave mezcalero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
cacahuete	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
flor de cempaxochitl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vid	14.35	13.96	11.31	26.16	19.63	15.77	18.01	19.99	7.15	7.57	6.96
subtotal industriales	14.35	13.96	11.31	26.16	19.63	15.92	18.01	19.99	7.30	7.67	6.96
volumen neto anual de agua requerido para cultivos de riego	275.8	275.9	288.3	302.7	291.0	299.5	312.8	276.5	268.3	250.1	256.5

Otra de las variables para calcular la demanda de agua subterránea para el uso agrícola fue determinar la eficiencia global del riego, es decir cual es la eficiencia de conducción y de aplicación del riego; aunque ya determinamos la cantidad que requiere cada cultivo para su desarrollo en condiciones ideales, sabemos que existen pérdidas en la conducción y en la aplicación del riego y que dependiendo del método que se emplee para regar serán las pérdidas de agua que se tengan, para determinar esto nos basamos en el mismo informe de la CNA de 1996 en el que se determinó el requerimiento de riego; en este informe también se define la eficiencia del riego para cada cultivo y para los años de 1990 hasta 1995, de estos datos se puede inferir que las eficiencias anteriores al año 1990 eran inferiores o iguales a las de 1990, ya que el incremento en la utilización de sistemas de riego a gran escala no se dio sino hasta después de 1990. Podemos suponer entonces, que la mayor parte del riego antes de 1990 se daba por gravedad; mientras que para el año 2002 ya se tenía una superficie total tecnificada con riego por aspersión en sus diferentes modalidades de 12,053 ha.

Tabla 6.7. Sistemas de riego de 1990 al 2002

Tipo de sistema de riego	1990 - 1995 (has)	1996 - 2002 (has)	Total
Gravedad	2,668.0	2,333.8	5,001.8
Aspersión	8,986.5	3,067.4	12,053.9
Microaspersión	1,589.0	83.8	1,672.8
Goteo	2,199.0	306.3	2,505.3
Total	15,442.5	5,791.3	21,233.8

De la tabla anterior se verifica que en 2002 existía una superficie total tecnificada de 16,232 ha (sin contar el riego por gravedad), lo cual representaba el 36% de la superficie total regada para ese mismo año, quedando entonces una superficie de 29,033 ha sin tecnificar en donde se sigue empleando el riego por gravedad.

Además de estos datos en la Gerencia Estatal de Aguascalientes nos proporcionaron una tabla en donde se presentan las láminas brutas para 2000 empleadas para diferentes cultivos y utilizando diferentes métodos de riego. De esta forma también se pudo inferir la eficiencia de riego para los años de 1980 a 1990 y de 1996 al 2002. Ya que si sabemos que la lámina bruta = lámina neta / eficiencia global de riego, y si tenemos la lámina neta y la lámina bruta, luego entonces se puede determinar la eficiencia global.

Tabla 6.8. Láminas de riego empleadas por cultivo según sistemas de riego

Tipo de cultivo	Ciclo vegetativo (meses)	Láminas brutas empleadas de acuerdo al método de riego (m)							
		Gravedad		Aspersión					Goteo
		Tierra	Tubería de compuertas	Portátil	Side-Roll	Pivote	Avance frontal	Micro aspersión	Cintilla
Alfalfa	12.0	2.44	1.76	1.64	1.64	1.45	1.45	1.37	1.37
Pradera perenne	12.0	2.11	1.52	1.42	1.42	1.25	1.25	1.18	1.18
Guayaba	12.0	2.05	1.48	1.38	1.38	1.22	1.22	1.15	1.15
Durazno	12.0	1.94	1.40	1.30	1.30	1.15	1.15	1.09	1.09
Vid	12.0	1.79	1.29	1.21	1.21	1.07	1.07	1.01	1.01
Maíz grano	5.0	1.08	0.78	0.73	0.73	0.64	0.64	0.61	0.61
Maíz forrajero	4.0	0.97	0.70	0.65	0.65	0.58	0.58	0.55	0.55
Pasto anual	5.3	0.93	0.67	0.63	0.63	0.55	0.55	0.52	0.52
Chile	4.5	0.91	0.66	0.62	0.62	0.54	0.54	0.51	0.51
Ajo	6.0	0.81	0.59	0.55	0.55	0.48	0.48	0.46	0.46
Frijol	3.3	0.59	0.43	0.40	0.40	0.35	0.35	0.33	0.33
Brócoli	3.3	0.52	0.37	0.35	0.35	0.31	0.31	0.29	0.29
Coliflor	3.3	0.46	0.33	0.31	0.31	0.28	0.28	0.26	0.26

Fuente: CNA. Gerencia Estatal Aguascalientes. 2001

Tabla 6.9. Eficiencias que se propusieron de 1980 a 2002

cultivos	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
frijol	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%
maíz grano	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%
trigo grano	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%
eficiencia promedio del grupo de básicos	50.4%	52.0%	50.4%	49.9%	49.1%	49.5%	49.8%	49.6%	49.1%	49.2%	49.8%	50.0%
alfalfa	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%	55.0%	55.0%
avena forrajera	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	43.0%	43.0%	43.0%
cebada forrajera	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
cebada grano	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
col forrajera	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
coquia	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
ebo	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
garbanzo forrajero	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
maíz forrajero	42.5%	42.5%	42.5%	42.5%	42.5%	42.5%	42.5%	42.5%	42.5%	42.5%	44.0%	44.0%
nopal forrajero	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
pasto ciclo corto	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%
pradera	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	46.0%	52.0%	55.0%
sorgo forrajero	40.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%	43.0%	43.0%	44.0%	44.0%	45.0%	45.0%	49.0%
sorgo grano	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%
trébol	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%
triticale	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	42.0%	42.0%
eficiencia promedio del grupo forrajes	43.6%	43.5%	43.5%	43.4%	43.7%	43.6%	43.8%	43.8%	43.9%	44.0%	49.2%	48.2%

cultivos	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
aceituna	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
aguacate	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	82.0%	82.0%
chabacano	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	90.0%	90.0%
ciruela	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
durazno	68.5%	68.5%	68.5%	68.5%	68.5%	68.5%	68.5%	68.5%	68.5%	68.5%	71.0%	85.0%
fresa	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
guayaba	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%	48.0%
kiwi	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
manzana	50.0%	50.0%	50.0%	60.0%	60.0%	70.0%	70.0%	80.0%	80.0%	90.0%	90.0%	65.0%
membrillo	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
nogal	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
nopal tuna	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
persimonia	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
pistache	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
sandia	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	63.0%
eficiencia promedio del grupo frutal	67.3%	66.9%	66.1%	65.7%	64.9%	64.6%	65.1%	65.1%	64.7%	64.9%	66.6%	76.5%
ajo	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%
apio	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
betabel	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
brócoli	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	81.0%	81.0%
calabacita	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
calabaza	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
camote	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
cebolla	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
chicharo	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
chile seco	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
chile verde	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
cilantro	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
col	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
coliflor	61.0%	61.0%	61.0%	61.0%	61.0%	61.0%	61.0%	61.0%	61.0%	61.0%	81.0%	81.0%
espinaca	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
frijol ejote	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
garbanzo	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
haba grano	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
jitomate	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
lechuga	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
maíz elote	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
maíz pozolero	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
nopal verdura	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
papa	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
pepino	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
rabanito	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
rábano	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
tomate cáscara	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%

cultivos	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
zanahoria	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
eficiencia promedio del grupo hortícola	48.8%	48.6%	48.8%	48.0%	46.7%	47.8%	47.8%	48.5%	47.6%	47.1%	48.2%	49.1%
agave azul	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	60.0%
agave mezcalero	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	44.0%	60.0%
cacahuate	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
flor de cempaxochitl	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
vid	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%
eficiencia promedio del grupo industrial	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%	67.0%
eficiencia promedio global	53.7%	53.7%	53.7%	53.3%	52.5%	51.6%	50.9%	49.9%	48.9%	48.7%	51.2%	50.6%

cultivos	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
frijol	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%	56.0%
maíz grano	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%
trigo grano	41.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
eficiencia promedio del grupo de básicos	48.9%	48.8%	48.9%	48.6%	48.3%	48.7%	48.9%	49.0%	49.0%	49.3%	49.4%
alfalfa	56.0%	56.0%	57.0%	57.0%	57.0%	57.0%	57.0%	57.0%	58.0%	58.0%	59.0%
avena forrajera	42.0%	43.0%	43.0%	57.0%	57.0%	57.0%	57.0%	57.0%	58.0%	58.0%	59.0%
cebada forrajera	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
cebada grano	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
col forrajera	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
coquia	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
ebo	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
garbanzo forrajero	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
maíz forrajero	44.0%	44.0%	47.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
nopal forrajero	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
pasto ciclo corto	46.0%	46.0%	46.0%	57.0%	57.0%	57.0%	57.0%	57.0%	58.0%	58.0%	59.0%
pradera	55.0%	56.0%	56.0%	57.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%	58.0%
sorgo forrajero	43.0%	49.0%	47.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%
sorgo grano	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
trébol	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
triticale	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
eficiencia promedio del grupo forrajes	48.0%	48.4%	50.5%	53.6%	53.7%	54.1%	54.2%	54.3%	54.8%	54.3%	54.7%
aceituna	86.0%	85.0%	85.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%
aguacate	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%
chabacano	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%
ciruela	85.0%	85.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%
durazno	83.0%	85.0%	82.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%	88.0%
fresa	68.0%	64.0%	77.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%
guayaba	48.0%	48.0%	48.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%
kiwi	68.0%	64.0%	77.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%
manzana	90.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
membrillo	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
nogal	65.0%	83.0%	83.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%

cultivos	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
nopal tuna	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%
persimonia	86.0%	85.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%	86.0%
pistache	65.0%	83.0%	83.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%
sandía	63.0%	73.0%	73.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%
eficiencia promedio del grupo frutal	79.0%	81.6%	80.0%	84.7%	83.6%	84.0%	83.8%	84.0%	84.0%	83.0%	87.0%
acelga	42.0%	42.0%	43.0%	46.0%	48.0%	50.0%	52.1%	54.1%	56.1%	60.1%	60.1%
ajo	47.0%	47.0%	47.0%	47.0%	54.3%	61.7%	69.0%	76.3%	83.7%	91.0%	91.0%
apio	42.0%	42.0%	43.0%	46.0%	53.5%	61.0%	68.5%	76.0%	83.5%	91.0%	91.0%
betabel	42.0%	42.0%	43.0%	46.0%	53.5%	61.0%	68.5%	76.0%	83.5%	91.0%	91.0%
brócoli	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	82.7%	84.3%	91.0%
calabacita	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
calabaza	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
camote	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
cebolla	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
chicharo	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
chile seco	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	56.8%	63.7%	70.5%	77.3%	84.2%	91.0%	91.0%
chile verde	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	56.8%	63.7%	70.5%	77.3%	84.2%	91.0%	91.0%
cilantro	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
col	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
coliflor	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	81.0%	82.7%	84.3%	91.0%
espinaca	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
frijol ejote	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
garbanzo	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
haba grano	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
jitomate	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
lechuga	42.0%	48.0%	49.0%	53.0%	55.0%	57.0%	59.1%	61.1%	63.1%	67.1%	67.1%
maíz elote	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
maíz pozolero	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
nopal verdura	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	44.0%	46.0%	48.1%	50.1%	52.1%	56.1%	56.1%
papa	42.0%	42.0%	42.0%	43.0%	51.0%	59.0%	67.0%	75.0%	83.0%	91.0%	91.0%
pepino	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
rabanito	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
rábano	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
tomate cáscara	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
zanahoria	42.0%	42.0%	42.0%	42.0%	50.2%	58.3%	66.5%	74.7%	82.8%	91.0%	91.0%
eficiencia promedio del grupo hortícola	49.2%	51.3%	51.1%	52.0%	57.9%	63.0%	68.0%	72.6%	79.0%	83.8%	87.3%
agave azul	70.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%
agave mezcalero	70.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%
cacahuete	42.0%	48.0%	49.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%
flor de cempaxochitl	42.0%	48.0%	49.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%	53.0%
vid	67.0%	70.0%	79.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%	78.0%
eficiencia promedio del grupo industrial	67.0%	70.0%	79.0%	78.0%	78.0%	77.6%	78.0%	78.0%	78.3%	78.3%	78.0%
eficiencia promedio global	49.7%	50.2%	51.2%	53.8%	53.9%	54.4%	54.6%	55.3%	56.1%	56.7%	56.2%

Una vez que se tuvo la eficiencia global de riego para cada cultivo y para cada año se procedió a calcular la lámina de requerimiento de riego neto, que es aquella que se tiene que suministrar para que al final llegue el agua que necesita el cultivo para desarrollarse, esta lámina se calcula dividiendo la lámina neta entre la eficiencia del riego.

Tabla 6.10. Lámina de requerimiento de riego bruto por cultivo y por año (metros) 1980-1991

cultivo	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
frijol	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
maíz grano	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
trigo grano	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.95	1.07
lámina bruta promedio del grupo básicos	0.91	0.82	0.91	0.94	0.99	0.96	0.94	0.96	0.99	0.98	0.94	0.93
alfalfa	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	1.96	2.02
avena forrajera	0.90	0.90	0.90	0.88	0.88	0.88	0.86	0.86	0.86	0.84	0.81	0.81
cebada forrajera	0.63	0.63	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	0.57	0.55
cebada grano	0.80	0.80	0.80	0.80	0.78	0.78	0.78	0.78	0.76	0.76	0.76	0.71
col forrajera	0.58	0.58	0.58	0.58	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55	0.50	0.52
coquia	1.75	1.75	1.75	1.75	1.71	1.71	1.71	1.71	1.67	1.67	1.67	1.67
ebo	1.05	1.05	1.05	1.05	1.02	1.02	1.02	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00
garbanzo forrajero	0.58	0.58	0.58	0.58	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55	0.55	0.55
maíz forrajero	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.91	0.89
nopal forrajero	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.50
pasto ciclo corto	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.91
pradera	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	1.81	1.76
sorgo forrajero	0.90	0.88	0.88	0.86	0.86	0.84	0.84	0.82	0.82	0.80	0.80	0.73
sorgo grano	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	0.98	0.98
trébol	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.24	2.31
triticale	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60
lámina bruta promedio del grupo forrajes	1.68	1.59	1.68	1.55	1.72	1.59	1.58	1.60	1.64	1.63	1.40	1.31
aceituna	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.71	1.79
aguacate	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	0.82	0.85
chabacano	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	0.98	0.99
ciruela	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.10	2.12
durazno	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.24	1.05
fresa	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.86	0.81
guayaba	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.90	1.96
kiwi	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.17	2.24
manzana	1.78	1.78	1.78	1.48	1.48	1.27	1.27	1.11	1.11	0.99	0.98	1.37
membrillo	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.90	1.98
nogal	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.05	2.07
nopal tuna	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.50
persimonia	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.10	2.12
pistache	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.05	2.07
sandía	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.19
lámina bruta promedio del grupo frutales	1.33	1.34	1.37	1.38	1.40	1.41	1.40	1.39	1.40	1.40	1.37	1.24

cultivo	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
acelga	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
ajo	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.77	0.79
apio	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
betabel	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
brócoli	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.38	0.36
calabacita	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.45	0.50
calabaza	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
camote	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
cebolla	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.81	0.79
chicharo	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.50	0.48
chile seco	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
chile verde	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
cilantro	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.52	0.50
col	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.81	0.76
coliflor	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.38	0.36
espinaca	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
frijol ejote	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.52	0.50
garbanzo	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.52	0.62
haba grano	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.52	0.62
jitomate	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.86	0.79
lechuga	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.50	0.50
maíz elote	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.90	0.86
maíz pozolero	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.02	1.07
nopal verdura	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.50
papa	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.40	1.36
pepino	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.86	0.79
rabanito	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
rábano	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
tomate cáscara	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.74	0.69
zanahoria	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.67	0.64
lámina bruta promedio del grupo hortícola	0.67	0.68	0.68	0.72	0.73	0.70	0.69	0.71	0.73	0.72	0.81	0.78
agave azul	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.00
agave mezcalero	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	0.83
cacahuate	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
flor de cempaxochitl	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
vid	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.16	1.19
lámina bruta promedio del grupo industriales	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.16	1.19
lámina bruta global	0.91	0.85	0.90	0.91	0.93	0.86	0.86	0.85	0.84	0.81	0.80	0.74

Tabla 6.11. Lámina de requerimiento de riego bruto por cultivo y por año (metros) 1992-2002

cultivo	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
frijol	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
maíz grano	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
trigo grano	0.85	1.00	1.05	1.02	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
lámina bruta promedio del grupo básicos	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97
alfalfa	1.82	2.02	2.09	2.02	1.95	1.95	1.95	1.95	1.91	1.91	1.88
avena forrajera	0.67	0.88	0.95	0.70	0.63	0.63	0.63	0.63	0.62	0.62	0.61
cebada forrajera	0.52	0.64	0.67	0.62	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
cebada grano	0.62	0.79	0.86	0.81	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
col forrajera	0.45	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
coquia	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
ebo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
garbanzo forrajero	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
maíz forrajero	0.91	0.91	0.94	0.86	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
nopal forrajero	0.45	0.50	0.52	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
pasto ciclo corto	0.74	1.00	1.07	0.82	0.75	0.75	0.75	0.75	0.74	0.74	0.73
pradera	1.62	1.75	1.86	1.74	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
sorgo forrajero	0.81	0.71	0.81	0.76	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
sorgo grano	1.00	1.00	1.07	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
trébol	2.12	2.33	2.48	2.36	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31
triticale	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
lámina bruta promedio del grupo forrajes	1.18	1.32	1.41	1.29	1.23	1.28	1.28	1.25	1.23	1.15	1.12
aceituna	0.81	0.88	0.92	0.90	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
aguacate	0.78	0.86	0.90	0.89	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
chabacano	1.32	1.43	1.49	1.40	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
ciruela	0.98	1.06	1.09	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
durazno	1.00	1.06	1.15	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
fresa	0.49	0.53	0.47	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
guayaba	1.73	1.96	2.04	2.02	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
kiwi	1.22	1.47	1.27	1.16	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
manzana	0.92	1.45	1.52	1.42	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
membrillo	1.27	1.35	1.44	1.39	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
nogal	1.28	1.07	1.12	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
nopal tuna	0.45	0.50	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
persimonia	0.97	1.06	1.09	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
pistache	1.28	1.07	1.12	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
sandia	1.19	1.03	1.03	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
lámina bruta promedio del grupo frutales	1.06	1.05	1.13	1.02	1.03	1.02	1.02	0.99	1.00	1.03	1.00
acelga	0.95	0.95	0.93	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71	0.67	0.67
ajo	0.64	0.85	0.89	0.87	0.70	0.62	0.55	0.50	0.45	0.42	0.42
apio	0.95	0.95	0.93	0.87	0.75	0.66	0.58	0.53	0.48	0.44	0.44
betabel	1.19	1.19	1.16	1.09	0.93	0.82	0.73	0.66	0.60	0.55	0.55
brócoli	0.30	0.32	0.35	0.35	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.27
calabacita	0.38	0.48	0.52	0.50	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.22
calabaza	0.95	0.95	0.95	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77	0.71	0.71

cultivo	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
camote	0.88	0.90	0.98	0.88	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.70	0.70
cebolla	0.64	0.71	0.76	0.76	0.70	0.67	0.64	0.62	0.60	0.55	0.55
chícharo	0.43	0.57	0.57	0.57	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.39	0.39
chile seco	0.66	0.66	0.66	0.66	0.58	0.52	0.47	0.42	0.39	0.36	0.36
chile verde	0.66	0.66	0.66	0.66	0.58	0.52	0.47	0.42	0.39	0.36	0.36
cilantro	0.38	0.48	0.52	0.50	0.45	0.43	0.42	0.40	0.38	0.36	0.36
col	0.64	0.67	0.71	0.74	0.60	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.33
coliflor	0.30	0.32	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.33	0.31
espinaca	1.19	1.19	1.19	1.19	1.00	0.86	0.75	0.67	0.60	0.55	0.55
frijol ejote	0.36	0.48	0.52	0.50	0.45	0.43	0.42	0.40	0.38	0.36	0.36
garbanzo	0.60	0.67	0.67	0.57	0.59	0.57	0.54	0.52	0.50	0.46	0.46
haba grano	0.60	0.67	0.67	0.57	0.59	0.57	0.54	0.52	0.50	0.46	0.46
jitomate	0.76	0.79	0.83	0.81	0.68	0.58	0.51	0.46	0.41	0.37	0.37
lechuga	0.45	0.52	0.51	0.45	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.33	0.33
maíz elote	0.71	0.76	0.81	0.81	0.68	0.58	0.51	0.46	0.41	0.37	0.37
maíz pozolero	1.10	1.12	1.19	1.10	0.92	0.79	0.69	0.62	0.56	0.51	0.51
nopal verdura	0.45	0.50	0.52	0.52	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.37	0.37
papa	1.24	1.29	1.36	1.30	1.10	0.95	0.84	0.75	0.67	0.62	0.62
pepino	0.76	0.79	0.83	0.81	0.68	0.58	0.51	0.46	0.41	0.37	0.37
rabanito	0.62	0.62	0.62	0.62	0.52	0.45	0.39	0.35	0.31	0.29	0.29
rábano	0.62	0.62	0.62	0.62	0.52	0.45	0.39	0.35	0.31	0.29	0.29
tomate cáscara	0.57	0.62	0.67	0.67	0.56	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.31
zanahoria	0.55	0.57	0.60	0.62	0.52	0.45	0.39	0.35	0.31	0.29	0.29
lámina bruta promedio del grupo hortícola	0.67	0.72	0.72	0.73	0.65	0.58	0.52	0.47	0.42	0.38	0.39
agave azul	0.86	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
agave mezcalero	0.71	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
cacahuete	1.19	1.04	1.02	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
flor de cempaxochitl	1.19	1.04	1.02	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
vid	1.12	1.17	1.10	1.06	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
lámina bruta promedio del grupo industriales	1.12	1.17	1.10	1.06	1.04	1.04	1.04	1.04	1.03	1.03	1.04
lámina bruta global	0.71	0.76	0.81	0.82	0.78	0.80	0.80	0.80	0.76	0.69	0.70

El siguiente paso fue calcular el volumen de requerimiento neto por año, esto se hizo multiplicando la lámina de requerimiento de riego bruto por la superficie total sembrada de cada cultivo y para cada año, obteniéndose los datos que se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 6.12. Volumen anual bruto de agua requerido para cultivos de riego dentro del área de influencia del acuífero (hm³) 1980-1991

CULTIVOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
frijol	45.64	64.12	26.12	14.89	14.46	18.52	26.04	27.00	19.69	16.67	21.21	25.18
maíz grano	158.31	98.20	86.52	66.56	112.35	110.59	125.90	148.14	156.14	119.59	102.36	106.88
trigo grano	0.55	1.87	1.00	0.84	0.75	0.06	0.53	0.13	0.75	0.81	0.01	0.08
Subtotal básicos	204.51	164.18	113.65	82.29	127.55	129.17	152.47	175.27	176.58	137.08	123.58	132.14
alfalfa	117.83	120.15	134.35	136.32	133.57	141.67	155.28	172.16	205.83	204.39	173.15	166.18
avena forrajera	7.60	9.99	13.76	28.88	16.44	15.22	15.85	22.85	22.48	24.69	22.01	20.01
cebada forrajera	0.15	0.23	1.48	0.98	0.35	0.07	0.02	0.49	0.27	0.05	0.09	0.13
cebada grano	0.05	0.07	0.32	0.16	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.23
col forrajera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00
coquia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ebo	0.00	0.00	0.19	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
garbanzo forrajero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
maíz forrajero	29.71	38.01	32.12	33.36	19.38	39.91	45.51	46.19	51.65	49.24	48.21	79.09
nopal forrajero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pasto ciclo corto	3.07	5.46	0.00	4.40	3.19	5.01	4.23	4.29	5.96	6.51	7.58	12.65
pradera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sorgo forrajero	0.05	0.63	0.25	0.76	0.28	0.72	5.52	0.24	1.02	0.34	1.53	0.77
sorgo grano	8.96	8.90	5.08	3.77	6.53	12.98	7.13	7.79	6.69	10.06	3.43	4.95
trébol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
triticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00
Subtotal forrajes	167.41	183.45	187.55	209.16	180.30	215.59	233.52	254.00	293.92	295.33	256.53	284.01
aceituna	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
aguacate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
chabacano	0.18	0.11	0.11	0.21	0.12	0.09	0.02	0.02	0.07	0.05	0.08	0.11
ciruela	0.04	0.04	0.00	0.00	0.45	0.53	0.42	0.23	0.30	0.15	0.36	0.40
durazno	26.02	19.49	19.49	20.66	17.95	19.17	20.81	17.94	16.46	15.17	13.42	8.55
fresa	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.08	0.01	0.00	0.08
guayaba	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10
kiwi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
manzana	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.17	0.18	0.16	0.04	0.04	0.11	0.11
membrillo	0.14	0.14	0.16	0.20	0.22	0.22	0.06	0.16	0.16	0.16	0.19	0.20
nogal	1.39	1.49	2.73	3.42	3.50	4.12	4.18	3.50	3.34	3.23	3.50	3.17
nopal tuna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
persimonio	0.00	0.04	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.15	0.15	0.19	0.17	0.13
pistache	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sandia	0.05	0.04	0.02	0.02	0.00	0.11	0.04	0.07	0.18	0.02	0.00	0.00
Subtotal frutales	27.97	21.50	22.64	24.62	22.46	24.61	25.93	22.41	20.89	19.14	17.93	12.86
acelga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03
ajo	8.34	5.24	4.52	7.02	8.64	7.30	8.09	12.21	14.39	9.28	7.97	11.37
apio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
betabel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
brócoli	1.16	0.17	1.22	0.91	0.66	1.74	1.50	2.54	1.31	2.14	1.42	1.76
calabacita	1.20	1.10	0.71	0.60	0.96	1.16	1.05	0.59	0.62	1.18	0.72	1.08
calabaza	0.00	0.00	0.03	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
camote	0.03	0.09	0.35	0.00	0.01	0.03	0.10	0.08	0.15	0.14	0.22	0.26

cebolla	1.28	1.23	0.80	0.78	0.57	1.10	0.91	0.89	1.76	1.04	1.81	1.48
CULTIVOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
chicharo	0.05	0.03	0.03	0.05	0.02	0.06	0.06	0.08	0.13	0.30	0.25	0.30
chile seco	15.86	3.25	14.20	4.14	4.95	7.35	10.75	5.73	10.56	13.93	6.34	5.60
chile verde	2.26	17.89	0.89	0.11	2.45	9.33	3.04	2.18	2.60	2.68	1.05	5.86
cilantro	0.00	0.01	0.04	0.03	0.03	0.00	0.08	0.05	0.11	0.02	0.10	0.08
col	2.42	2.34	2.74	2.04	3.41	3.77	3.39	1.59	1.86	1.64	2.56	1.93
coliflor	0.95	1.18	1.51	1.03	0.76	0.95	0.55	0.46	0.84	0.26	0.55	0.98
espinaca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.71	0.69
frijol ejote	0.01	0.05	0.01	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.31	0.38
garbanzo	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
haba grano	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
jitomate	0.45	0.15	0.31	0.23	0.29	0.82	0.24	0.19	0.48	0.78	0.52	0.73
lechuga	0.06	0.07	0.05	0.03	0.25	0.28	0.31	0.28	0.92	0.95	0.98	1.01
maíz elote	0.04	0.23	0.49	0.21	0.68	0.57	1.37	0.36	0.43	1.17	0.61	2.31
maíz pozolero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
nopal verdura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.44	0.45	0.47	0.40	0.20	0.10
papa	0.95	1.83	2.60	2.21	3.03	4.35	2.00	3.03	5.21	6.00	14.20	16.37
pepino	0.02	0.00	0.23	0.29	0.32	0.19	0.45	0.08	0.12	0.36	0.09	0.35
rabanito	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
rábano	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.06
tomate cáscara	0.15	0.28	0.61	0.28	0.34	1.11	0.26	0.31	0.87	1.35	1.17	1.21
zanahoria	0.00	0.05	0.11	0.07	0.27	0.24	0.07	0.01	0.05	0.41	0.32	0.31
Subtotal Hortícolas	35.27	35.26	31.45	20.04	27.80	40.55	34.71	31.14	42.89	44.78	42.17	54.21
agave azul	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
agave mezcalero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
cacahuate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
fior de cempaxochitl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vid	158.10	143.53	143.53	138.15	114.20	105.60	84.05	60.54	48.30	44.59	37.63	33.34
Subtotal industriales	158.10	143.53	143.53	138.15	114.20	105.60	84.05	60.54	48.31	44.59	37.63	33.34
Volumen bruto anual	593.25	547.91	498.81	474.25	472.31	515.53	530.68	543.36	582.60	540.90	477.84	516.55
Volumen bruto anual de agua requerido para cultivos de Primavera-Verano	263.78	234.83	170.57	127.49	166.22	207.81	229.49	242.07	256.56	223.86	202.28	251.39
Volumen bruto anual de agua requerido para cultivos de Otoño-Invierno	25.63	27.95	27.74	47.69	35.86	35.76	35.53	45.80	50.74	48.56	46.65	52.70
Volumen bruto anual de agua requerido para cultivos Perennes	303.84	285.14	300.49	299.07	270.22	271.97	265.66	255.49	275.30	268.49	228.91	212.47

Hasta aquí se tiene el volumen neto por año que fue demandado por los cultivos, sin embargo ese volumen fue satisfecho tanto con aguas superficial, como con agua subterránea, así como con agua residual tratada y sin tratar, por lo que fue necesario investigar cuales fueron las extracciones que se hicieron de las diferentes presas que existen en la zona para riego agrícola, obteniéndose los siguientes datos.

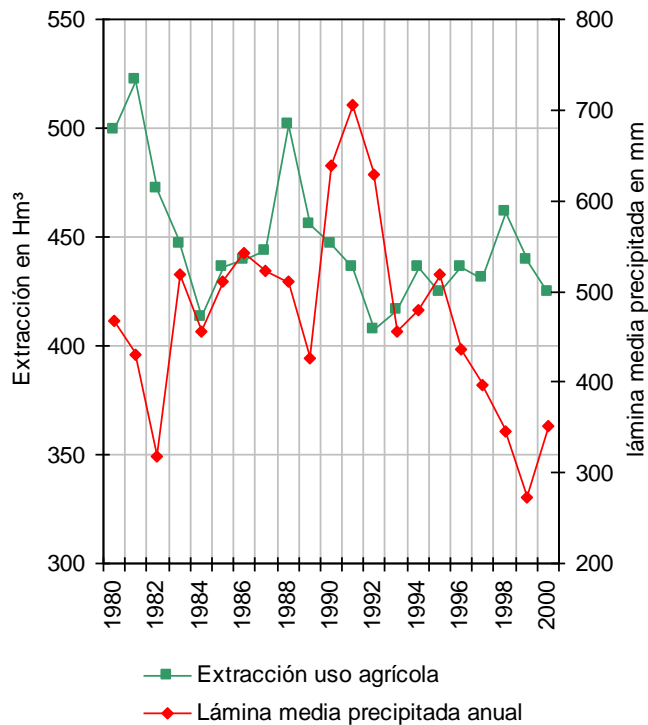


Figura 6.3. Extracción para uso agrícola y lámina media precipitada anual

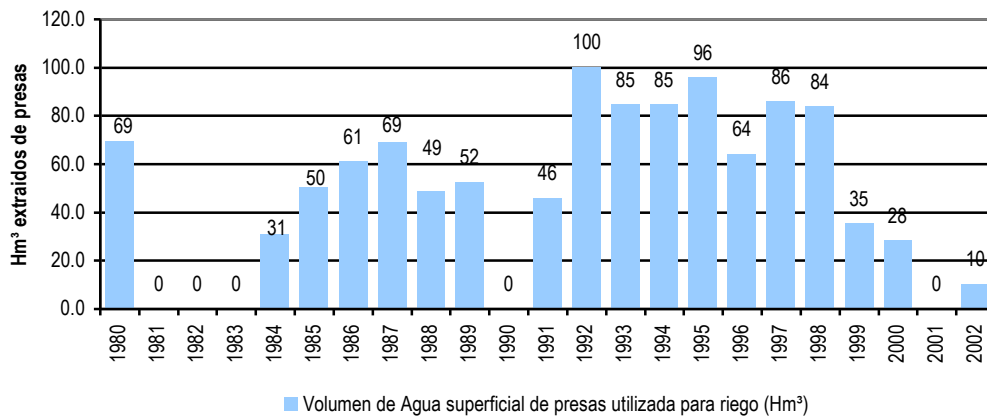


Figura 6.4. Volumen de agua superficial de presas para riego

Otro dato que es necesario restar al volumen bruto además del extraído en presas, es el de las aguas residuales tratadas, los datos recopilados indican que es a partir de 1994 cuando se tratan las aguas residuales y el producto del tratamiento de la Ciudad de Aguascalientes es conducido a la presa Niágara en donde es utilizado para el riego de 3147 ha, siendo el volumen utilizado para el riego de 1995 a 2002 de 26.676 hm³/año. Ahora bien, como también se utiliza agua residual para el riego y sobre todo se utilizó en el periodo 1980-1993 fue necesario cuantificar el volumen de

agua residual generado, para realizar este cálculo fue necesario primeramente establecer cual es el volumen que se extrae para uso potable por año, después cuanta agua se pierde por fugas, enseguida cuanta agua es la que llega y consume la población y finalmente cuanta agua retorna como agua residual. Los datos obtenidos de consumo de agua y agua residual generada se presentan en la siguiente gráfica.

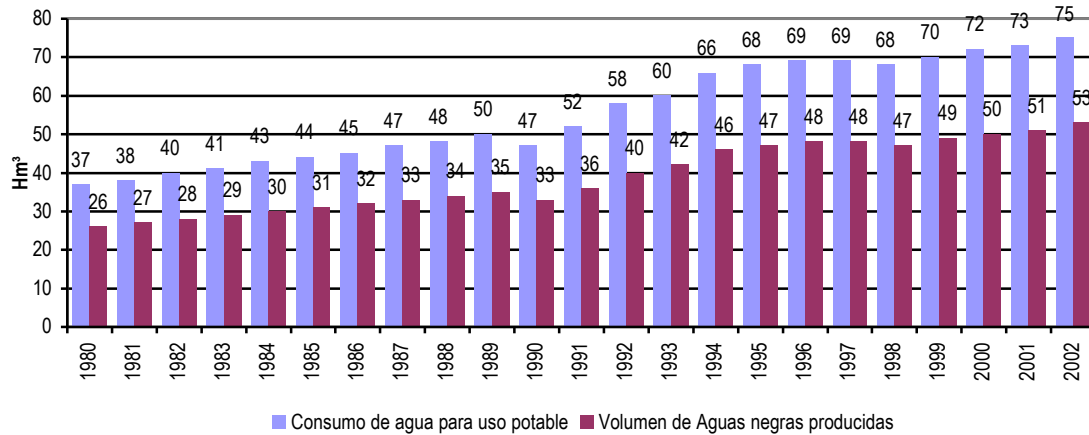


Figura 6.5. Consumo de agua para uso potable

Al volumen de agua residual generada se le resta el volumen de agua residual tratada y al resultado se le resta un 5% de pérdidas por escurrimiento y evaporación obteniendo el dato de agua residual empleado para riego, tal como se muestra en la siguiente Figura.

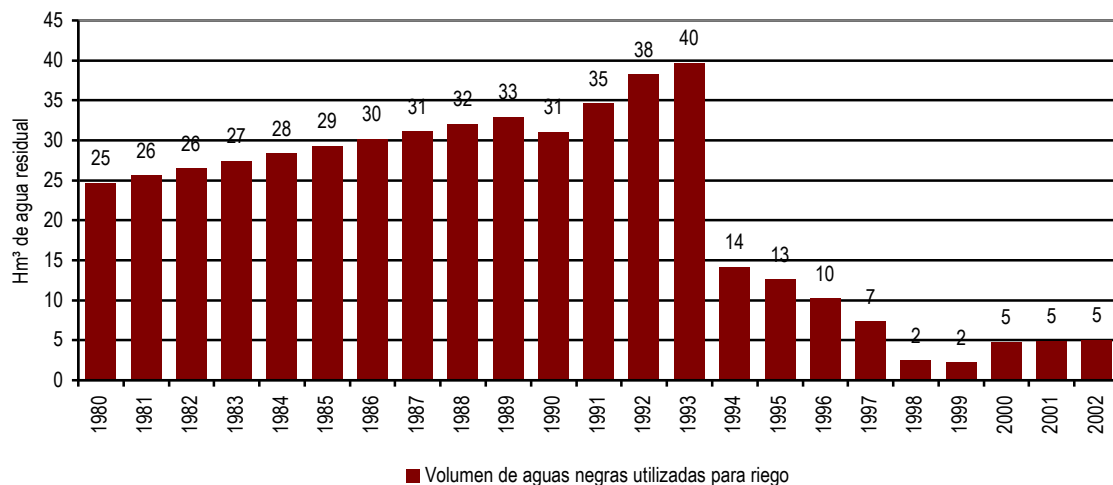


Figura 6.6. Volumen de aguas negras utilizadas para riego

Con los datos de volumen de agua residual tratada empleada para riego, así como los volúmenes de agua tratada para riego y el agua de presas se restaron al volumen

bruto obtenido para cada año y de esta forma se obtuvo el volumen de extracción de agua subterránea para cada año, de acuerdo a la Figura 6.8.

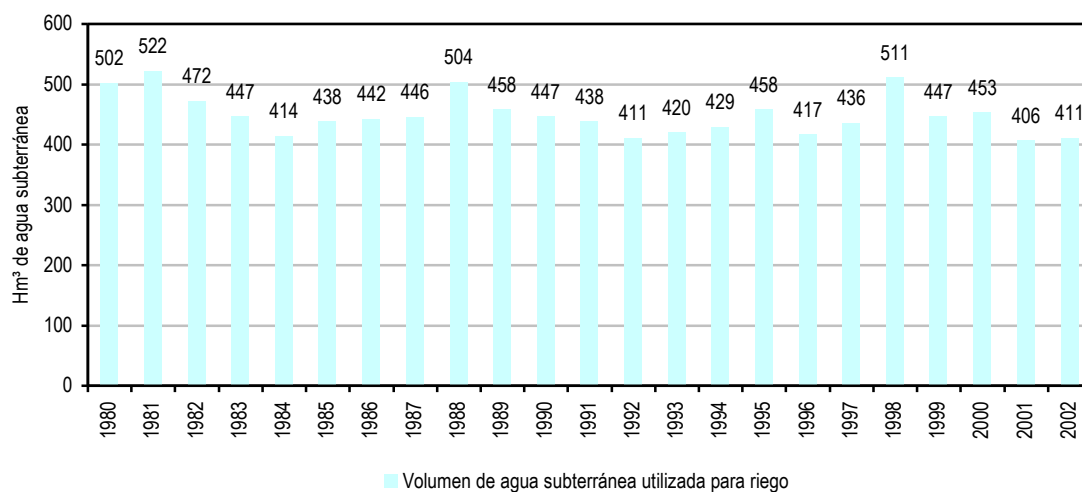


Figura 6.7. Volumen de agua subterránea para riego

Tabla 6.13. Extracción de agua subterránea para uso potable 1980-2002

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Volumen anual bruto de agua requerida para cultivos de riego	593	548	499	474	472	516	531	543	583	541	478	517	546	541	555	559	537	550	574
- Volumen de Agua superficial de presas utilizada para riego	69	0	0	0	31	50	61	69	49	52	0	46	100	85	85	96	64	86	84
- Volumen de Agua tratada (3147 ha) utilizadas para riego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	27	27	27	27
- Volumen de aguas negras utilizadas para riego	25	26	26	27	28	29	30	31	32	33	31	35	38	40	14	13	10	7	2
Volumen de agua subterránea utilizada para riego	499	522	472	447	413	436	439	443	502	455	447	436	407	417	436	424	435	431	461

Cuantificación de la extracción de agua subterránea para uso potable por año, para el periodo 1980 - 2002

La cuantificación de la extracción de agua subterránea para uso potable se obtuvo primero determinando la población para cada uno de los años desde 1980 hasta el 2000. Los censos de 1980, 1990, 1995 y 2000 se utilizaron para calcular las tasas de crecimiento y así poder obtener las poblaciones para los años faltantes.

Ya que se tuvo la población se procedió a investigar las dotaciones de agua que se emplean, para esto se recopiló la información de CNA para el municipio de Aguascalientes y para los años de 1990 hasta 1999, para los demás municipios no se obtuvo la información pero se infirió una dotación promedio de 260 l/hab/día, siendo las pérdidas del 30% en todos los municipios excepto el de Aguascalientes en

donde las pérdidas son del 40%. Con estos datos se obtuvo el consumo real en litros por habitante por día y las pérdidas por fugas en hm³/año. Para calcular el volumen de extracción por municipio se multiplicó la dotación en m/hab/día, por el número de habitantes obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 6.14. Demanda de Agua potable por año y por municipio en el periodo 1980 - 2002 (hm³)

Municipio	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Aguascalientes	45.27	47.12	48.97	50.82	52.67	54.52	56.37	58.22	60.07	61.92	63.77	65.62	67.47	69.32	71.17	73.02	74.87	76.72	78.57	80.42	82.27	84.12	85.97	87.82	89.67
Asientos	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29
Cosío	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.93	0.94	0.96	0.97	1.01	1.05	1.08	1.12	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.23	1.25	1.26	1.28
Cuahtémoc	0.83	0.83	0.84	0.85	0.85	0.86	0.87	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.93	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.06	1.07	1.09
Encarnación de Díaz	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Genaro Codina	0.64	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.66	0.66	0.65	0.65	0.66	0.66	0.66
Guadalupe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04
Jesús María	2.26	2.41	2.55	2.69	2.84	2.98	3.12	3.27	3.41	3.55	3.70	3.94	4.19	4.42	4.66	4.90	5.09	5.25	5.42	5.59	5.78	5.96	6.16	6.35	6.56
Loreto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05
Luis Moya	0.89	0.91	0.93	0.95	0.97	0.99	1.01	1.03	1.05	1.07	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09	1.10
Ojocaliente	2.24	2.29	2.34	2.38	2.43	2.47	2.52	2.57	2.61	2.66	2.70	2.75	2.80	2.84	2.89	2.93	2.98	3.00	3.03	3.07	3.11	3.16	3.21	3.26	3.32
Pabellón de Arteaga	1.88	1.94	2.00	2.06	2.12	2.18	2.24	2.30	2.35	2.41	2.47	2.58	2.69	2.79	2.90	3.00	3.06	3.10	3.15	3.20	3.26	3.30	3.38	3.47	3.57
Rincón de Romos	2.56	2.63	2.69	2.76	2.82	2.88	2.95	3.01	3.08	3.14	3.21	3.30	3.40	3.49	3.58	3.68	3.74	3.79	3.84	3.90	3.96	4.10	4.15	4.19	4.24
San Francisco de los Romo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.68	1.02	1.35	1.69	1.74	1.78	1.82	1.86	1.91	1.60	1.64	1.67	1.71
San José de Gracia	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.66	0.67	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.69	0.69	0.69	0.70	0.70
Teocaltiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Tepezalá	1.15	1.18	1.20	1.23	1.25	1.28	1.30	1.33	1.35	1.38	1.41	1.43	1.46	1.48	1.51	1.54	1.55	1.55	1.55	1.56	1.57	1.61	1.62	1.64	1.66
Troncoso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03
Villa Hidalgo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	59.42	61.67	63.92	66.17	68.42	70.67	72.92	75.17	77.43	79.68	81.93	84.18	86.43	88.68	90.93	93.18	95.43	97.68	99.93	102.18	104.43	106.68	108.93	111.18	113.43

(Nota: solo incluye la población que habita dentro del área de influencia del acuífero)

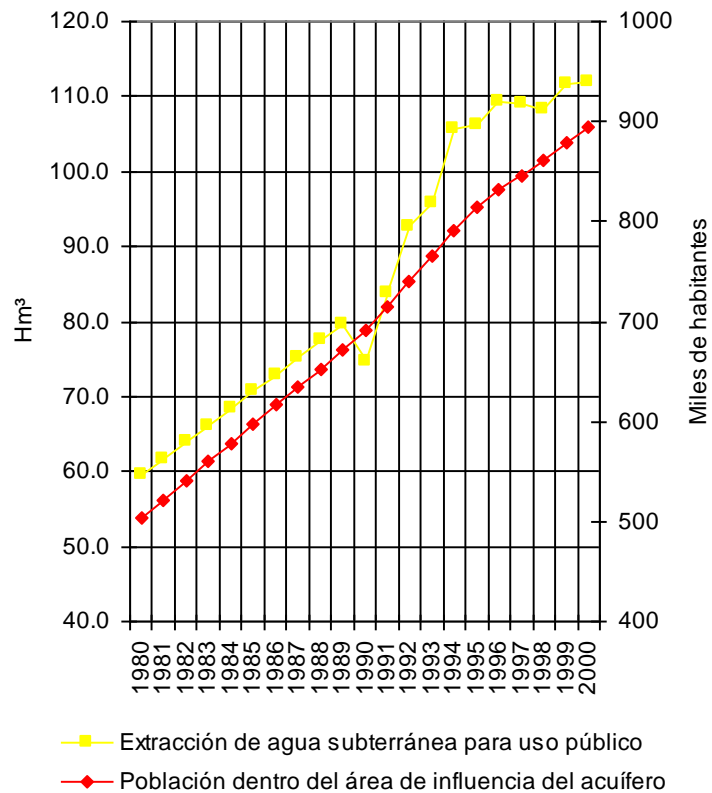


Figura 6.8. Extracción de agua subterránea para uso público y población dentro del área de influencia del acuífero

Cuantificación de la extracción de agua subterránea para uso pecuario por año, para el periodo 1980-2002

Para cuantificar la demanda de agua para el uso pecuario se requirió determinar la población pecuaria anual desde 1980 hasta el 2002. Los datos para los años de 1980 a 1994 se obtuvieron del SIACON que como ya se dijo es un programa interactivo de consulta de la SAGARPA, el cual se encuentra a disposición del público en general en la página de dicha institución. Para los años de 1995 a 2002 los datos de población pecuaria se obtuvieron directamente de los anuarios estadísticos anuales de los estados de Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas, los cuales tienen la información desagregada por municipio; de tal suerte que únicamente se consideraron aquellos que se encuentran totalmente o en su mayor parte dentro de la zona de influencia del acuífero. En la siguiente tabla se presenta la población animal por año, que se obtuvo de las fuentes de información ya descritas.

Tabla 6.15. Población animal por especie y por año dentro del área de influencia del acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.

especie	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Aves	5,943	5,946	5,949	5,952	5,955	5,958	5,961	5,964	5,967	5,970	5,973	5,976	15,526,917	11,083,123	9,369,167	17,976,601	11,432,517	18,576,855	25,162,553	31,103,545	37,681,082	42,235,693	45,328,766
Avestruces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,200	0	0
Bovino	847,898	866,197	882,399	869,330	874,016	960,938	1,016,640	1,125,938	986,356	1,169,464	1,227,165	1,222,321	1,151,981	289,350	293,343	283,027	254,887	243,036	258,217	190,476	175,318	228,430	226,208
Caprino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,000	38,576	38,519	38,131	38,238	30,908	32,041	32,488	31,689	34,920	37,993
Equino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,670	9,463	6,795	6,930	7,068	36,720	35,066	37,609	37,911	38,213	
Guajolotes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,254	0	0	0	865	840	923	1,020	1,108	1,195	
Ovino	1,657	1,721	1,643	1,518	1,768	1,656	1,603	1,439	1,295	1,240	1,119	1,090	3,468	27,835	28,028	29,204	28,251	35,368	36,937	40,589	52,054	52,552	53,477
Porcino	57,481	57,842	52,778	48,673	54,931	40,000	40,671	37,965	35,786	32,488	32,152	34,571	27,835	56,931	55,798	52,340	59,564	49,169	53,199	206,871	102,427	143,448	153,673

Los consumos de agua promedio que se tomaron en cuenta para obtener la demanda anual de agua para el uso pecuario se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.16. Consumo diario promedio de agua para especies pecuarias

Especie	Consumo de agua promedio (litros/animal/día)
Aves	0.125
Avestruces	20
Bovino	60
Caprino	6
Equino	40
Guajolotes	1
Ovino	6
Porcino	15

Con los consumos anteriores y la población pecuaria se calculó la demanda anual por especie, asumiendo que los volúmenes obtenidos son de agua subterránea. Los datos obtenidos se presentan en la tabla 6.17.

Tabla 6.17. Volumen de extracción para uso pecuario por especie y por año (hm³)

ESPECIE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Aves	0.056	0.058	0.059	0.060	0.064	0.065	0.078	0.091	0.103	0.119	0.122	0.122	0.758	0.506	0.427	0.820	0.522	0.848	1.148	1.419	1.719	1.927	2.068
Avestruces	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000
Bovino	6.650	6.935	7.406	7.469	6.269	6.552	7.476	7.287	7.336	7.025	6.846	6.676	5.895	6.337	6.424	6.198	5.582	5.322	5.655	4.171	3.839	5.003	4.954
Caprino	0.119	0.121	0.125	0.117	0.110	0.128	0.103	0.099	0.087	0.088	0.093	0.092	0.089	0.084	0.084	0.084	0.084	0.068	0.070	0.071	0.069	0.076	0.083
Equino	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.234	0.389	0.138	0.099	0.101	0.103	0.536	0.512	0.549	0.553	0.558
Guajolotes	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ovino	0.125	0.126	0.127	0.116	0.107	0.120	0.088	0.089	0.083	0.078	0.071	0.070	0.076	0.061	0.061	0.064	0.062	0.077	0.081	0.089	0.114	0.115	0.117
Porcino	0.413	0.435	0.453	0.489	0.507	0.469	0.517	0.532	0.468	0.470	0.452	0.412	0.425	0.312	0.305	0.287	0.326	0.269	0.291	1.133	0.561	0.785	0.841
Totales	7.363	7.675	8.170	8.250	7.056	7.334	8.262	8.099	8.077	7.781	7.584	7.372	7.476	7.690	7.441	7.552	6.677	6.688	7.782	7.395	6.861	8.460	8.622

Cuantificación de la extracción de agua subterránea para otros usos (industrial, servicios, y múltiple) por año, para el periodo 1980-2002

Para determinar las extracciones de agua subterránea para los usos industrial, servicios, múltiple y otros es difícil aplicar alguna metodología toda vez que los datos para las décadas pasadas son inexistentes, y si de alguna manera se pudieran hacer es retomando las tasas de crecimiento de la población y tomando como verdaderos los datos que maneja el REPDA para los usos señalados, ya que para los usos agrícola y público-urbano se encuentran subvaluadas las extracciones.

Bajo este panorama se estimaron los volúmenes de extracción para los usos industrial, servicios y múltiple considerando la tasa de crecimiento de la población y algunos datos de extracción de agua subterránea de censos anteriores, así como el del REPDA de 2004; obteniéndose la siguiente tabla

Tabla 6.18. Volumen de extracción de agua subterránea por año y para diferentes usos (hm³)

Uso	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Múltiple	8.11	8.41	8.71	9.01	9.31	9.61	9.91	10.22	10.52	10.82	11.12	11.52	11.92	12.32	12.72	13.12	13.37	13.63	13.89	14.14	14.40	14.76	15.12
doméstico	0.83	0.87	0.90	0.93	0.96	0.99	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.38	1.40	1.43	1.46	1.48	1.52	1.56
Industrial	0.46	0.46	0.97	1.48	1.99	2.49	3.00	3.22	3.45	3.67	3.89	4.12	4.34	4.56	4.79	5.01	5.23	5.46	5.68	5.90	6.13	6.35	6.57
Servicios	1.21	1.26	1.30	1.35	1.39	1.44	1.48	1.53	1.57	1.62	1.66	1.72	1.78	1.84	1.90	1.96	2.00	2.04	2.08	2.12	2.15	2.21	2.26

Uso	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total	10.15	10.53	10.91	11.29	11.66	12.04	12.42	12.80	13.17	13.55	13.93	14.43	14.93	15.43	15.93	16.43	16.75	17.07	17.39	17.71	18.04	18.49	18.93

De acuerdo a los datos obtenidos para los diferentes usos ya descritos en los análisis anteriores se obtuvo la demanda total de agua subterránea para los años de 1980 hasta el 2002, los que serán utilizados en la ecuación de balance para los periodos de análisis que son 1980-1997 y 1980-2000. En la tabla siguiente se muestran las demandas totales por uso y por año para el periodo 1980 – 2000.

Tabla 6.19. Resumen de las demandas de agua subterránea para los diferentes usos (hm³)

Uso	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Agrícola	499.38	522.34	472.31	446.82	412.94	435.86	439.32	443.14	501.73	455.45	446.83	435.84	407.36	416.72	436.16	423.75	435.33	430.60	460.85	438.98	424.47	416.02	419.57
Público Urbano	59.42	61.67	63.92	66.17	68.42	70.67	72.92	75.17	77.43	79.68	74.69	83.65	92.52	95.85	105.58	108.98	110.38	110.47	108.80	112.88	115.27	118.17	121.10
Otros usos	10.15	10.53	10.91	11.29	11.66	12.04	12.42	12.80	13.17	13.55	13.93	14.43	14.93	15.43	15.93	16.43	16.75	17.07	17.39	17.71	18.04	18.49	18.93
Pecuario	7.36	7.68	8.17	8.25	7.06	7.33	8.26	8.10	8.08	7.78	7.58	7.37	7.48	7.69	7.44	7.55	6.68	6.69	7.78	7.40	6.86	8.46	8.62
Industrial	0.46	0.46	0.97	1.48	1.99	2.49	3.00	3.22	3.45	3.67	3.89	4.12	4.34	4.56	4.79	5.01	5.23	5.46	5.68	5.90	6.13	6.35	6.57
suma	576.78	602.68	556.28	534.01	502.08	528.39	535.92	542.43	603.86	560.13	546.92	545.41	526.63	540.24	569.91	561.72	574.36	570.30	600.50	582.87	570.76	567.49	574.80

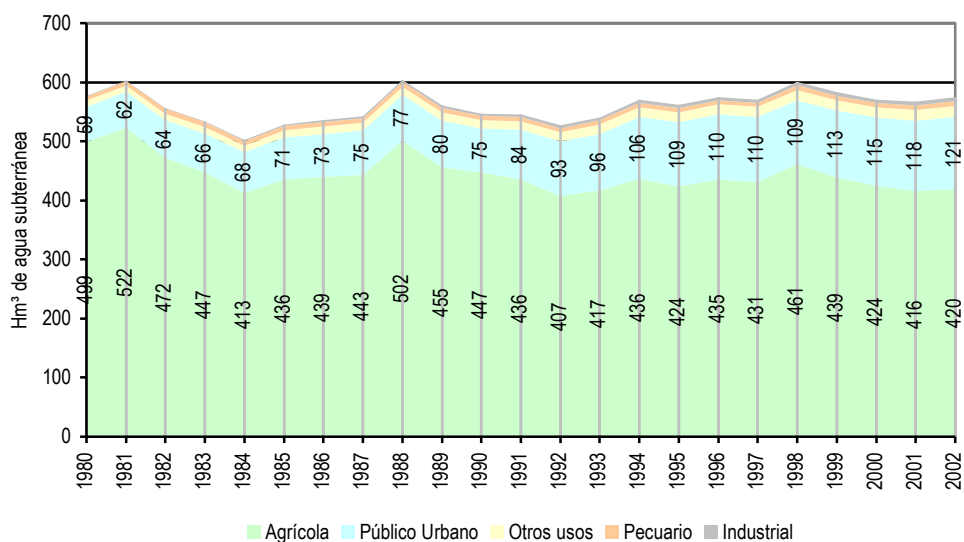


Figura 6.9. Evolución de las demandas de agua subterránea para todos los usos en el periodo 1980-2002

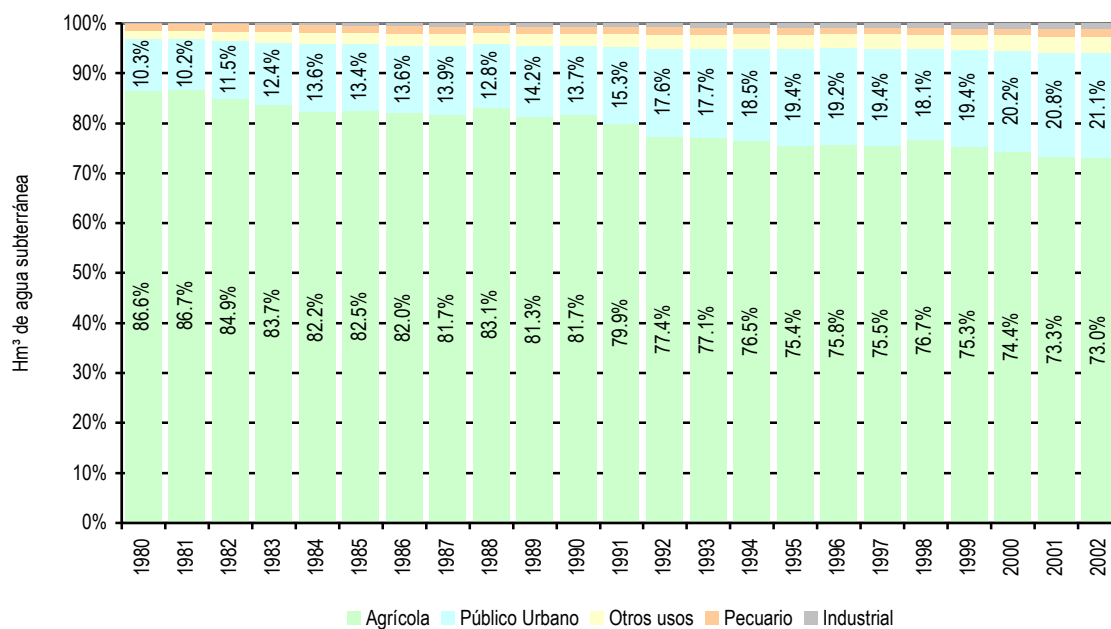


Figura 6.10. Evolución de la extracción de agua subterránea desglosada en porcentaje

Los volúmenes de agua subterránea totales que han sido extraídos y que serán utilizados en los balances de agua subterráneas son:

Para el periodo 1980-1997 el volumen total extraído fue de 9,978.00 hm³

Para el periodo 1980-2000 el volumen total extraído fue de 11,732.20 hm³

6.3.2.2. Infiltración en los cauces

De acuerdo con estudios previos, parte de las aguas residuales se vierten a los cauces y una buena parte se pierden por infiltración. Como información ideal, sería de utilidad conocer la velocidad de infiltración superficial sobre el lecho del cauce, como resultado del estudio de dicho fenómeno con el uso de infiltrómetros (Gelfh o radiales, por ejemplo); sin embargo se carece de dicha información. De manera alternativa, se proponen las velocidades de infiltración como función del tipo de material que se registra depositado en el lecho de los cauces, con énfasis en el Río San Pedro.

Además de los parámetros anteriores, es necesario contar con los registros de escurrimiento en los ríos donde se estudie el fenómeno.

A falta de todos estos datos se propuso para efectos del balance un porcentaje del uno por ciento del escurrimiento total virgen, considerando que la mayor parte de los ríos de esta zona no son perennes y tomado en cuenta los datos que aporta el balance de aguas superficiales; de tal forma que para el periodo 1980-1997 la infiltración en cauces dio un valor de 34.93 hm³, es decir un promedio de 1.94 hm³/año; para el periodo de 1980 a 2000 el valor de infiltración en cauces fue de

44.81 hm³/año, es decir 2.13 hm³/año en promedio. Datos conservadores y que no impactan en el resultado final del balance.

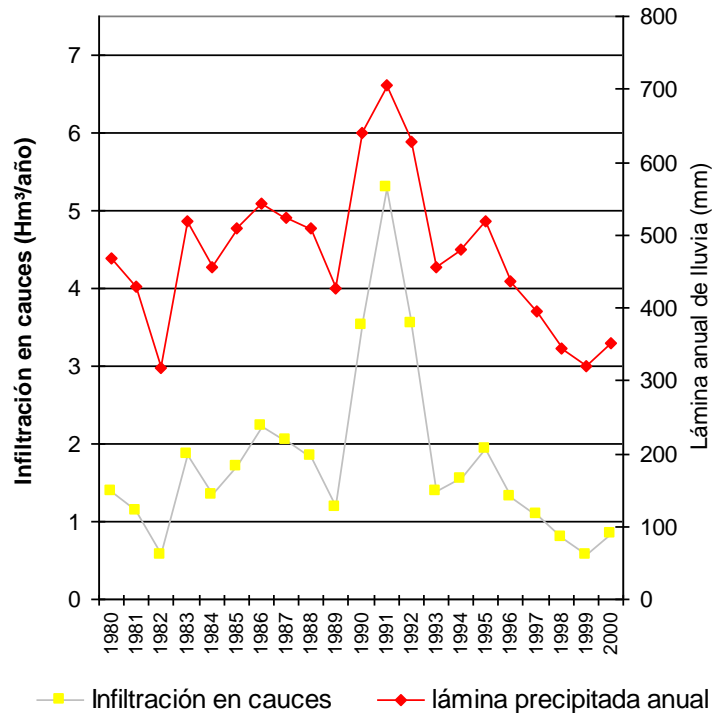


Figura 6.11. Infiltración en cauces y lámina precipitada anual

6.3.2.3. Infiltración de origen pluvial (infiltración vertical)

La información de pruebas de infiltración en el Distrito de Riego Pabellón o en CNA, también podría contribuir a precisar el fenómeno de infiltración vertical por lluvia o escurrimiento. Es prudente destacar la posible anisotropía de los parámetros hidráulicos del terreno, además de zonas de recarga preferencial como son fracturas y grietas, que aceleran el proceso comparativamente a un supuesto medio poroso continuo de parámetros hidráulicos calculados mediante pruebas de bombeo. Para efectos del balance de aguas subterráneas se calculó la infiltración pluvial por medio de un balance de agua superficial, de hecho se realizaron para cada uno de los años desde 1980 hasta 2002. Este trabajo implicó un esfuerzo muy grande ya que se tuvieron que recopilar y procesar toda la información de precipitación anual y temperaturas medias anuales de 94 estaciones climatológicas, muchas de las cuales tenían algunos meses sin datos, teniéndose que hacer las estimaciones respectivas de acuerdo al método del U.S. National Weather Service. Una vez que estuvieron completos todos los datos mensuales se procedió a determinar la precipitación total anual para cada estación y para cada año desde 1980 hasta el 2000 y la temperatura media anual para los mismos años. El siguiente paso fue generar las isoyetas y las isotermas para cada año, utilizando los datos anuales de las 94 estaciones con información de precipitación y las 89 estaciones con datos de temperatura media. El

método para la configuración de isoyetas se realizó con el método de interpolación de Kriging, utilizando como plataforma para la generación de dichas curvas el Arcview y sus módulos 3D Analyst y Spatial Analyst. Estos 44 planos se presentan en el anexo 3 de este capítulo.

El cálculo de la precipitación media para la zona definida por la poligonal del acuífero interestatal y para cada año desde 1980 hasta el 2002 se realizó con el método de isoyetas, ya que es el método más exacto que existe en la actualidad. Para el cálculo de la precipitación media se utilizaron los software Arc View 3.2, Autodesk Land Desktop 2004 y Microsoft Excel XP. Para el cálculo de la temperatura media se utilizó el método de isotermas y se utilizaron los mismos softwares para su determinación. A continuación se presentan los resultados obtenidos tanto de precipitación media como de temperatura media que se presentaron dentro de la poligonal del acuífero para los diferentes años estudiados.

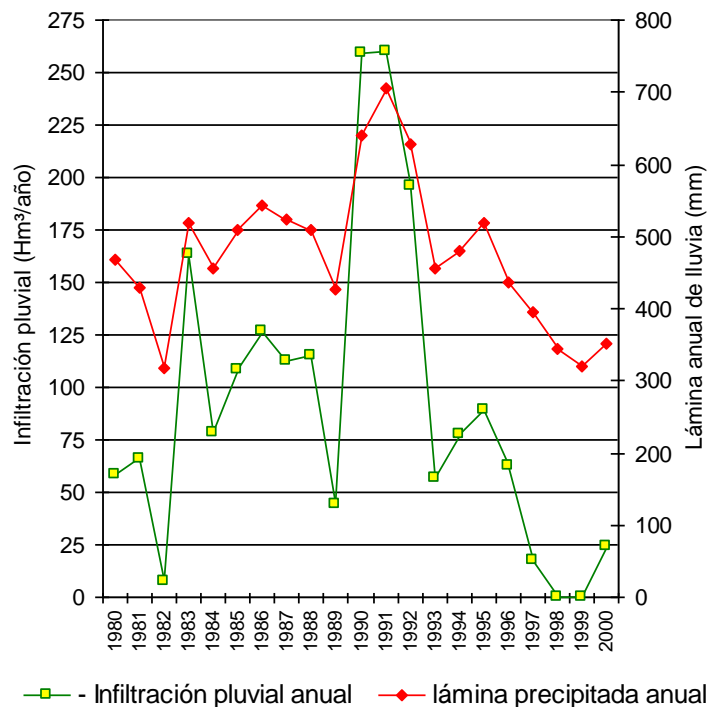


Figura 6.12. Infiltración pluvial y lámina pluvial anual

Tabla 6.20. Precipitación media, volumen precipitado y temperatura media/año

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio	
Precipitación media en m. (Método de Isoyetas)	0.468	0.430	0.318	0.519	0.456	0.510	0.542	0.523	0.510	0.427	0.639	0.706	0.629	0.456	0.480	0.519	0.437	0.396	0.345	0.272	0.352	0.433	0.629	0.575	0.482	
Área de la cuenca (Km ²)	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49	4743.49
Volumen precipitado (Hm ³)	2220.0	2039.7	1508.4	2461.9	2163.0	2419.2	2571.0	2480.8	2419.2	2025.5	3031.1	3348.9	2983.7	2163.0	2276.9	2461.9	2072.9	1878.4	1635.8	1292.1	1668.3	2053.2	2982.3	2729.5	2286.9	
Temperatura media anual (°C)	12.5	12.9	12.6	11.9	12.2	12.5	12.2	11.9	12.0	12.0	12.0	11.7	11.5	11.6	11.7	12.1	11.1	10.8	10.7	12.6	10.8	11.1	11.5	11.5	11.8	

Cálculo de la evapotranspiración real.

Con los datos de temperatura media y precipitación se calculó la evapotranspiración real con el método de M. Turc. El cálculo esta dado por la siguiente fórmula:

Fórmulas de M. Turc

$$ETR = P / \sqrt{0.90 + (P^2 / L^2)}$$

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

Estando ETR y P en milímetros
y T en °C

Los datos obtenidos aplicando esta ecuación son los siguientes:

Tabla 6.21. Evapotranspiración real calculada con el método de M. Turc

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio	
Evapotranspiración (m) Método de Turc	0.405	0.385	0.304	0.427	0.396	0.428	0.441	0.429	0.424	0.376	0.480	0.500	0.469	0.390	0.404	0.429	0.375	0.348	0.315	0.261	0.320	0.373	0.469	0.447	0.400	
Área de la cuenca (Km ²)	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5	4,743.5
Volumen evapotranspirado (Hm ³)	1920.1	1825.6	1440.3	2024.8	1876.9	2031.0	2091.6	2033.0	2009.3	1784.1	2278.9	2369.6	2224.6	1850.1	1917.1	2032.8	1779.9	1652.9	1493.2	1238.8	1518.3	1769.1	2224.6	2122.6	1896.2	

Cálculo del escurrimiento virgen.

Debido a que los datos de las estaciones hidrométricas que se localizan dentro de la zona de estudio se encuentran muy porosas y además la estación que se localiza al final de la cuenca (Estación Ajojucar) presenta datos de escurrimiento muy bajos debido a que la mayor parte de los ríos se encuentran controlados con presas, fue necesario determinar el escurrimiento virgen de manera indirecta utilizando el método de Langbein. Este método está basado en una relación única entre P/Ft y V'/Ft, donde P es la precipitación anual, V' el escurrimiento específico anual y Ft es un factor de temperatura. Cuando P y V' se toman en milímetros y T, la temperatura media del año se expresa en °C, la expresión de Ft es la siguiente

$$F_t = 10^{(0.027 T + 1.886)}$$

La relación entre P/Ft y V'/Ft está dada por la tabulación siguiente:

P/Ft	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
V' / Ft	0.009	0.026	0.075	0.200	0.475	1.000	1.900	2.700	3.400	5.000	7.000	9.000

Tabla 6.22. Escurrimiento virgen

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio	
Escurrimiento específico (m) Método de Langbein.	0.029	0.024	0.012	0.039	0.028	0.036	0.047	0.043	0.039	0.025	0.074	0.111	0.075	0.029	0.033	0.041	0.028	0.023	0.017	0.010	0.018	0.027	0.075	0.060	0.039	
Área de la cuenca (km²)	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5	4743.5
Volumen escurrido (hm³/año)	139.0	112.8	55.5	186.4	133.9	170.6	221.7	204.6	183.5	118.9	353.3	528.9	354.7	139.2	154.7	194.3	131.6	109.9	80.3	46.9	83.6	129.2	354.1	284.6	186.3	

Otras componentes del balance de agua superficial que se tuvieron que cuantificar fueron:

- Extracción de agua superficial
- Evaporación en vasos
- Retornos Agrícolas de agua superficial
- La infiltración producto del riego con agua superficial

Para la **extracción de agua superficial** se tomó como referencia los datos de extracciones históricas de la presas presidente Calles (CNA. Gerencia Estatal en Aguascalientes), como no se obtuvieron los datos de extracción de las demás presas que existen en la zona de estudio (ver tabla x), se tuvo que cuantificar las extracciones de estas presas aplicando un factor que se obtuvo a través de una regla de tres y aplicando el factor a los volúmenes de extracción de la presa Presidente Calles.

Tabla 6.23. Principales Presas que se localizan dentro de la zona de influencia del acuífero

NOMBRE DE LA PRESA	Municipio	Capacidad Total (m³)
Abelardo L. Rodríguez	Jesús María	32,500,000
Plutarco E. Calles	San José de Gracia	340,104,000
El Jocoque	Pabellón de Arteaga	10,975,000
Pabellón (Potrerillos)	San José de Gracia	2,038,000
50 Aniversario	San José de Gracia	4,100,000
Saucillo	Rincón de Romos	6,000,000
Presa Ajojuar	Encarnación de Díaz	27,900,000
Presa Jiquinaque	Villa Hidalgo	7,000,000
San Antonio	Encarnación de Díaz	25,500,000
		456,117,000

Nota: No se consideró aquí la Presa el Niágara por ser abastecida principalmente por agua residual tratada

Tabla 6.24 Extracción de agua de presas (sin contar el agua residual tratada)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
- Volumen de Agua superficial de presas utilizada para riego	69.2	0.0	0.0	0.0	31.0	50.4	61.2	69.1	48.8	52.5	0.0	46.1	100.1	84.5	84.5	95.9	64.3	85.9	83.8	35.3	28.3

La **evaporación en vasos** se obtuvo multiplicando la evaporación potencial anual de la estación más cercana al embalse, por el área del mismo y luego sumando las evaporaciones de todos los embalses de cada año.

Tabla 6.25 Evaporación en vasos

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
- Evaporación en vasos	3.37	2.73	1.35	4.52	3.24	4.14	5.37	4.96	4.45	2.88	8.56	12.82	8.60	3.37	3.75	4.71	3.19	2.66	1.95	1.35	2.03	3.13	8.58

Los **retornos agrícolas** de agua superficial se estimaron primero retomando las eficiencias globales promedio de cada año, que a su vez se obtuvieron del promedio ponderado de la eficiencia global de cada cultivo con respecto a su superficie sembrada. Si sabemos la cantidad de agua que se extrae de las presas es posible determinar la cantidad de agua que llega y es aprovechada por los cultivos, simplemente multiplicando por la eficiencia global; de igual forma podemos calcular el agua que se pierde desde la salida de la presa y que no es aprovechada por los cultivos, restando al volumen de extracción de presas el volumen aprovechado por los cultivos. Una vez que se ha calculado las pérdidas totales se define el porcentaje que se pierde por evaporación, el que se pierde por infiltración y el que retorna por a los cauces por escurrimiento. En los cálculos únicamente se tomó en cuenta el agua

natural superficial de las presas, sin contar el agua tratada y el agua residual. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.26. Datos utilizados para el cálculo de retornos agrícolas de agua superficial

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Volumen de agua de presas para riego (millones de m ³)	69.22	0.00	0.00	0.00	31.02	50.40	61.16	69.10	48.82	52.48	0.00
Eficiencia global	53.7%	53.7%	53.7%	53.3%	52.5%	51.6%	50.9%	49.9%	48.9%	48.7%	51.2%
Agua que llega al cultivo	37.20	0.00	0.00	0.00	16.27	25.98	31.13	34.50	23.89	25.57	0.00
Pérdidas totales	32.02	0.00	0.00	0.00	14.75	24.42	30.03	34.59	24.93	26.90	0.00
Pérdidas por infiltración	1.86	0.00	0.00	0.00	0.86	1.42	1.74	2.01	1.45	1.56	0.00
Pérdidas por evaporación	28.81	0.00	0.00	0.00	13.27	21.98	27.03	31.14	22.43	24.21	0.00
Retornos agrícolas de agua superficial	1.34	0.00	0.00	0.00	0.62	1.03	1.26	1.45	1.05	1.13	0.00

La **infiltración producto del riego con agua superficial** se obtuvo de igual forma que los retornos agrícolas despejando de la siguiente fórmula la infiltración por riego con agua superficial

Pérdidas totales del agua superficial extraída en presas = pérdidas por evaporación + pérdidas por retornos (escurrimiento) + pérdidas por infiltración

Los datos de evaporación y escurrimiento fueron similares en porcentaje al los calculados para la evapotranspiración y escurrimiento virgen.

Una vez calculados todos los valores de los parámetros involucrados en la fórmula del balance se procedió a calcular la infiltración pluvial que se presenta en la zona de estudio que fue definida por la poligonal del acuífero, despejando de la ecuación de balance de agua superficial.

Ecuación de balance de agua superficial

Precipitación + Vol. Importado + Retornos Agrícolas = evapotranspiración + extracciones de agua superficial + escurrimiento virgen + evaporación en vasos + infiltración del riego con agua superficial + infiltración pluvial + Vol. exportado

De la ecuación anterior se despeja la infiltración pluvial y se obtienen los datos que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 6.27. Balances de agua superficial para los años de 1980 a 2002

Concepto	Años
----------	------

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Superficie (Km ²)	468 4,743.49	430 4,743.49	318 4,743.49	519 4,743.49	456 4,743.49	510 4,743.49	542 4,743.49	523 4,743.49	510 4,743.49	427 4,743.49	639 4,743.49	706 4,743.49	629 4,743.49	456 4,743.49	480 4,743.49	519 4,743.49	437 4,743.49	396 4,743.49	345 4,743.49	319 4,743.49	352 4,743.49
Precipitación media (mm)	468 4,743.49	430 4,743.49	318 4,743.49	519 4,743.49	456 4,743.49	510 4,743.49	542 4,743.49	523 4,743.49	510 4,743.49	427 4,743.49	639 4,743.49	706 4,743.49	629 4,743.49	456 4,743.49	480 4,743.49	519 4,743.49	437 4,743.49	396 4,743.49	345 4,743.49	319 4,743.49	352 4,743.49
Millones de m ³																					
Volumen llovido	2,220	2,040	1,508	2,462	2,163	2,419	2,571	2,481	2,419	2,025	3,031	3,349	2,984	2,163	2,277	2,462	2,073	1,878	1,636	1,513	1,668
- evapotranspiración real	1,920	1,826	1,440	2,025	1,877	2,031	2,092	2,033	2,009	1,784	2,279	2,370	2,225	1,850	1,917	2,033	1,780	1,653	1,493	1,440	1,518
+ volúmenes importados	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
+ Retornos Agrícolas (sin contabilizar el agua subterránea)	1.34	0.00	0.00	0.00	0.62	1.03	1.26	1.45	1.05	1.13	0.00	0.96	2.11	1.77	1.73	1.86	1.24	1.65	1.60	0.66	0.52
- Extracciones de agua superficial	69.22	0.00	0.00	0.00	31.02	50.40	61.16	69.10	48.82	52.48	0.00	46.07	100.11	84.53	84.53	95.94	64.30	85.85	83.80	35.33	28.31
- Volúmenes exportados	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Escurrimiento virgen	138.97	112.82	55.51	186.42	133.86	170.60	221.67	204.61	183.50	118.86	353.33	528.87	354.71	139.18	154.71	194.28	131.62	109.87	80.30	55.51	83.60
- Evaporación en vasos	3.37	2.73	1.35	4.52	3.24	4.14	5.37	4.96	4.45	2.88	8.56	12.82	8.60	3.37	3.75	4.71	3.19	2.66	1.95	1.35	2.03
- Infiltración pluvial	87.8	98.59	11.32	246.15	117.75	162.64	190.65	168.60	172.76	66.76	390.25	391.20	294.82	85.16	116.09	133.48	93.40	26.51	-24.11	-19.52	35.78
- Infiltración de riego con agua superficial	1.86	0.00	0.00	0.00	0.86	1.42	1.74	2.01	1.45	1.56	0.00	1.32	2.92	2.44	2.39	2.57	1.72	2.27	2.21	0.92	0.72
= Balance superficial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

% Respecto al volumen llovido + Retornos agrícolas de agua superficial

Evapotranspiración real	86.4%	89.5%	95.5%	82.2%	86.7%	83.9%	81.3%	81.9%	83.0%	88.0%	75.2%	70.7%	74.5%	85.5%	84.1%	82.5%	85.8%	87.9%	91.2%	95.1%	91.0%
Usos consuntivos	3.1%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	2.1%	2.4%	2.8%	2.0%	2.6%	0.0%	1.4%	3.4%	3.9%	3.7%	3.9%	3.1%	4.6%	5.1%	2.3%	1.7%
Evaporación en vasos	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.3%	0.4%	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
infiltración	4.0%	4.8%	0.8%	10.0%	5.4%	6.7%	7.4%	6.8%	7.1%	3.3%	12.9%	11.7%	9.9%	3.9%	5.1%	5.4%	4.5%	1.4%	-1.5%	-1.3%	2.1%
Escurrimiento	6.3%	5.5%	3.7%	7.6%	6.2%	7.0%	8.6%	8.2%	7.6%	5.9%	11.7%	15.8%	11.9%	6.4%	6.8%	7.9%	6.3%	5.8%	4.9%	3.7%	5.0%
Suma	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

La infiltración obtenida de esta manera corresponde a toda el área que fue definida por la poligonal del acuífero, sin embargo la zona de explotación es una franja que se encuentra entre las dos grandes fallas que conforman el graben de Aguascalientes, cuya dirección del plano de falla es norte – sur y cuya área es menor que la de la poligonal del acuífero, a esta zona la denominaremos como la zona de explotación ya que en ella se localizan todos los aprovechamientos de agua subterránea. Para efectos del balance de agua subterránea el área que se tomará en cuenta es la de la zona de explotación, luego entonces la infiltración pluvial para los periodos 1980-1997 y 1980-2000 tendrá que ser menor a la obtenida en el balance de agua

superficial, por ser un área menor. Con una simple regla de tres se obtuvo la infiltración pluvial para los dos periodos estudiados obteniéndose los siguientes resultados

Periodo 1980-1997. Infiltración pluvial = 1,755.81 Hm³

Periodo 1980-2000. Infiltración pluvial = 1,892.72 Hm³

6.3.2.4. Infiltración en presas y lagos

La infiltración en presas y lagos generalmente contribuye muy poco dentro de los balances de agua subterránea en México, debido a la sedimentación que se produce dentro de los embalses, sin embargo siempre existirá un aporte de estos cuerpos de agua hacia el acuífero. En el caso de este acuífero se propuso una infiltración del 1% del volumen total almacenado en las presas, porcentaje bastante conservador y que de alguna forma no impacta en el balance. Los volúmenes infiltrados de presas para los periodos estudiados son:

Periodo 1980-1997. Infiltración en presas = 23.5 hm³

Periodo 1980-2000. Infiltración en presas = 24.9 hm³

De acuerdo a estos datos la infiltración anual si utilizamos el primer periodo es de 1.3 Hm³/año, mientras que si utilizamos el segundo periodo (1980-2000) la infiltración resultante es 1.2 hm³/año

6.3.2.5. Fugas en redes urbanas

Las pérdidas como ya se dijo se obtuvieron de multiplicar el 40% al volumen de extracción del municipio de Aguascalientes y el 30% a los volúmenes de los demás municipios. Obteniendo los siguientes datos por municipio y los totales por año.

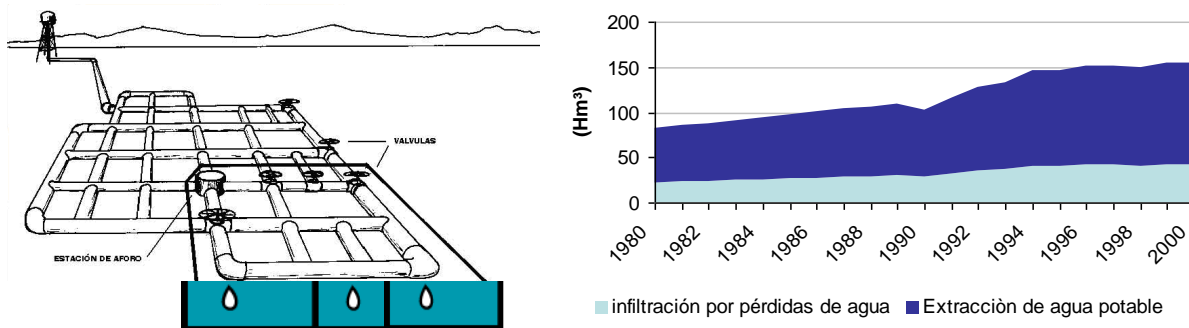


Figura 6.13. Evolución de las extracciones de agua potable y fugas en las redes

Tabla 6.28. Pérdidas en las redes de agua potable (hm³)

Municipio	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004

Tabla 6.29. Pérdidas por infiltración en el riego de cultivos

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Pérdidas por infiltración de agua subterránea para riego	13.5	14.0	12.7	12.1	11.4	12.3	12.6	12.9	14.9	13.6
Pérdidas por infiltración de aguas procedentes de presas	1.9	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4	1.7	2.0	1.4	1.6
Pérdidas por infiltración de agua residual y residual tratada usada en el riego	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
Suma	16.0	14.7	13.4	12.8	13.1	14.5	15.2	15.9	17.3	16.1

Los valores de percolación para los periodos utilizados en los balances son:

Periodo 1980-1997. Percolación de riegos = 269.1 Hm³

Periodo 1980-2000. Percolación de riegos = 311.8 Hm³

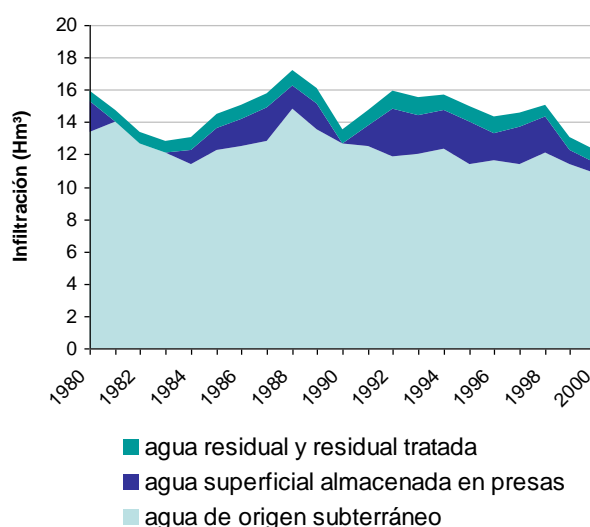


Figura 6.14. Infiltración de agua destinada a la agricultura

6.3.2.7. Evaporación por afluencia del nivel freático

Únicamente ocurrirá en zonas donde el nivel freático aflora. La información piezométrica del período 1968 – 2003, no identifica zonas de este tipo.

6.3.2.8. Evapotranspiración por plantas freatófitas

Función del tipo de vegetación local y de la someridad del nivel estático. Criterio similar al del párrafo anterior.

6.3.2.9. Descarga hacia el flujo base de las corrientes

Puede calcularse con apoyo en registros hidrométricos donde se identifique el flujo base de las corrientes y su evolución a través de los años. Sin embargo, para la

zona de estudio, la mayoría de las corrientes son efímeras – sin gasto base – y el efecto de las presas y de la actividad humana, así como la distribución de las extracciones y más aún, la profundidad al nivel estático (en general superior a los 40 m), diversifican y reducen la precisión de un análisis en este sentido, además de que implican que la descarga hacia el flujo base de las corrientes es despreciable.

6.3.2.10. Cambio de almacenamiento (CVA)

El cambio de almacenamiento de un acuífero en un intervalo de tiempo seleccionado está determinado por la posición inicial y final de la superficie piezométrica en el área considerada, éste se calcula a partir de las curvas de igual evolución del nivel estático en el intervalo seleccionado y en el área elegida para el planteamiento de la ecuación de balance. En el caso de este sistema acuífero el valor del cambio de almacenamiento se obtuvo de calcular el promedio ponderado de las curvas de igual evolución del nivel estático para un periodo de 18 años (1980-1997) y otro para un periodo de 21 años (1980-2000) (figura 8.18) y después multiplicarlos por el área total de balance; el valor promedio de evolución del nivel estático obtenido para el periodo 1980-1997 fue de -33.95 m y para el periodo 1980-2000 fue de -37.624 m lo cual significa que se registró un abatimiento en estos dos periodos, dichos abatimientos en promedio fueron de -1.88 m/año y -1.79 m/año, respectivamente; por otro lado, el cambio de almacenamiento obtenido fue de -99,045.33 hm³ y de -118,687.09 m, respectivamente para cada periodo. Estos datos se obtuvieron de multiplicar el valor promedio de la evolución del nivel estático en cada periodo por el área total de balance (los cálculos se encuentran en los archivos cálculo de áreas de evolución 1997-1980.xls y cálculo de áreas de evolución 1980-2000.xls).

6.3.2.11. Coeficiente de almacenamiento (S)

El valor del coeficiente de almacenamiento del acuífero en la zona, no es muy consistente debido a la cantidad tan diversa de materiales que conforman el acuífero desde arcillas hasta gravas, así como rocas volcánicas y materiales piroclásticos; así mismo por las pruebas de bombeo se sabe que el acuífero granular (unidad hidrogeológica sedimentaria clástica) es de tipo semiconfinado en la porción norte y libre en la parte central de la planicie y su periferia, mientras que la unidad en rocas fracturadas se presenta en algunos lugares como confinada y en otras como libre. Por otro lado, los cortes litológicos de los pozos recopilados y los sondeos eléctricos verticales indican que el acuífero está constituido por material aluvial en su mayor parte y hacia abajo se encuentran piroclastos gruesos y finos, por lo que con base en estos datos es posible asignarle un valor al coeficiente de almacenamiento de 4×10^{-2}

6.3.2.12. Entradas y salidas por flujo subterráneo horizontal (Esh y Sh).

El cálculo de los caudales de entrada y salida por flujo subterráneo en el área de balance se hizo con base en la red de flujo antes mencionada y con ayuda de las secciones geológicas que aparecen en el estudio “Recalibración del modelo hidrodinámico del flujo subterráneo y obtención de políticas de manejo del sistema acuífero de Aguascalientes, 2000”, con estas dos herramientas se definieron las

zonas de entrada y salida de flujo subterráneo horizontal (Figura A.4) y en las cuales se definieron el ancho y espesor saturado del sistema acuífero de cada una de ellas. Para el cálculo del espesor saturado del acuífero en la entrada del flujo subterráneo se midió directamente de la sección geológica que aparece en el mismo informe del 2000 cuya orientación es este-oeste, pero como en este estudio no se tomó en cuenta la porción de Ojocaliente se tuvo que revisar la descripción de la geología subterránea que aparece en el “estudio geohidrológico de evaluación y censo en los Estados de San Luis y Zacatecas,1977” obteniéndose el espesor saturado del acuífero y el ancho del mismo. Para definir el espesor saturado del sistema acuífero a la salida del flujo se midió directamente en la sección geológica que se presenta en el estudio del 2000, cuidando de tomar en cuenta la elevación a la que se encontraba el nivel estático en los años 1997 y 2000 en la zona sur del sistema acuífero. Por lo que respecta al gradiente hidráulico, éste se definió a partir de la diferencia entre curvas de igual elevación del nivel estático y la distancia entre las mismas para los años de 1997 y 2000; con estos valores, la conductividad hidráulica (tomada de reportes de pruebas de bombeo) y el espesor saturado del acuífero, se calcularon los caudales de entrada y salida del sistema acuífero, mediante la expresión de la Ley de Darcy:

$$Q = C_h S T i b$$

En donde:

Q = Caudal instantáneo en m³/s

C_h = Conductividad hidráulica en m/s

S = Espesor saturado del acuífero en metros

i = Gradiente hidráulico

b = Ancho de la sección de flujo

Datos para el cálculo de las salidas por flujo horizontal subterráneo:

$$C_h = 0.84937 \text{ m/día}$$

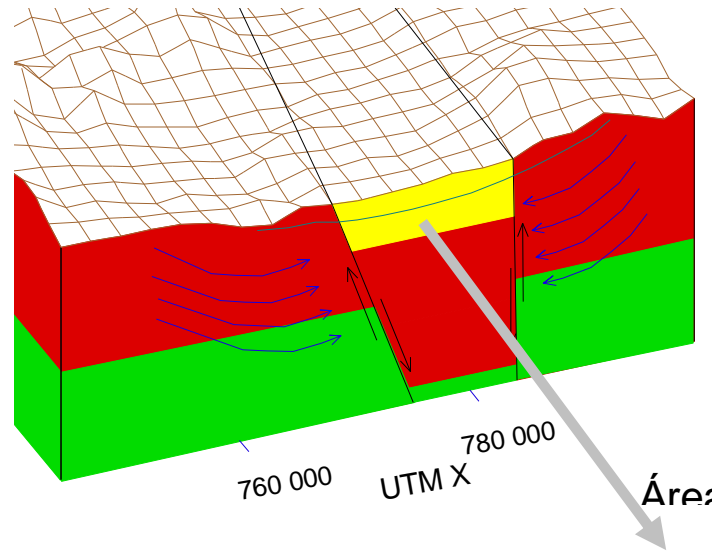
$$S = 275 \text{ m}$$

$$i = 0.0016$$

$$b = 20,000 \text{ m}$$

$$Q_{\text{salida}} = 7,454.58 \text{ m}^3/\text{día} = 0.08627 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{salida (año)}} = 2.72 \text{ hm}^3/\text{año}$$



Datos para el cálculo de las entradas por flujo horizontal subterráneo al norte de ojo caliente:

$$C_h = 0.84937 \text{ m/día}$$

$$S = 270 \text{ m}$$

$$i = 0.0023$$

$$b = 17,000 \text{ m}$$

$$Q_{\text{entrada}} = 9066.5407 \text{ m}^3/\text{día} = 0.1049 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{entrada (año)}} = 3.31 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Datos para el cálculo de las entradas por flujo horizontal subterráneo del acuífero de Chicalote al de Aguascalientes:

$$C_h = 0.84937 \text{ m/día}$$

$$S = 240 \text{ m}$$

$$i = 0.0025$$

$$b = 2,000 \text{ m}$$

$$Q_{\text{entrada}} = 1019.2451 \text{ hm}^3/\text{día} = 0.0117 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{entrada (año)}} = 0.372 \text{ Hm}^3/\text{año}$$

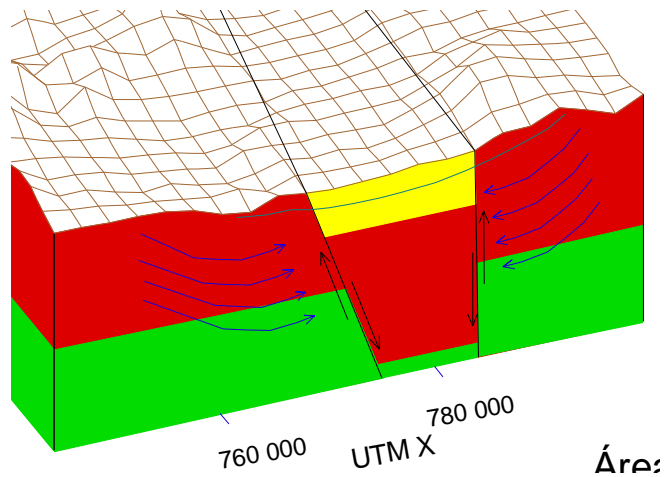


Figura 6.15. Representación esquemática del flujo de recarga horizontal

Mediante la suma de los caudales instantáneos determinados en cada una de las zonas de entrada y salida se obtuvo el caudal instantáneo de entrada y salida, siendo estos respectivamente $0.1166 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.086 \text{ m}^3/\text{s}$. A partir de estos valores se calcularon los valores anuales de entrada y salida por flujo horizontal obteniéndose los siguientes resultados: $2.72 \text{ hm}^3/\text{año}$ de salida horizontal y $3.681 \text{ hm}^3/\text{año}$ de entrada horizontal. Sin embargo, los valores de entrada por flujo horizontal a la hora de aplicarlos en la ecuación de balance arrojan un valor de infiltración por precipitación mayor que el obtenido por medio del balance de agua superficial, lo cual indica que existe una mayor aportación de agua al acuífero, ya se que esta sea por flujo horizontal o por flujo vertical, debido a estas incongruencias se tomó la decisión de calcular las entradas por flujo horizontal tanto para el periodo 1980-197 como 1980-2000 de la ecuación de balance, toda vez que la infiltración por precipitación ya se había inferido a partir del balance de agua superficial. De este análisis obtenemos que la entrada de agua por flujo horizontal (y/o vertical ¿?) para el periodo de 1980 a 1997 fue de $3,442.782 \text{ hm}^3$ siendo el promedio anual de $191.3 \text{ hm}^3/\text{año}$. Para el periodo 1980 – 2000 la entrada de agua por flujo horizontal fue de $4,105.797 \text{ hm}^3$ y el promedio anual es de $195.5 \text{ hm}^3/\text{año}$.

6.3.2.13. Aplicación de la ecuación de balance de agua subterránea.

El procedimiento directo para calcular la recarga vertical o también conocida como infiltración pluvial o infiltración por precipitación (I_p) que recibe un acuífero y el valor del coeficiente de almacenamiento regional del mismo, es el planteamiento de la ecuación de balance en uno o varios intervalos de tiempo adecuados; sin embargo para nuestro caso como ya sabemos el orden de magnitud de la infiltración pluvial pero no sabemos cuales son las entradas horizontales y/o verticales de agua subterránea despejaremos este valor de la ecuación. La ecuación de balance como ya se dijo, se basa en el principio de conservación de la masa y tiene la siguiente expresión:

Cambio de almacenamiento x coeficiente de almacenamiento =
--

Entradas de agua - Salidas de agua

La forma desarrollada de la expresión anterior tiene la siguiente forma:

$$CVA \times S = Ip + Ic + Ica + Esh + Esv + Ir + Ipa - Dc - Dm - Sh - Sv - Evp - Tv - B$$

De la expresión anterior se despeja las entradas horizontales de agua subterránea (Esh), quedando la fórmula como sigue:

$$Esh = -Ic - Ica - Ip - Esv - Ir - Ipa + Dc + Dm + Sh + Sv + Evp + Tv + B + (CVA \times S)$$

Los parámetros involucrados en la expresión anterior se presentan en la tabla A.4 en donde se especifica el valor anual del parámetro expresado en hectómetros cúbicos (millones de m³), así como los valores para el periodo 1980-1997.

Tabla 6.30. Parámetros involucrados en el balance de aguas subterráneas para el periodo 1980-1997

Entradas (E)	Descripción	Promedio anual (hm ³ /año)	Valores para el periodo 1980-1997
Ip	Infiltración por precipitación (lluvia)	97.5	
Ic	Infiltración a lo largo de corrientes (a)	1.9	
Ica	Infiltración procedente de presas (b)	1.3	
Esh	Entradas subterráneas horizontales (c)		
Esv	Entradas subterráneas verticales (d)		
Ir	Infiltración por riego (infiltración inducida)(e)	14.9	
Ipa	Pérdidas de conducción de agua potable (f)	31.0	
Salidas (S)	Descripción	Promedio anual (hm ³ /año)	Valores para el periodo 1980-1997
Dc	Aportación a corrientes superficiales	0.0	
Dm	Descarga por manantiales	1.0	
Sh	Salidas subterráneas horizontales	2.7	
Sv	Salidas subterráneas verticales	0.0	
Evp	Evaporación en áreas con niveles freáticos someros	0.0	
Tv	Transpiración por freatofitas o cobertura vegetal nativa	0.0	
B	Extracción mediante captaciones de agua del subsuelo (bombeo)	554.3	
CVA	Cambio de almacenamiento (1980-1997)	-5,502.5	
S	Coefficiente de almacenamiento	0.040	

Se sustituyeron los valores en la fórmula para obtener las entradas horizontales de agua subterránea y se realizaron los cálculos, arrojando como resultado que la recarga procedente de las entradas horizontales por flujo subterráneo (Esh) son de

3,442.782 hm³ para el periodo 1980-1997; el valor de Esh promedio anual es entonces de 191.3 hm³/año.

Se realizó otro ejercicio de balance para el periodo 1980-2000 los resultados obtenidos para las entradas por flujo horizontal de agua subterránea fueron de 4,105.797 hm³ para el periodo y el promedio anual fue de 195.5 hm³/año

Tabla 6.31. Parámetros involucrados en el balance de aguas subterráneas para el periodo 1980-2000

Entradas (E)	Descripción	Promedio anual (hm ³ /año)	Valores para el periodo 1980-1997
Ip	Infiltración por precipitación	90.1	
Ic	Infiltración a lo largo de corrientes (a)	2.1	
Ica	Infiltración procedente de presas (b)	1.2	
Esh	Entradas subterráneas horizontales (c)		
Esv	Entradas subterráneas verticales (d)		
Ir	Infiltración por riego (infiltración inducida)(e)	14.7	
Ipa	Pérdidas de conducción de agua potable (f)	32.6	
Salidas (S)	Descripción	Promedio anual (hm ³ /año)	Valores para el periodo 1980-1997
Dc	Aportación a corrientes superficiales	0.0	
Dm	Descarga por manantiales	1.0	
Sh	Salidas subterráneas horizontales	2.7	
Sv	Salidas subterráneas verticales	0.0	
Evp	Evaporación en áreas con niveles freáticos someros	0.0	
Tv	Transpiración por freatofitas o cobertura vegetal nativa	0.0	
B	Extracción mediante captaciones de agua del subsuelo (bombeo)	558.7	
CVA	Cambio de almacenamiento (1980-2000)	-5,651.8	
S	Coefficiente de almacenamiento	0.040	

Para calcular el cambio de almacenamiento anual que sufre el acuífero, así como definir las entradas y salidas naturales e inducidas se aplicaron las siguientes fórmulas que aparecen en la tabla A.6, obteniéndose que el cambio de almacenamiento anual es de -220.1 hm³/año para el periodo 1980-1997, es decir existe un desequilibrio muy crítico del sistema acuífero ya que las salidas de agua rebasan a las entradas en 165%.

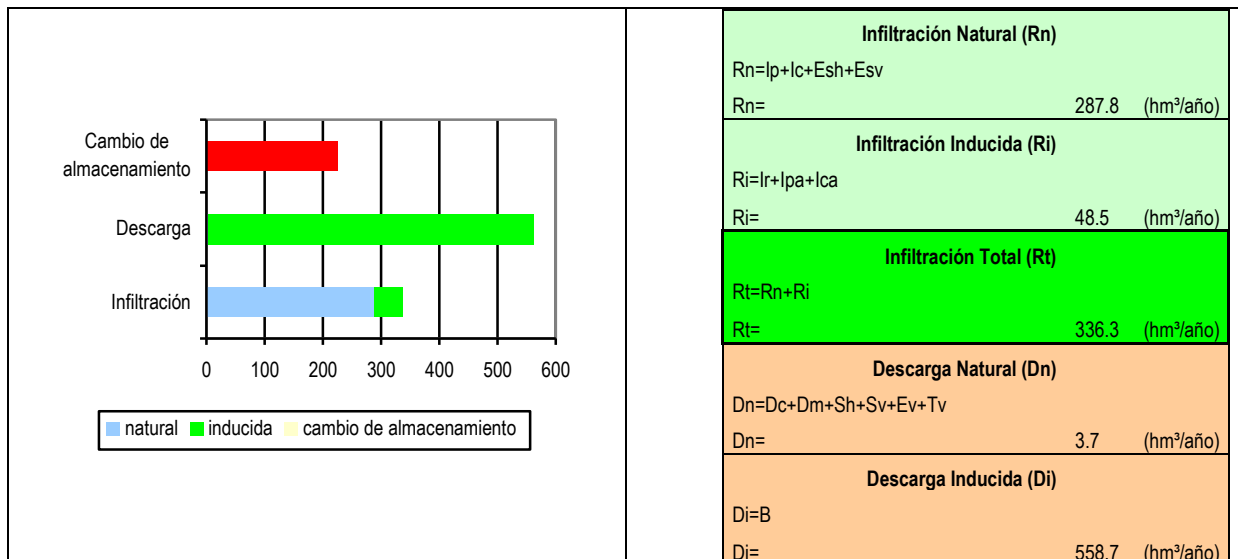
Para el periodo de 1980-2000 el balance arroja un cambio de almacenamiento de -226.1 hm³/año lo cual significa que las salidas de agua son superiores a las entradas en un 167%. En la tabla A7 se puede apreciar el cálculo seguido para la obtención del cambio de almacenamiento anual

Resumiendo el desequilibrio hídrico aumentó en 6 hm³/año entre 1997 al 2000.

Tabla 6.32. Cálculo del cambio de almacenamiento promedio anual, así como de las entradas y salidas naturales e inducidas utilizando los datos del periodo 1980-1997

Infiltración Natural (Rn)
$Rn=lp+lc+Esh+Esv$
Rn= 290.8 (hm ³ /año)
Infiltración Inducida (Ri)
$Ri=lr+lpa+lca$
Ri= 47.2 (hm ³ /año)
Infiltración Total (Rt)
$Rt=Rn+Ri$
Rt= 338.0 (hm ³ /año)
Descarga Natural (Dn)
$Dn=Dc+Dm+Sh+Sv+Ev+Tv$
Dn= 3.7 (hm ³ /año)
Descarga Inducida (Di)
$Di=B$
Di= 554.3 (hm ³ /año)
Descarga Total (Dt)
$Dt=Dn+Di$
Dt= 558.1 (hm ³ /año)
Cambio de almacenamiento anual neto
$CVAS=(Rt-Dt)$
CVAS= -220.1 (Hm ³ /año)

Tabla 6.33. Cálculo del cambio de almacenamiento promedio anual, así como de las entradas y salidas naturales e inducidas utilizando los datos del periodo 1980-2000

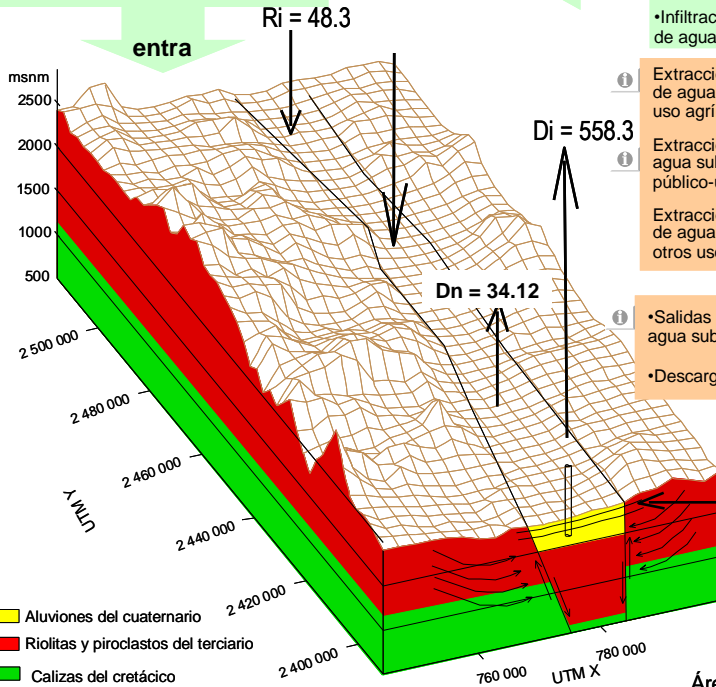


		Descarga Total (Dt)
		Dt=Dn+Di
		Dt= 562.4 (hm ³ /año)
		Cambio de almacenamiento anual neto
		CVAS=(Rt-Dt)
		CVAS= -226.1 (hm ³ /año)

- Infiltración por pérdidas de agua potable = 32.4 (67.2%)
- Infiltración de agua destinada al riego = 14.7 (30.3%)
- Infiltración en presas = 1.2 (2.5%)

Rn = 287.6 **entra**

- Entradas subterráneas horizontales = 211.9 (68%)
- Infiltración pluvial vertical = 91.5 (31.3%)
- Infiltración a lo largo de corrientes de agua superficial = 2.1 (0.7%)



- Extracción promedio anual de agua subterránea para uso agrícola = 447.1 (80%)
- Extracción promedio anual de agua subterránea para uso público-urbano = 85.9 (15.5%)
- Extracción promedio anual de agua subterránea para otros usos = 25.3 (4.5%)

- Salidas horizontales de agua subterránea = 2.7
- Descargas manantiales = 31.5

Evolución media del N.E.
1980-2000 = -37.62 m
(-1.79 m/año)

$CVA \times S_{(perodo\ 1980-2000)} = -4\ 747.48$

$CVA \times S_{(prom.\ Anual)} = -226.07$

Área de Balance = 3,154.5 Km²

Nota: Todos los datos se encuentran en Hm³/año

Contenido

7. ESCENARIOS PARAMÉTRICOS	227
7.1. ESCENARIO 0. CONDICIONES INICIALES.	228
7.2. ESCENARIO 2. MÁXIMA TECNIFICACIÓN.	229
7.3. ESCENARIO 1. CONDICIÓN INERCIAL	229
7.4. ESCENARIO 4. PROYECTO DE CONSULTORES DE LA ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL.	229

Figuras

FIGURA 7. 1. EVOLUCIÓN GLOBAL DE LA DEMANDA PARA LOS ESCENARIOS PARAMÉTRICOS	228
FIGURA 7.2. SUPERFICIE PROMEDIO DE FORRAJES DE 1990-2002	231
FIGURA 7.3. SUPERFICIE PROMEDIO DE GRANOS DE 1990-2002	232
FIGURA 7.4. SUPERFICIE PROMEDIO DE FRUTAS 1990-2002	232
FIGURA 7.5. SUPERFICIE PROMEDIO DE HORTALIZAS 1990-2002	232
FIGURA 7.6. SUPERFICIE PROMEDIO DE FORRAJES 1990-2002	233
FIGURA 7.7. DEMANDA DE AGUA CON Y SIN TECNIFICACIÓN (M ³)	234

Tablas

TABLA 7.1. RESULTADOS GLOBALES DE LOS ESCENARIOS	230
TABLA 7.2. PROPUESTA DE TECNIFICACIÓN	233
TABLA 7.3. LÁMINAS BASE POR TIPO DE CULTIVO (CM)	233
TABLA 7.4. PROPUESTA DE SUPERFICIE (HAS)	234
TABLA 7.5. DEMANDA DE AGUA DEL MAÍZ Y DE LA ALFALFA	235

7. ESCENARIOS PARAMÉTRICOS

Los escenarios paramétricos tienen la función de predecir impactos en la hidrología subterránea bajo opciones de manejo que servirán para sensibilizar en términos cuantitativos a los usuarios del agua subterránea. En estos escenarios no se contemplan acciones concretas, sencillamente presuponen opciones de explotación típicas que nos darán una idea de la gravedad del problema de sobreexplotación y sus posibles soluciones.

En cada escenario simulado se considera un análisis de predicción con tres periodos de esfuerzo, uno para cada horizonte de planeación (corto –año 2010 - mediano – 2020 - y largo plazo - 2030 -).

- **Escenario 0. Condiciones iniciales.** Este es un escenario teórico en el que considera la extracción de agua subterránea de cada sector igual a cero, a fin de conocer las condiciones del acuífero antes de ser sometido a la extracción antropogénica (condiciones naturales a largo plazo).
- **Escenario 1. Inercial.** Considera la tendencia de extracción del agua subterránea en función de las tendencias de crecimiento actuales para cada uso. Se usa para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación.
- **Escenario 2. Máxima Tecnificación.** Contempla todas las acciones posibles de tecnificación para cada uno de los usos, para reducir al máximo la demanda de agua subterránea. Este escenario representa un estado de referencia para conocer cual es la máxima expectativa ante un máximo de recursos para estabilizar o recuperar el acuífero.
- **Escenario 3. Extracción REPDA.** En este escenario se considera la extracción de agua subterránea inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), sirve de referencia para analizar el impacto en el acuífero en el caso de que los usuarios regularizados administrativamente pretendan ejercer el total de su derecho de extracción.
- **Escenario 4. Proyecto Consultores OMM.** En este escenario se consideran las acciones estructurales del “Proyecto de Manejo Integrado y Sostenible del Agua en el valle de Aguascalientes”, elaborado por los consultores de la OMM. Este escenario servirá para analizar el impacto hidráulico en el acuífero derivado de implantar las acciones del proyecto de referencia.

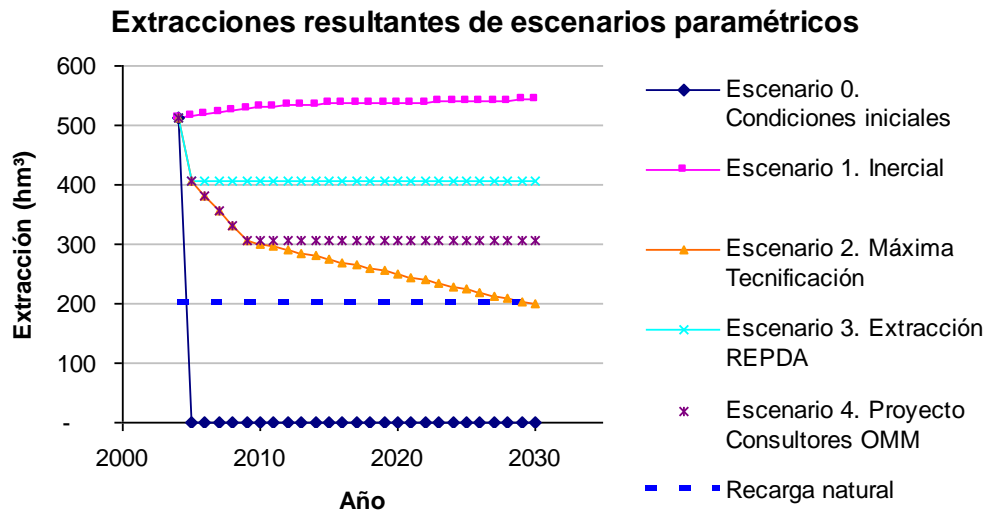


Figura 7. 1. Evolución global de la demanda para los escenarios paramétricos

Tanto el **escenario 0 de condiciones iniciales**, como el **escenario 2, de máxima tecnificación**, fueron estudiados antes del resto, para comparar los siguientes con éstos dos.

7.1. Escenario 0. Condiciones iniciales.

Existen dos formas de interpretar el escenario de condiciones iniciales, la primera resulta de evaluar lo que ocurriría si no se bombea agua en los próximos años y cuáles serían los efectos sobre el acuífero; la segunda, consiste en evaluar cuál sería el comportamiento del acuífero si no existieran aprovechamientos hidráulicos.

Es sobre la segunda forma o condición “virgen”, sobre la cual se enfoca la evaluación.

En principio, al considerar que las salidas subterráneas se presentan en la zona sur, que es donde se encuentra el puerto de la cuenca hidrogeológica, el acuífero en condiciones vírgenes presentaría un balance en equilibrio, donde las salidas igualarían a las entradas.

La modelación matemática, dados los parámetros hidráulicos, resuelve el sistema de ecuaciones, se determinan las condiciones de flujo y sus rangos de comportamiento como función de:

- Las descargas en la zona sur
- El gradiente hidráulico en la zona sur

- La descarga vertical complementaria
- Los componentes de la recarga.

7.2. Escenario 2. Máxima Tecnificación.

Para este caso se logra un equilibrio en el balance volumétrico del acuífero, mediante acciones de un proyecto de inversión. El equilibrio se logra en un período de 26 años.

Los instrumentos clave para reducir las extracciones, se vislumbran como incremento en el uso eficiente del agua (50 hm³ urbanos y 100 hm³ agrícolas), el reuso (50 hm³) y la transferencia de derechos a favor del acuífero. Asimismo es necesario controlar el futuro crecimiento de la demanda para reducir la presión sobre el recurso hidráulico.

7.3. Escenario 1. Condición Inercial

Para cada escenario se realizaron balances hidráulicos detallados, un hidrógrafo promedio e hidrógrafos específicos para algunos aprovechamientos de importancia hidráulica. También se realizará una sección hidrogeológica mostrando el nivel estático para cada horizonte de planeación y un mapa de profundidad al nivel estático, de elevación del nivel estático y de evolución.

Adicionalmente se generarán mapas que muestren las diferencias de los niveles piezométricos entre el escenario 0 y cada uno de los demás escenarios y entre el escenario 3 (Máxima tecnificación) y los demás escenarios (Tabla 7.1).

7.4. Escenario 4. Proyecto de consultores de la Organización Meteorológica Mundial.

Junto con el escenario de máxima tecnificación, contribuye a la estabilización parcial del acuífero; sin embargo mitiga únicamente el 50% de la sobreexplotación, sin una propuesta de acciones definidas para el mediano y largo plazos.

Tabla 7.1. Resultados globales de los escenarios

Parámetro	Con respecto al escenario de condiciones iniciales			Con respecto a escenario de máxima tecnificación			Con respecto al estado de 2004		
	2010	2015	2030	2010	2015	2030	2010	2015	2030
Abatimiento	XXXXX								
Pérdida volumétrica en la reserva	XXXXX	XXXXX		XXXXX			XXXXX	XXXXX	
Espesor permeable del acuífero	XXXXX	XXXXX		XXXXX			XXXXX		
Reserva total (valor aproximado)	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX			XXXXX	XXXXX	
Reserva a menos de 100 m de profundidad	XXXXX			XXXXX	XXXXX		XXXXX	XXXXX	XXXXX
Reserva a menos de 300 m Calidad apropiada	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX			XXXXX	XXXXX	
Descargas horizontales (promedio anual)	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX		XXXXX	XXXXX	XXXXX
Descargas verticales (promedio anual)	XXXXX			XXXXX	XXXXX		XXXXX	XXXXX	XXXXX

En cuanto a los escenarios del uso agrícola, tenemos los siguientes escenarios: ¹

Situación actual:

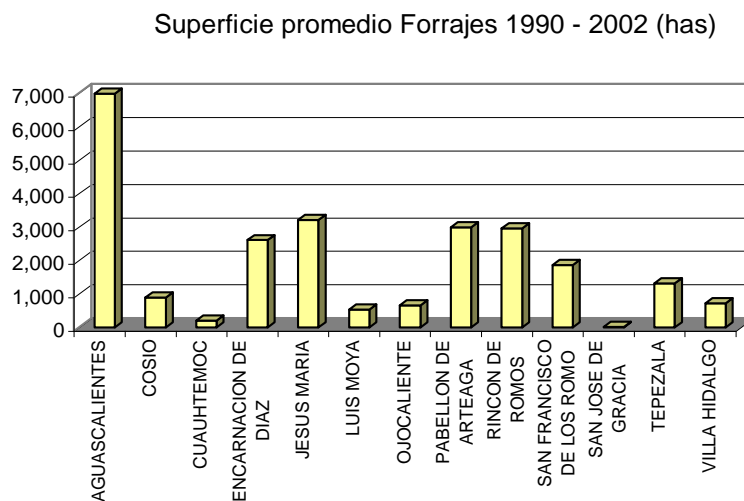
La actual tecnificación y distribución de cultivos es la siguiente: Los forrajes se encuentran con aspersión en un 79%, es decir 9,850 has, 6% con gravedad equivalente a 806 has, y 14% goteo 1,755 has.

Los granos se siembran en un 89% con riego por gravedad 3,955 has y 11% con aspersión en 463 has.

Los frutales tienen el 100 % de su superficie por microaspersión, 16 has.

Las hortalizas y cultivos para uso industrial, tienen el 100% de su superficie por goteo, igual a 349 y 37 has respectivamente.

Figura 7.2. Superficie promedio de Forrajes de 1990-2002



¹ Por el momento solo se incluyo el escenario agrícola, por ser el sector que más agua demanda del acuífero y el que esta provocando los principales problemas de sobreexplotación en el mismo.

Figura 7.3. Superficie promedio de granos de 1990-2002

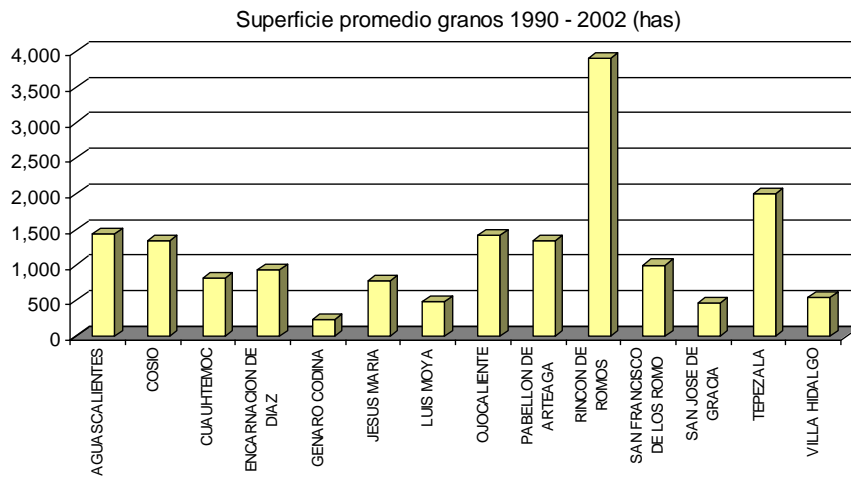


Figura 7.4. Superficie promedio de frutas 1990-2002

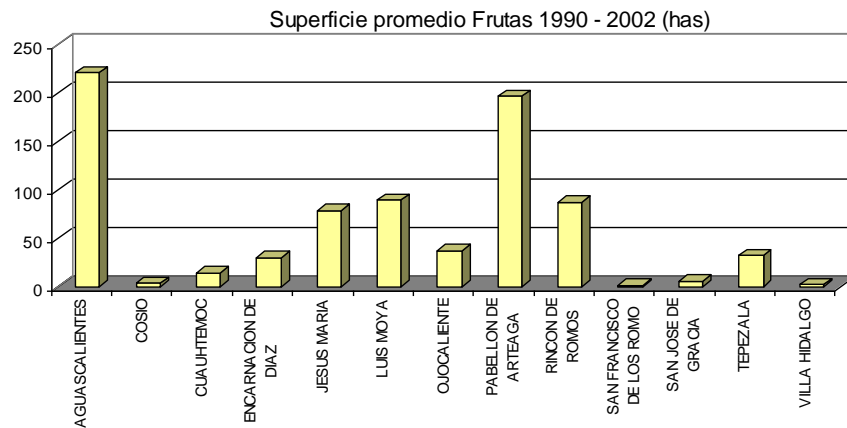


Figura 7.5. Superficie promedio de hortalizas 1990-2002

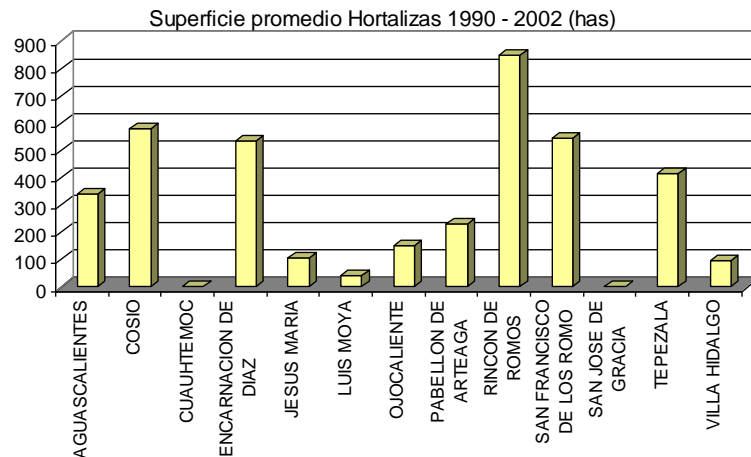
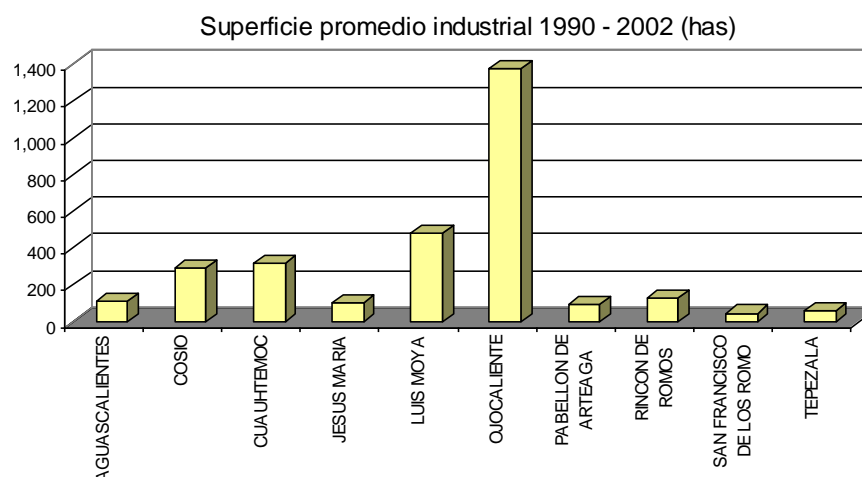


Figura 7.6. Superficie promedio de forrajes 1990-2002



El total de la demanda actual (promedio 1990-2002) es de 714,896,607 m³ en 36,474 has (promedio de superficie).

Escenario de máxima tecnificación

Con la tecnificación en el 100% de la superficie sin extender a la misma, por el contrario reduciéndola a 30 mil has, por el incremento de la producción la demanda es 44% menor en relación a la actual, resultando 316,191,410 m³.

Tabla 7.2. Propuesta de tecnificación

Tipo de cultivo y sistema para tecnificar	SUPERFICIE PROPUESTA	Costo de la tecnificación (\$)	Demanda de agua (m ³)
Forraje por aspersión	2,500	29,665,000	3,865
Forraje por goteo	2,500	73,527,500	3,242
Granos por aspersión	6,000	71,196,000	4,118
Frutales en microaspersión	400	10,578,000	435
hortalizas riego por goteo	2,000	58,822,000	635
Industriales riego por goteo	400	11,764,400	127
Total por tecnificar en la zona del acuífero	13,800	255,552,900	124,218,850

Tabla 7.3. Láminas base por tipo de cultivo (cm)

Tipo de cultivos	Aspersión	Gravedad	Microaspersión	Goteo
Forrajes	1.55	1.96	1.37	1.30
Granos	0.69	0.93	0.61	0.58
Frutales	1.23	1.40	1.09	1.03
Hortalizas e Industriales	0.38	0.51	0.33	0.32

La demanda de agua en 17 mil has que ya están tecnificadas es de 233,559,921 m³, si se mejora la tecnificación en las mismas, desapareciendo el riego por gravedad y reduciendo la de aspersión, la demanda sería de 191,972,560 m³, 18% menos a la actual. Quedando en total una superficie de 30 mil has con 316 hm³.

Volumen que puede permitir que la actividad agrícola continúe en el desarrollándose en el Estado. El incremento en el valor de la producción es 25% más a la actual.

Figura 7.7. Demanda de agua con y sin tecnificación (m³)

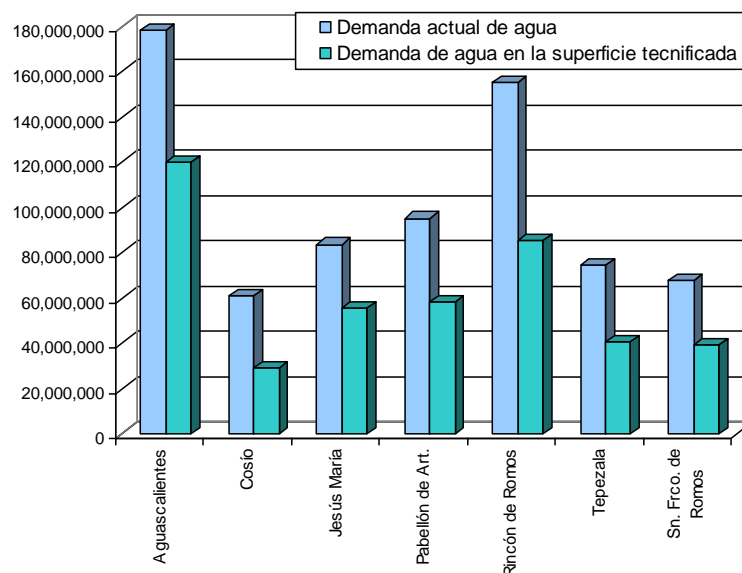


Tabla 7.4. Propuesta de superficie (has)

Tipo de cultivo y sistema para tecnificar	SUPERFICIE PROPUESTA	Superficie ya tecnificada
Forraje por aspersión	2,500	12,410
Forraje por goteo	2,500	
Granos por aspersión	6,000	4,318
Frutales en microaspersión	400	16
hortalizas riego por goteo	2,000	349
Industriales riego por goteo	400	37
Total por tecnificar en la zona del acuífero	13,800	17,130

Una de las opciones para tecnificar con aspersión el maíz en comparación, con la alfalfa es la lámina, la cual al año es 22% menor. Considerando su ciclo de 5 meses, se puede sembrar 2 veces al año, resultando una lámina de 1.4.

El ciclo del Maíz dura 5 meses, por lo que se puede sembrar 2 veces al año, a continuación la demanda de agua:

Tabla 7.5. Demanda de agua del maíz y de la alfalfa

Cultivo y sistema de riego	Lámina bruta (m)	Lámina bruta al año (m)	Porcentaje menos en comparación con la alfalfa
Alfalfa por gravedad	1.76	1.76	
Alfalfa por aspersión	1.51	1.51	
Alfalfa por microaspersión o goteo	1.37	1.37	22 %
Maíz por gravedad	.78	1.6	11 %
Maíz por aspersión	.69	1.4	9 %

Si se compara la demanda de agua de alfalfa por gravedad a maíz por aspersión es del 22%, igual que en el caso de alfalfa por gravedad a alfalfa por microaspersión o goteo.

Se propone la tecnificación de la superficie de alfalfa por microaspersión, intensificando la producción en una menor superficie, de manera que sea más rápida la recuperación de la inversión del sistema de riego y con uso más eficiente del agua.

8. COSTOS ECONÓMICOS-AMBIENTALES POR LA SOBREEXPLOTACIÓN	130
8.1. Sobrecostos por reducción de la cámara de bombeo	135
8.1.1. Costo de extracción	135
8.1.2. Costos de oportunidad	142
8.1.3. Procesos de consolidación del terreno	143
8.1.4. Costos por agrietamiento en parcelas y zonas sin uso.	150
8.2. Costos ambientales, intangibles y otros de difícil evaluación	151
8.2.1. Disminución del flujo base	151
8.2.2. Modificación de la calidad del agua	151
8.2.3. Modificación del esquema de flujo subterráneo	151
8.2.4. Valor de escasez	153
8.3. Costo Total	153
8.4. Criterios para el cálculo de los beneficios por aprovechamiento del agua	156
8.4.1. Beneficios netos del primer uso	157
8.4.2. Beneficios de retornos de agua	159
8.4.3. Beneficios del uso indirecto	159
8.4.4. Beneficios intangibles del agua	160
8.5. Criterios para el análisis de la relación beneficio / costo de la condición histórica de operación	160
8.6. Criterios para el análisis de la relación beneficio / costo de la sobreexplotación	163
8.7. Criterios para evaluar la relación beneficio / costo de escenarios futuros de operación	167
8.8. Conclusiones del capítulo para el plan de manejo	167

Tablas

TABLA 8. 1. EVOLUCIÓN DE LA PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO (1971 – 1996)	131
TABLA 8.2. COMPORTAMIENTO DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS (1968 – 1996)	131
TABLA 8. 3. EVOLUCIÓN OBSERVADA EN LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS (1968 – 1996)	131
TABLA 8. 4. EVOLUCIÓN DE LAS EXTRACCIONES CLASIFICADAS POR USO EN HM ³ (1971 – 1996)	132
TABLA 8. 5. BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA CALCULADO PARA EL PERÍODO 1970 - 1996	132
TABLA 8. 6. EVOLUCIÓN DE APROVECHAMIENTOS INACTIVOS REPORTADOS	132
TABLA 8. 7. ALGUNOS CRITERIOS ADOPTADOS Y ÓPTIMOS PARA EVALUACIÓN DE COSTOS POR SOBREEXPLOTACIÓN	134
TABLA 8. 8. AFECTACIÓN E INVERSIÓN POR AGRIETAMIENTO EN CRUCES PAVIMENTADOS PARA UN ESCENARIO INERCIAL	147
TABLA 8. 9. INVENTARIO DE VIVIENDAS AFECTADAS EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES	148
TABLA 8. 10. PROYECCIÓN INERCIAL DE COSTOS POR DAÑOS A VIVIENDAS	149
TABLA 8. 11. INVERSIONES PREVISTAS PARA EL SECTOR HIDRÁULICO POR REPARACIONES A REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	150

Figuras

FIGURA 8. 1. PRINCIPIOS GENERALES PARA EL CÁLCULO DEL COSTO DEL AGUA	133
FIGURA 8. 2. EFECTO FUTURO DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL NIVEL DE BOMBEO	135
FIGURA 8. 3. VALOR PRESENTE DEL COSTO ANUAL DE PROFUNDIZACIÓN SOBRE EXTRACCIONES FUTURAS	136
FIGURA 8. 4. EXTRACCIONES HISTÓRICAS	137

FIGURA 8. 5. HISTORIAL DE EXTRACCIONES Y PRONÓSTICO INERCIAL	137
FIGURA 8. 6. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE EFICIENCIA ELECTROMECAÁNICA EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE AGUASCALIENTES GONDWANA (2002)	138
FIGURA 8. 7. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO	139
FIGURA 8. 8. CANTIDAD DE VECES QUE SE HA INCREMENTADO LA CARGA DINÁMICA DE BOMBEO EN EL PERÍODO 1971 – 2001 EN DISTINTOS APROVECHAMIENTOS	139
FIGURA 8. 9. PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO EN LOS AÑOS 1971 Y 2001	140
FIGURA 8. 10. EVOLUCIÓN DE COSTOS RELATIVOS A LA EXTRACCIÓN	140
FIGURA 8. 11. EVOLUCIÓN DE SOBRECOSTOS POR INCREMENTO DE MANTENIMIENTO Y AFECTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	141
FIGURA 8. 12. COSTO UNITARIO POR METRO CÚBICO DE SOBREENPLOTAÇÃO, SOBRE AFECTACIÓN EN INFRAESTRUCTURA DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES (1970 – 2002)	144
FIGURA 8. 13. UBICACIÓN DE LAS FALLAS POR SUBSIDENCIA EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES Y OTRAS FALLAS EN EL ESTADO	145
FIGURA 8. 14. ISOLÍNEAS DEL NIVEL ESTÁTICO EN 1993	152
FIGURA 8. 15. SOBRECOSTOS ACUMULADOS POR ABATIMIENTO Y AGRIETAMIENTO	154
FIGURA 8. 16. COSTOS ANUALES DE SOBREENPLOTAÇÃO (MDP)	154
FIGURA 8. 17. SOBRECOSTO UNITARIO ANUAL POR SOBREENPLOTAÇÃO (CON RESPECTO AL AÑO ANTERIOR)	155
FIGURA 8. 18. EVOLUCIÓN DEL COSTO DE EXTRACCIÓN POR METRO CÚBICO EXTRAÍDO	155
FIGURA 8. 19. RESUMEN DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS COSTOS POR EXTRACCIÓN Y SOBREENPLOTAÇÃO DEL AGUA SUBTERRÁNEA	156
FIGURA 8. 20. COMPONENTES DEL VALOR TOTAL DEL AGUA	157
FIGURA 8. 21. PRODUCTIVIDAD ACTUAL ACUMULADA DEL AGUA (REAL Y APARENTE) Y FUTURA CON SOBREENPLOTAÇÃO	158
FIGURA 8. 22. EVOLUCIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS TOTALES Y NETOS, REAL Y APARENTE.	161
FIGURA 8. 23. COMPARACIÓN DE BENEFICIO CON COSTO UNITARIO DEL AGUA	162
FIGURA 8. 24. COMPONENTES DEL COSTO ECONÓMICO CONSIDERADO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO POR SOBREENPLOTAÇÃO	164

8. COSTOS ECONÓMICOS-AMBIENTALES POR LA SOBREENPLOTAÇÃO

El aprovechamiento de los recursos naturales implica un efecto económico, así como social y ambiental. El aprovechamiento del agua constituye una acción que igualmente conlleva a una reacción del medio. Al considerar la importancia de cuidar las condiciones económicas y también las naturales y sociales, se vuelve necesario tomar en cuenta el costo ambiental y social.

La evaluación de los costos económicos en unidades monetarias resulta una tarea un tanto detallada al desconocer a ciencia cierta algunas variables espaciales y temporales de la hidrología y de la economía. Por lo común el costo del agua se entiende como el costo de obtenerla. En nuestro país, esto se traduce en los costos de extracción y el pago de derechos establecido en la Ley Federal de Derechos. A diferencia de dicho criterio, la metodología aplicada para este caso, toma en cuenta el efecto económico de las distintas alternativas de aprovechamiento, sin omitir los costos de afectaciones, que en su caso, implica la sobreexplotación; es decir, la variación de los costos, consecuencia del agotamiento del agua.

Los costos ambientales y sociales en contraparte, no pueden cuantificarse integralmente en unidades monetarias, ya que involucran un efecto intangible, que también involucra metas en cuanto a sustentabilidad.

De este modo, el enfoque de la evaluación de los costos del agua se relaciona con estados en que se encuentra el acuífero y condiciones objetivo en sentido económico - ambiental y social.

Para fines de este estudio se actualizarán primeramente los costos de los impactos ambientales identificados a la fecha; se considerará como impacto económico ambiental al cambio neto resultante de un efecto ambiental (sobreexplotación del acuífero), estos cambios se ubican en el bienestar económico y social de la población y en las condiciones óptimas del ecosistema. Se considerará la evaluación y estimación de los impactos ambientales realizada en 1996 y se actualizará tomando en cuenta la información actual existente.

El criterio convencional para calcular el costo del agua consiste en la suma de los insumos para su obtención, es decir, su extracción y su suministro. En contraparte, el criterio propuesto para fines de planeación, además de contabilizar los efectos monetarios por sobreexplotación, incluye un análisis detallado con los beneficios netos diferenciales que hay entre dos distintas políticas de operación: la inercial y la alternativa.

La integración del plan de manejo invariablemente comprara los efectos de las acciones propuestas, contra los efectos de la tendencia actual.

Se considera que según el grado de sobreexplotación, el aprovechamiento excesivo del agua tiene efectos ambientales, sociales y económicos que pueden agudizarse en la medida que la sobreexplotación se acumula.

De acuerdo con las campañas de piezometría realizadas desde la década de los setentas, el nivel estático se ha profundizado como mínimo 40 m.

Tabla 8. 1. Evolución de la profundidad al nivel estático (1971 – 1996)

FECHA	NIVEL ESTÁTICO		NIVEL DINAMICO		GASTO PROMEDIO		REND. ESPECIFICO PROMEDIO	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1971	40	80	46	120	2	50	0.33	1.25
1986	58	110	64	150	10	70	1.66	1.75
1990	60	120	66	160	10	70	1.66	1.75
1991	62	122	68	162	10	70	1.66	1.75
1996	80	100	120	140	10	70	0.25	1.75

Fuente: Fuente. GICOSA, 1996. Costos Económicos y Ambientales por la Sobreexplotación

Tabla 8.2. Comportamiento de niveles piezométricos (1968 – 1996)

FECHA	ELEVACION MEDIA DEL NIVEL ESTÁTICO MSNM	EVOLUCION DEL NIVEL ESTÁTICO M	RECUPERACION ANUAL PROMEDIO M	ABATIMIENTO ANUAL PROMEDIO M	EFFECTOS DERIVADOS
1968	1873.63				
1969	1874.18	0.55	0.55	0	Niveles
Ene/Abr1971	1872.17	-2.01	0	2.01	profundos de
Nov/Dic1971	1872.09	-0.08	0	0.08	bombeo,
1986	1852.14	-19.95	0	1.33	incremento de
1990	1840.14	-12	0	3	costo de
1996	1826.34	-13.8	0	2.3	extracción

Tabla 8. 3. Evolución observada en los niveles piezométricos (1968 – 1996)

PERIODOS CONSIDERADOS	PROFUNDIDAD NIVEL ESTÁTICO (M)	PROFUNDIDAD NIVEL DINAMICO (M)	EVOLUCIÓN NIVELES PIEZOMETRICOS (M)
1968-1971	40-80	46-120	-1 A -40; 0 A 15
1971-1986	58-110	64-140	-20 A -30
1986-1990	60-120	66-140	-3 A -15
1991-1996	62-120	70-140	-3 A -18

Tabla 8. 4. Evolución de las extracciones clasificadas por uso en hm³ (1971 – 1996)

FECHA	PUBLICO - URBANO	%	INDUSTRIAL	%	DOMESTICO Y ABREV.	%	AGRICOLA	%	TOTAL
1971	31.5	12%	1.3	0%	3.9	1%	225.6	86%	262.3
1981	40.9	12%	1.7	0%	8.5	2%	289.9	85%	341
1987	74	17%	3	1%	12	3%	355	80%	444
1995	108	24%	8	2%	12	3%	322	72%	450
1996	108.4	25%	9	2%	20.2	5%	300	69%	437.6

Tabla 8. 5. Balance de agua subterránea calculado para el período 1970 - 1996

AÑO	RECARGA	DESCARGA	DISPONIBILIDAD	SOBREEX
1970	250	339	0	89
1971	75.7	262.3	0	186.6
1980	75.7	341	0	265.3
1987	235	444	0	209
1995	225	450	0	225
1996	225	437.6	0	212.6

Tabla 8. 6. Evolución de aprovechamientos inactivos reportados

AÑO	APROVECHAMIENTOS ACTIVOS		APROV. INACTIVOS	
	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS
1979	1047	29	185	5
1987	1768	98	312	17
1996	2239	85	394	15

La figura 8. 1. muestra esquemáticamente los componentes del costo total del agua, que incluye sobrecostos por sobreexplotación.

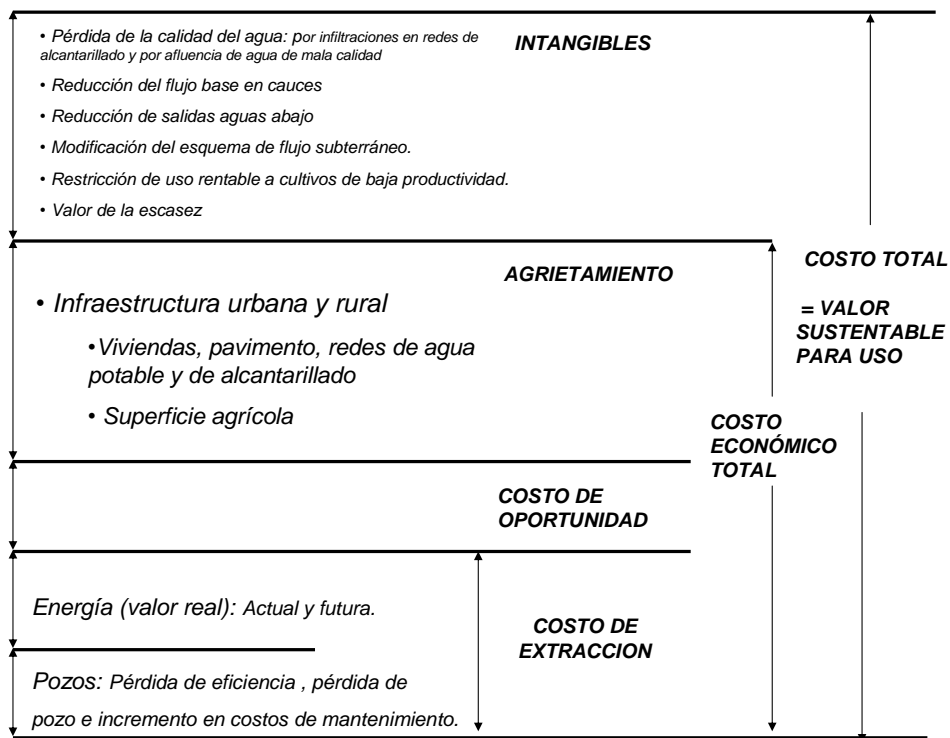


Figura 8. 1. Principios generales para el cálculo del costo del agua

La suma de los conceptos proporciona un estimado del costo del agua por metro cúbico.

$$\text{\$ Costo Total} = \text{\$ Extracción} + \text{\$ Oportunidad} + \text{\$ Agrietamiento} + \text{\$ Intangibles}$$

Cabe mencionar que entre los costos intangibles se consideraron los asociados a deterioro de la calidad del agua, dado que la información para una evaluación económica en este sentido, no es suficiente ni determinante (no existen elementos técnicos para correlacionar un deterioro en la calidad del agua con la sobreexplotación).

El siguiente cuadro presenta los criterios adoptados para la evaluación histórica de los impactos por sobreexplotación, así como las recomendaciones para mejorar la precisión de evaluaciones futuras.

Tabla 8.7. Algunos criterios adoptados y óptimos para evaluación de costos por sobreexplotación

Tema	Criterio adoptado	Criterio óptimo
Afectación a pozos por abatimiento.	La profundidad original de los pozos era equivalente a la profundidad actual de los pozos activos menos el abatimiento causado por la sobreexplotación.	Puede ser especialmente importante ver las características de los pozos según el censo de 1980 o mejor aún en censos anteriores, especialmente en la zona de abatimiento y compararlas contra las actuales; para evaluar el efecto del abatimiento. Para este fin se requiere un censo de aprovechamientos con características constructivas de los pozos en ese entonces. Los censos históricos de estudios previos carecen de esta información.
Asimismo, debe enfatizarse el criterio de evaluación que confiere una menor vida útil de los pozos a condiciones de operación con abatimiento sistemático y una mayor vida en zonas de nivel estable.	Para condiciones de operación sin abatimiento sistemático, la vida útil promedio es de 30 años, mientras que el abatimiento histórico la reduce a 20 años.	Lo ideal es contar con un inventario periódico de pozos
Se cuenta con costos de Perforación, pero ¿cuáles son los de profundización?, puede establecerse algún criterio.	Se utilizó una función para pozos agrícolas y otra para pozos de uso público, a partir de la cual, según la profundidad y el gasto se calcula el costo del pozo. La profundización se consideró como un 70% del mismo, al considerar que se realiza cuando se pierde el 70% del gasto. Se consideró profundización únicamente en pozos con gasto original de diseño mayor a 70 l/s, al considerar que su diámetro permite la profundización con un diámetro menor.	El criterio óptimo es contar con un registro de todas las profundizaciones y reposiciones de pozos, así como sus respectivos costos, con un análisis de mayor detalle donde se identifique bajo que condiciones proceden: pérdida de pozo, reposición y profundización.
Evaluación del efecto de la profundización del nivel estático sobre la carga dinámica de bombeo	Únicamente se obtuvo la configuración del nivel estático de 1971 para el Estado de Aguascalientes. Fue necesario extrapolar parte de la información para que las áreas representadas por las campañas 1971 y 2001, fueran comparables.	Configuraciones piezométricas para toda el área de estudio, correspondientes a los años 1971 (o anterior) y año actual. A futuro, lo ideal es partir de la red piezométrica de monitoreo, para así comparar las mismas zonas representadas a través del tiempo.

Comentario [oem1]: Se hará con criterio estadístico que revise en arcview las profundidades actuales, e infiera las originales con isolíneas de profundidades

Como se observa en la **figura 8.1**, la sobreexplotación se traduce en sobrecostos, de modo que el análisis de los costos se incluye en la descripción de los sobrecostos.

8. 1. Sobrecostos por reducción de la cámara de bombeo

La sobreexplotación reduce y tiende a agotar el volumen de agua almacenada, que constituye la cámara de bombeo. Este fenómeno que modifica la geometría del acuífero, tiene diversos efectos que de manera directa o indirecta, originan costos descritos a continuación.

8.1.1. Costo de extracción

Efecto del incremento en los costos de extracción, con respecto al estado original de equilibrio (energía requerida para bombeo, operación, mantenimiento y depreciación). El incremento unitario en el costo de extracción, representa un impacto para el futuro. Estos costos se consideraron función de la profundidad y las expresiones matemáticas se propusieron para su aplicación específica para cada uno de todos los pozos – aunque en principio fueron aplicados con parámetros generales del acuífero -.

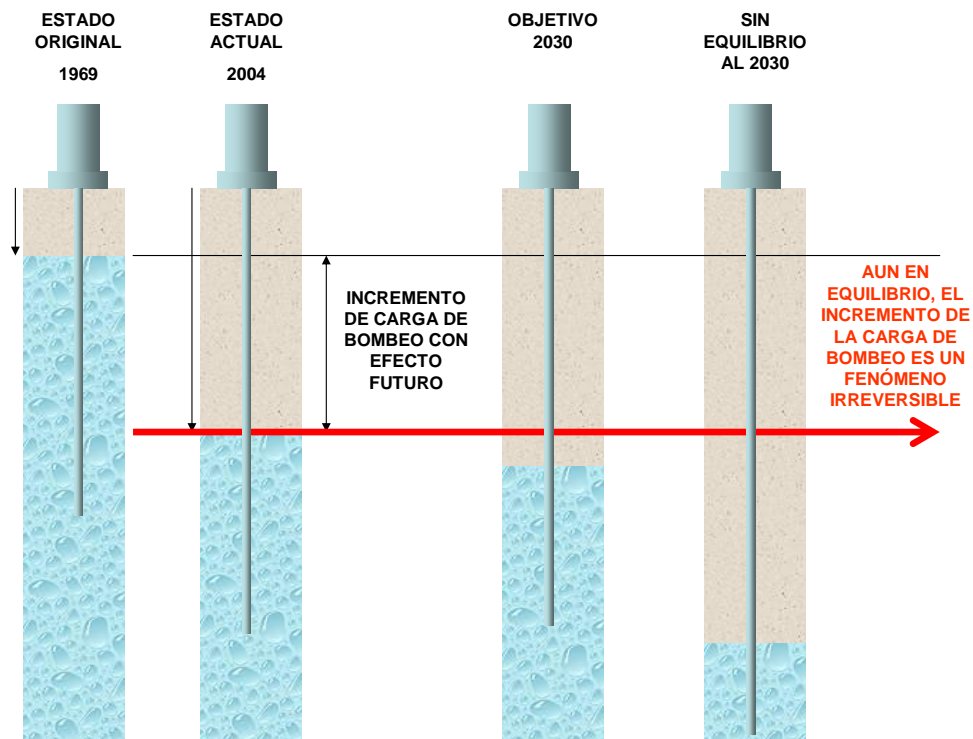


Figura 8. 2. Efecto futuro de la profundización del nivel de bombeo

El valor presente del efecto futuro del abatimiento anual, se calculó dentro de un horizonte de planeación con duración total de 30 años, con una tasa de interés del 12%.

Al considerar los costos de la energía, los resultados de este análisis se resumen en el siguiente gráfico, que a continuación se describe.

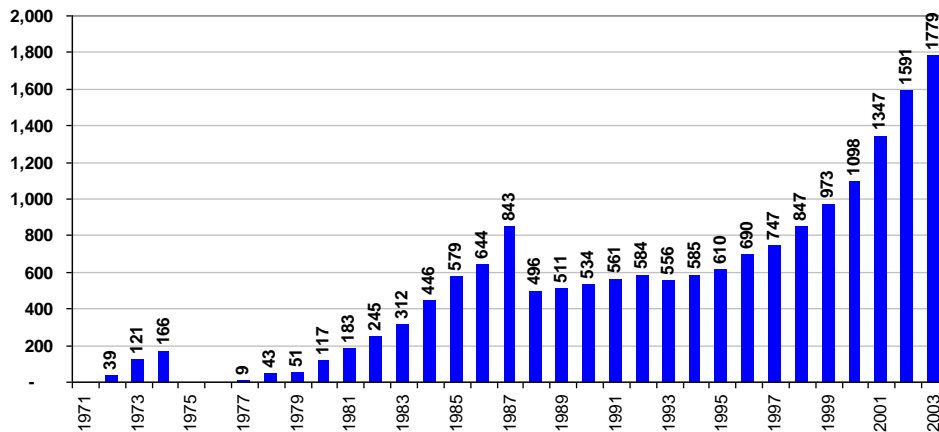


Figura 8. 3. Valor presente del costo anual de profundización sobre extracciones futuras

Se observa que para un escenario inercial, los costos acumulados que actualmente representa la profundización del nivel estático, corresponden al sobrecosto por bombeo que implicará el intenso ritmo de extracciones previsto para los años próximos en un escenario inercial.

Este costo se reduce en la medida que se logren reducir las extracciones futuras, pues aplica en todo volumen extraído a futuro. A su vez, este costo es real y bajo las tendencias actuales se puede considerar inevitable. Para visualizarlo, basta con reconocer por ejemplo, que abatir en el año actual un metro el nivel de bombeo, implica que en los siguientes años toda el agua se extraerá de una profundidad incrementada en un metro, con un sobrecosto real con un valor económico presente para el año actual.

Cabe mencionar que para este análisis no se consideró exclusivamente el costo de la energía, sino el costo total de extracción – dado el valor real de la energía¹ -. Con el ritmo de sobreexplotación histórico, el valor presente acumulado por un abatimiento promedio del orden de los 100 m, asciende a 1,779 MDP, lo que significa que este costo sería nulo si hasta ahora no se hubiera sobreexplotado el acuífero.

¹ En el 4º informe de Gobierno se publicó un valor de \$1.29/kWh

Parte de la importancia de estabilizar el acuífero, se encuentra en incrementar la rentabilidad real del aprovechamiento al reducir los abatimientos prácticamente irreversibles que hasta ahora representa la sobreexplotación del acuífero.

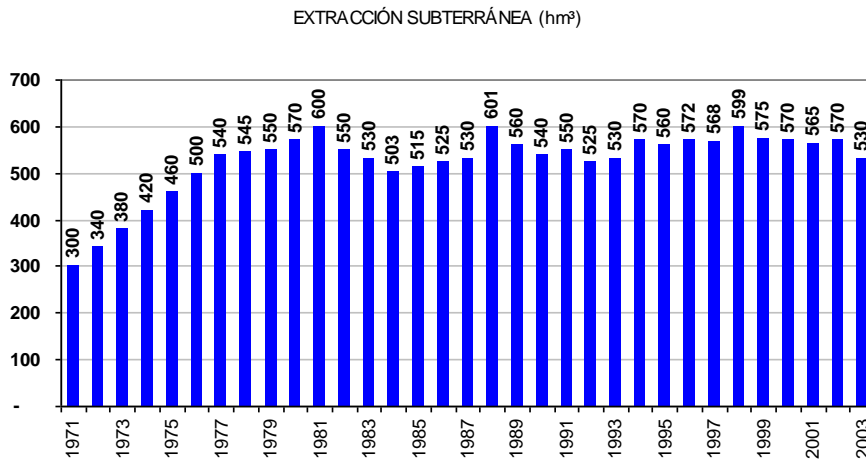


Figura 8. 4. Extracciones históricas

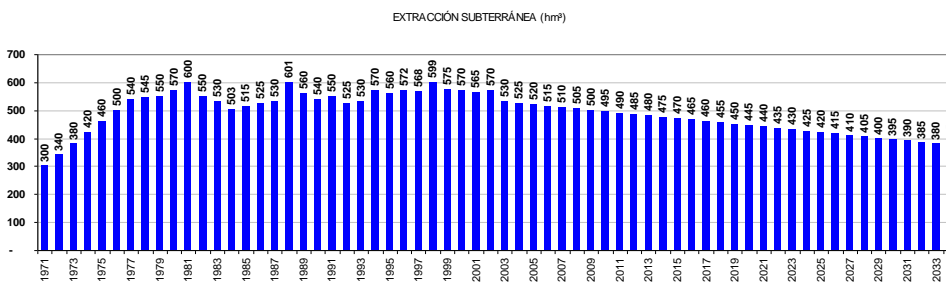


Figura 8. 5. Historial de extracciones y pronóstico inercial

Los costos de extracción contemplan: costo de construcción de los pozos, operación y mantenimiento. La sobreexplotación, por consiguiente, se traduce en el sobrecostos en estos tres rubros:

- Incremento de la energía necesaria para vencer la carga hidráulica dinámica²
- Ineficiencia global del pozo (electromecánica y geohidrológica) con:

² Se consideró información de eficiencias electromecánicas obtenida del estudio de GONDWANA, 2002, así como el historial piezométrico promedio desde 1971 hasta 2003.

- Una reducción de la eficiencia electromecánica (mayor consumo unitario de energía).
 - Una reducción del gasto de operación (incrementando los costos unitarios).
 - Un mayor riesgo de incrustación y corrosión (lo que reduce la vida útil del pozo).
- En el peor de los casos, el secado del pozo, que representa una reducción paulatina de su vida útil y un incremento en su depreciación.

La reducción de la cámara de bombeo es efecto del abatimiento del nivel piezométrico, que también origina la consolidación del medio granular y los agrietamientos; sin embargo en este apartado se revisan efectos al margen de la consolidación del medio granular.

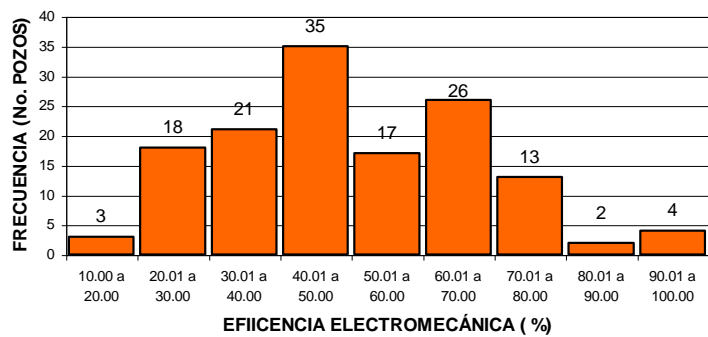


Figura 8. 6. Distribución de frecuencias de eficiencia electromecánica en el acuífero del Valle de Aguascalientes GONDWANA (2002)

En cuanto a la eficiencia electromecánica de acuerdo con estudios recientes, el análisis de campo realizado por GONDWANA en un total de 199 aprovechamientos en el año 2002; de los cuales 119 se encontraban dentro del Estado de Aguascalientes, se determinó que la eficiencia promedio es del 48%. El historial de la misma tiene factores ajenos a la sobreexplotación, como son los cambios de tecnología por modernización, de motores de combustión interna a eléctricos; esto, sin embargo, únicamente significará para fines del análisis, que el valor de la energía en años previos pudo ser mayor, dadas eficiencias menores, lo que confirma aún más la inconveniencia de abatir el nivel de bombeo mediante la sobreexplotación.

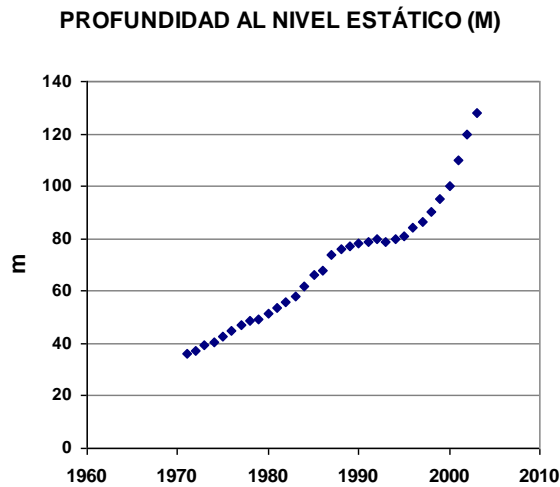


Figura 8. 7. Evolución histórica de la profundidad del nivel estático

La cantidad de energía necesaria para extraer un metro cúbico, se incrementó poco más del 100% durante el período 1971 – 2003. Al considerar la tarifa actual y el valor real de la energía se observa que más del 50% del costo de la energía es cubierto por incentivos fiscales. La energía a su vez, representa la mayor parte del costo de extracción del agua subterránea.

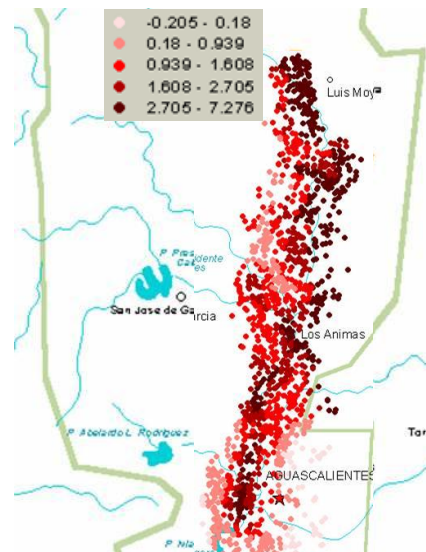


Figura 8. 8. Cantidad de veces que se ha incrementado la carga dinámica de bombeo en el período 1971 – 2001 en distintos aprovechamientos

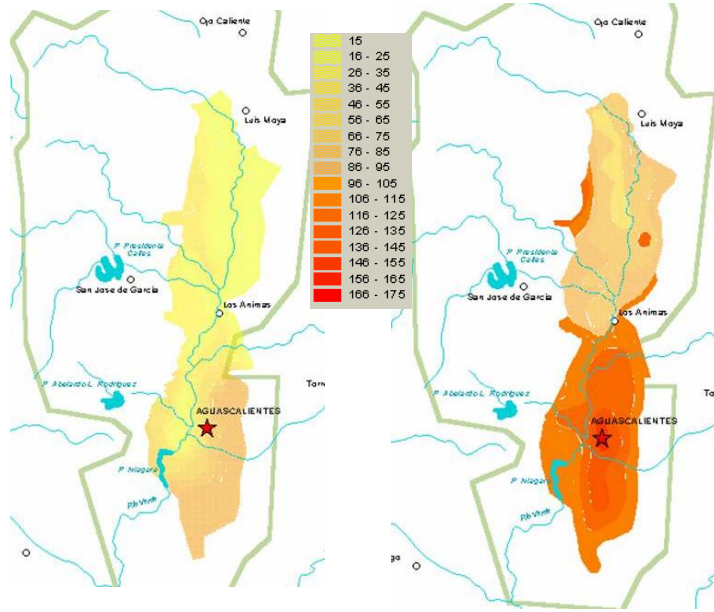


Figura 8. 9. Profundidad al nivel estático en los años 1971 y 2001³

En los resultados presentes en lo sucesivo, se confirma que con la productividad promedio que actualmente se confiere al agua y los costos que esto involucra, la carencia de un incentivo fiscal en la tarifa de la energía, sería una razón suficiente para que se redujeran las extracciones empleadas para el riego de diversos cultivos, principalmente forrajes.

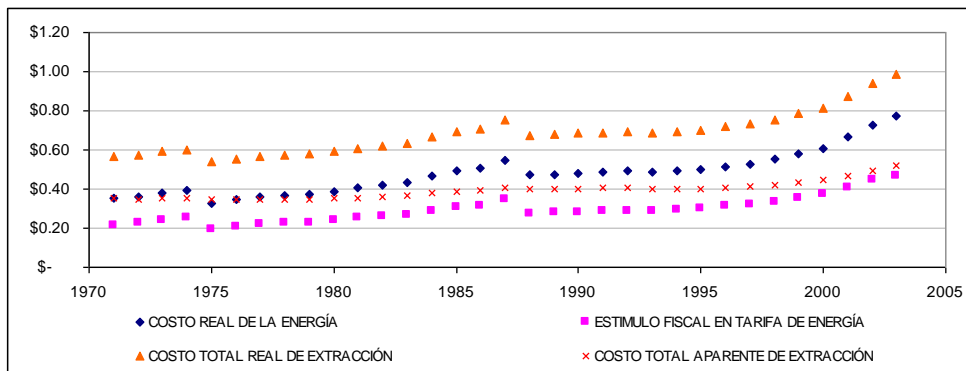


Figura 8. 10. Evolución de costos relativos a la extracción

³ 2001, DESISA, Manejo de la Demanda del Acuífero Interestatal.

Los abatimientos del nivel dinámico a través del tiempo en el acuífero, han superado los 100 m en promedio en los últimos treinta años, situación que sin duda ha significado la inutilización de pozos o cuando menos la pérdida de eficiencia de los mismos, así como el incremento de los costos de mantenimiento. En éstos términos, el abatimiento se considera un factor que promueve la profundización y el reemplazo de los pozos y el reemplazo un atenuante en los costos de mantenimiento – ya que los pozos repuestos cuentan con características de diseño que prevén el problema del abatimiento -. En conjunto, estos costos ascienden a \$0.20/m³.

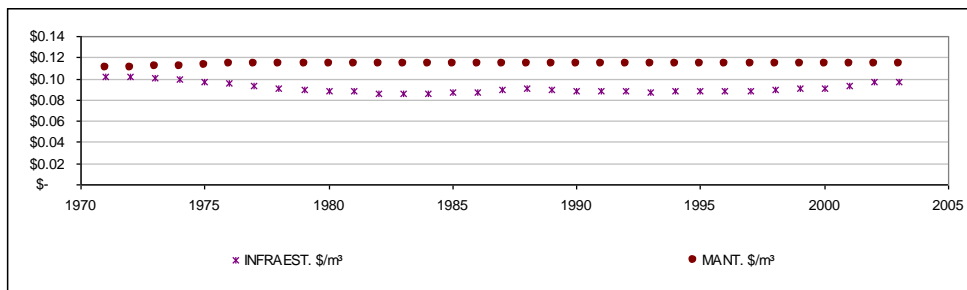


Figura 8. 11. Evolución de sobrecostos por incremento de mantenimiento y afectación de infraestructura

El abatimiento del nivel estático incide directamente en el proceso de extracción de agua subterránea, ya que incrementa la profundidad de bombeo con lo que reduce la capacidad de extracción de los pozos e incrementa la cantidad de energía necesaria para llevar el agua a la superficie.

La reducción de la capacidad de extracción de los pozos se asocia a una reducción del espesor de acuífero en contacto con el ademe ranurado de los pozos, que reduce el área efectiva a través de la cual el agua ingresa al pozo y en muchos casos conlleva al secado del mismo, al ingreso de aire, a una pérdida constante de la eficiencia física y electromecánica, que puede alcanzar la inutilidad total del aprovechamiento. También se traducen los efectos en un incremento de incrustación y corrosión que reducen la vida útil del pozo e incrementan los costos de mantenimiento.

Para una evaluación económica integral, se consideró el costo real de la energía enunciado en el cuarto informe de gobierno -1º de septiembre de 2004 -, que asciende a \$1.29 / kWh. Al compararlo con las tarifas 06 (\$0.96 / kWh) para uso público y 09 (\$0.32 / kWh) para uso agrícola, el incentivo fiscal (llamado subsidio ordinariamente), reduce aparentemente casi en un 50% el costo de la energía.

El costo de la energía se ha incrementado de tal forma con la sobreexplotación, que el valor real de la energía sería suficiente motivo para justificar la reducción de las extracciones.

8.1.2. Costos de oportunidad

Determinado a través de la productividad marginal del agua. Para evaluar el costo de oportunidad en la agricultura se utilizará el esquema que propone Palacios Vélez y Exebio García (1989), Introducción a la teoría de operación de sistemas y distritos de riego, Colegio de Postgraduados, pp. 12-22 y 341-345.

Representa un enfoque económico a partir del cual los usos de menor prioridad interfieren y compiten con los de mayor prioridad por el agua subterránea. Para evaluar el costo, además de aplicar la metodología previamente citada, se calcula la diferencia entre la productividad del agua de los usos menos redituables (se identifica el conjunto de usuarios de menor productividad del agua –beneficios netos en \$/m³-, que si cesaran sus extracciones acabarían con la sobreexplotación) con la de los más redituables (que podrían continuar con la extracción sin romper el equilibrio del acuífero).

El enfoque, sin embargo, no debe comprenderse como una filosofía de subasta del agua, sino como una forma de considerar que la sobreexplotación podría reducirse si se promueven las actividades de mayor productividad del agua y se eliminan las menos productivas.

Por su naturaleza, éste costo aplica únicamente sobre los volúmenes causantes de la sobreexplotación, por lo que no aplicarían en un acuífero subexplotado.

Para identificar el costo de oportunidad, se procedió a integrar una función de productividad del agua, con la consideración de que los volúmenes extraídos atienden en principio a los usos de mayor productividad y la sobreexplotación, a los usos de menor productividad. A partir de ello, se integró una curva de priorización prelativa y económica del agua, con la cual resulta posible calcular la productividad promedio del agua para una política de equilibrio y para una de sobreexplotación (como la histórica y la actual) y a partir de ello, con la diferencia de éstas, calcular un costo de oportunidad.

El costo de oportunidad de la sobreexplotación se entiende como el efecto de quitar el agua a usuarios que podrían aprovechar dicho volumen con una mayor productividad en el futuro.

Para el caso del acuífero, la sobreexplotación no restringe el aprovechamiento a los usos de mayor productividad⁴, pero torna el agua más inaccesible, debido a una mayor profundidad en el futuro, lo que se evalúa en el cálculo de los sobre costos de extracción.

⁴ El concepto de costo de oportunidad sería claramente aplicable en una presa de almacenamiento de agua superficial, donde la demanda de agua excede a la capacidad útil y es necesario escoger entre los usos económicamente más prioritarios. En diversos acuíferos esta condición sería aplicable, mas no en el Interestatal, donde la reserva somera en peligro, pone en riesgo específicamente al uso agrícola, por incremento en costos de extracción.

8.1.3. Procesos de consolidación del terreno

8.1.3.1. Agrietamientos.

8.1.3.1.1 Afectaciones por agrietamiento en la infraestructura

Sin lugar a duda, uno de los impactos que origina una mayor inquietud en la población, es el agrietamiento del terreno que pone en riesgo la seguridad social, la infraestructura, las edificaciones y los terrenos en general.

Para la Ciudad de Aguascalientes los agrietamientos fueron analizados específicamente en pavimentos, redes hidráulicas y viviendas⁵. Se establecieron funciones lineales de costos por afectación, a partir de los daños calculados para el año 2002, por la sobreexplotación histórica.

Hasta el año de 1995 logró integrarse un plano con la ubicación de las grietas observadas en la Ciudad y sus alrededores, mismo que reporta grietas que en su totalidad presentan una orientación N – S y con un salto máximo o escalonamiento de 0.6 m a 0.7 m, con una abertura inicial de 2 cm, alcanzando con el tiempo hasta 2 m.

Sin embargo, las afectaciones por agrietamiento se encuentran documentadas e identificadas a partir de los años 1980's, lo que sugiere una correlación con la sobreexplotación del acuífero.

Como segunda causa del agrietamiento se supone el tectonismo, dada la evidencia de que el Valle de Aguascalientes es una fosa tectónica con tensiones y compresiones residuales en sus plegamientos.

Es inminente que la reducción de la presión de poro del medio granular drenado mediante la extracción de agua subterránea, se acentúa en las zonas de máxima descarga, a partir de lo cual ocurren asentamientos diferenciales entre zonas con mayor abatimiento. Asimismo, aquellas con un mayor espesor de estratos granulares drenados presentan una mayor compresibilidad y es de esperarse que la presencia de tectonismo sea un factor que promueva los asentamientos diferenciales entre zonas con distintos espesores de acuífero drenado.

El agrietamiento presenta distintos grados y efectos sobre el terreno. Ya anteriormente, en el año de 1996, con base en la ubicación de las grietas identificadas se llevó a cabo una estimación del costo de sus impactos, entre los que se consideraron:

- Ruptura de: guarniciones, banquetas, pavimentos, casas y edificios

⁵ Con base en el Estudio desarrollado en el año 2002 por la UAG para evaluación del proyecto de desconcentración de las extracciones de la Ciudad de Aguascalientes, que cuenta con información provista por las entidades municipales y estatales responsables.

- Ruptura de redes de agua, ductos eléctricos y telefónicos
- Temor en la población, incrementado en cuanto a construcción en los alrededores de las grietas.
- Pérdida de valor comercial en construcciones, así como inversiones foráneas.

Para la evaluación de este impacto se considerarán los daños a edificaciones e infraestructura por compactación del suelo.

El siguiente gráfico resumen las afectaciones que por cada metro cúbico de sobreexplotación fueron cuantificadas por agrietamientos y afectaciones a la infraestructura de la Cd. de Aguascalientes.

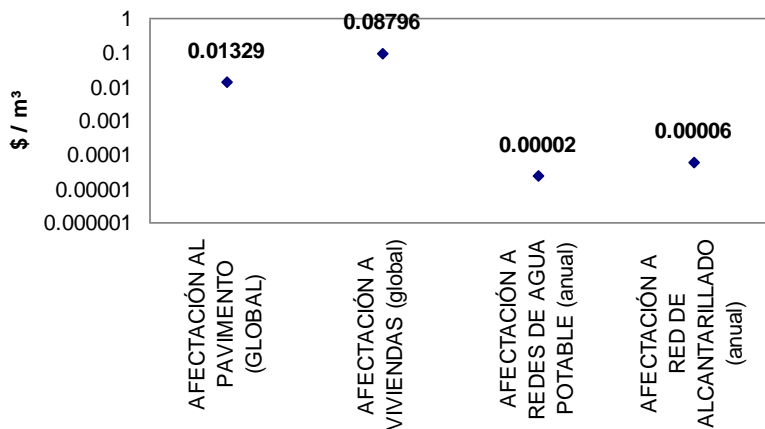


Figura 8. 12. Costo unitario por metro cúbico de sobreexplotación, sobre afectación en infraestructura de la Ciudad de Aguascalientes (1970 – 2002)

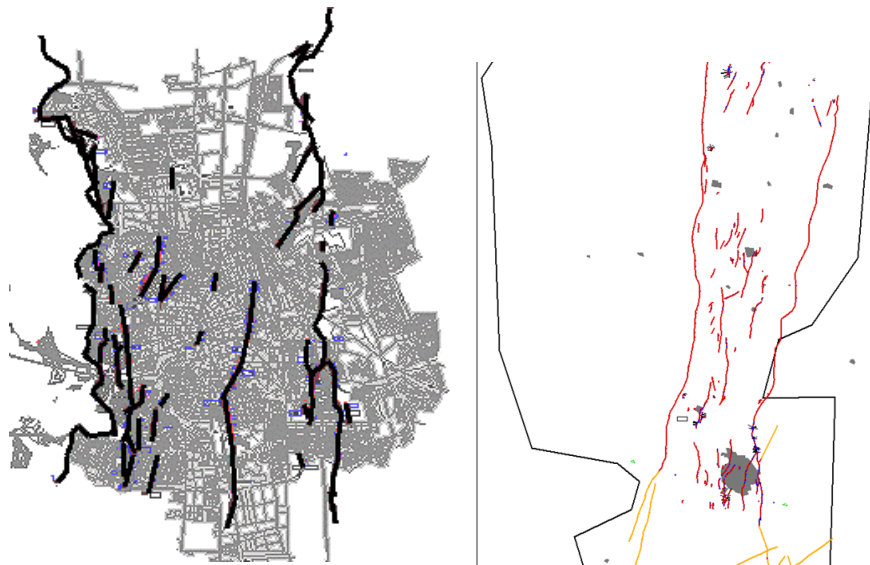


Figura 8. 13. Ubicación de las fallas por subsidencia en la Ciudad de Aguascalientes y otras fallas en el Estado

Con la información del año 1995 y al suponer que las afectaciones son resultado de la sobreexplotación, que ocurre desde 1971 – de acuerdo con el estudio -, se realizó la distribución anual de los costos.

El costo de fugas en el drenaje representa una pérdida de volumen de agua residual reciclable, además de una afectación de la calidad del agua del acuífero; se carece de elementos para evaluar la magnitud de esta afectación, pero a partir de los siguientes elementos conceptuales se concluye que la reparación de las afectaciones a la calidad del agua por fracturas en el drenaje debidas a la sobreexplotación, tendría un costo de reparación superior a 170 MDP anuales, lo que representa poco más de \$0.6 / m³ sobreexplotado. :

- Una de las causas de el alto porcentaje de fugas en las redes de agua de la Ciudad (estimadas en más de 45%) es el hundimiento del terreno y la fractura de líneas de conducción⁶.
- En las zonas de fallas geológicas se presenta una franca vulnerabilidad del acuífero, dada la elevada conductividad hidráulica de un medio fracturado.⁷

⁶ Al considerar que en otras ciudades con un nivel de desarrollo similar, el porcentaje de fugas en redes por lo común es menor al 40%, no está de más suponer que el 1% de las fugas se debe a las fracturas por hundimiento del terreno, lo que representaría ante los patrones actuales de consumo, un volumen anual del orden de 0.3 hm³.

- El tipo de tratamiento que requerirían las aguas contaminadas por fugas en el drenaje para su uso público, sería cuando menos de osmosis inversa o algún sistema equivalente⁸.

El elevado costo que representaría reparar los efectos de la contaminación, más probablemente conllevará (así como en otras ciudades con esta problemática) a relocalizar los aprovechamientos de uso público a zonas no contaminadas; sin reparar el daño a la calidad del agua.

Al considerar que el costo de reparar la calidad del agua no será asumido en el horizonte de planeación (hasta el año 2030) y que por lo común este tipo de proyectos no se realiza, este fue omitido en la evaluación; pero debe tenerse en cuenta su importancia.

Los fenómenos estacionales de sequía y el bombeo constante pueden ser una causa de balances mensuales negativos, con una subsidencia inevitable aún en condiciones de extracción anual equivalente al promedio de recarga anual, lo que sugiere no agregar todas las afectaciones por consolidación y agrietamiento a la sobreexplotación. Existe una diferencia entre fallas y fracturas. Los efectos de la sobreexplotación se refieren a fracturas inducidas por consolidación del terreno.

Comentario [oem2]: Propuesta de criterios alternativos de evaluación: Tomar en cuenta que el costo de fugas de agua potable va más allá de la reparación, pues involucra el valor del agua.

8.1.3.1.1.1 Impacto por agrietamiento en pavimento

Como punto de partida se consideraron las cifras reportadas por la Universidad Autónoma de Guadalajara, en su informe de Evaluación del Proyecto de reubicación de pozos de agua potable de la Cd. de Aguascalientes, realizado en el año 2002. Dicho estudio en interacción con las autoridades estatales y municipales, obtuvo información de vital importancia para el análisis, que permitió definir una relación entre los montos de afectación a la infraestructura y el volumen de sobreexplotación del acuífero.

⁷ Al suponer que 1 m³ de aguas negras es capaz de contaminar aproximadamente 50 m³ de agua de 1er uso (las plantas de tratamiento terciario aún insuficiente para cumplir con normas para uso público, tienen eficiencias superiores al 95% en remoción de contaminantes).

⁸ Que para tratar el volumen contaminado representaría un costo unitario superior a \$10/m³.

Tabla 8. 8. Afectación e inversión por agrietamiento en cruces pavimentados para un escenario inercial

(Miles de \$ al 2000)

Año	Inversión en Pavimentación	Total de Cruces con grieta en la ZU	Cruces adicionales con grieta
2000			
2001	200	437	29
2002	208	466	30
2003	216	497	31
2004	225	529	32
2005	234	563	33
2006	243	597	35
2007	453	633	36
2008	471	671	38
2009	490	710	39
2010	509	751	41
2011	529	793	42
2012	551	837	44
2013	772	883	46
2014	803	930	48
2015	836	980	49
2016	869	1031	51
2017	904	1084	53
2018	940	1140	56
2019	1,177	1198	58
2020	1,224	1258	60

Fuente: UAG, 2000

A partir de ésta información, se observa que el promedio de inversión en reparación de cruces pavimentados afectados por agrietamiento, asciende a \$12,966, mientras que el total de cruces con grietas hasta el año 2000, ascendía a 408, lo que permite asociar que el monto de 5.3 MDP correspondiente a los costos de la afectación al pavimento, corresponden al volumen de sobreexplotación acumulada hasta entonces, superior a 5,700 hm³. A partir de ello, se determinó que cada metro cúbico de sobreexplotación implica 0.09 centavos a precios del año 2000.

8.1.3.1.1.2 Impactos por afectación a viviendas

Con apoyo en la referencia obtenida de la UAG (siguiente cuadro) se obtuvieron los valores económicos de las afectaciones a viviendas resultantes de la sobreexplotación hasta el año 2000. Se menciona que hasta el año 2000 fueron identificadas 1,442 casas afectadas por los agrietamientos, de las cuales el 1% tuvo que ser abandonadas de manera definitiva, mientras que las restantes únicamente redujeron su valor comercial.

Tabla 8. 9. Inventario de viviendas afectadas en la Ciudad de Aguascalientes

Fraccionamiento	Precio de venta promedio	No. de casas afectadas	Fraccionamiento	Precio de venta promedio	No. de casas afectadas
Altavista	200,000	34	Misión de Santa Fe	263,450	16
Anexo San Ignacio	154,500	0	Moderno	375,000	50
Bona Gens	108,775	14	Morelos I	121,730	38
Buenos Aires	108,775	51	Olivares Santana	126,500	12
Carlos Salinas	121,730	14	Panorama	375,000	29
Casa Blanca	182,183	1	Pirules	187,850	5
Cerrito de la Cruz	182,183	42	Primavera	375,000	16
Colinas del Río	300,000	42	Primo Verdad	121,730	26
Cholula	200,000	14	Progreso-Fracc. CNOF	121,730	24
Del Poniente	200,000	205	Pulgas Pandas	2,366,667	20
Del Trabajo	200,000	0	Río San Pedro	500,000	6
Del Valle	500,000	27	San Cayetano	307,000	23
El Campestre	1,344,000	2	San Ignacio	154,500	32
El Dorado	325,000	14	San Marcos	187,850	14
Hacienda El Cóbano	121,730	11	Santa Anita	170,750	19
Insurgentes	121,730	57	STEMA	187,850	0
Jardín de la Cruz	167,000	31	Valle Dorado	325,000	10
Jardines de la Asunción	1,022,000	35	Vergeles	2,900,000	0
Jardines de las Fuentes	1,022,000	40	Versalles	234,750	54
Jesús Teran	182,183	8	Versalles 2a. Sección	254,048	2
La Barranca (López Porti	121,333	14	Vicente Guerrero	154,500	32
La España	300,000	81	Villas de La Universid	500,000	7
La Estrella	170,750	42	Vista del Sol	263,450	36
La Purísima	330,000	96	Volcanes	121,730	9
Lindavista	2,489,000	31	Zona Centro	330,000	16
Miravalle	200,000	40	TOTAL	-	1442

Las viviendas afectadas representan un valor acumulado de 504 MDP. De acuerdo con el estudio de UAG, el monto de las afectaciones anuales para el año 2001 ascendió a 6.75 MDP. Al asumir que una sobreexplotación acumulada nula representa una afectación nula y la sobreexplotación acumulada hasta el año 2001 origina afectaciones por 6.75 MDP anuales ante una sobreexplotación de 340 hm³ anuales, lo que representa \$0.019/m³ y considerando el ritmo de crecimiento demográfico de la Ciudad, puede incrementarse en el futuro. De este modo, las afectaciones a la infraestructura urbana son incrementadas hipotéticamente en forma proporcional al crecimiento demográfico.

Comentario [oem3]: Aún falta esto

Tabla 8. 10. Proyección inercial de costos por daños a viviendas

(Miles de \$ al 2000)	
Año	Costo por daños a viviendas
2000	
2001	6,750
2002	13,770
2003	21,072
2004	28,665
2005	36,561
2006	44,774
2007	53,315
2008	62,198
2009	71,436
2010	81,044
2011	91,036
2012	101,428
2013	112,235
2014	123,475
2015	135,164
2016	147,321
2017	159,964
2018	173,113
2019	186,787
2020	201,009

8.1.3.1.1.3 Impactos por afectación a la infraestructura hidráulica

La relación entre la sobreexplotación acumulada y las afectaciones a la infraestructura hidráulica fueron determinadas con el mismo criterio que las afectaciones a vivienda, al considerar que éste análisis se relaciona con la infraestructura hidráulica ubicada en la Cd. de Aguascalientes. Para fines del análisis no se consideraron los efectos de agrietamiento en las otras ciudades, ya que la sobreexplotación y los hundimientos se concentran en la Cd. de Aguascalientes.

Tabla 8. 11. Inversiones previstas para el sector hidráulico por reparaciones a redes de agua potable y alcantarillado

(Miles de \$ al 2000)

Año	Inversión en Agua Potable	Inversión en Alcantarillado
2000		
2001	143	331
2002	148	344
2003	154	358
2004	161	372
2005	167	387
2006	174	403
2007	323	750
2008	336	780
2009	350	811
2010	364	844
2011	378	877
2012	393	913
2013	552	1,280
2014	574	1,331
2015	597	1,385
2016	621	1,440
2017	645	1,498
2018	671	1,557
2019	841	1,951
2020	875	2,029

8.1.4. Costos por agrietamiento en parcelas y zonas sin uso.

En cuanto a las afectaciones debidas a rupturas, el estudio de 1996, consideró como costo el correspondiente a la reparación de las mismas, mientras que en cuanto a valor comercial de construcciones, inversiones foráneas y terrenos, se estableció un costo por metro cuadrado, de hasta \$20. Parece ambiguo definir criterios para evaluar los costos por agrietamiento en zonas rurales y deshabitadas, pues la modalidad de las grietas, su relación con los terrenos y su efecto sobre el valor comercial de los mismos es variable y en realidad desconocido. Sin embargo el efecto de las grietas es un hecho, por lo que los criterios expuestos en 1996 se retoman en esta evaluación y se correlacionan contra los resultados obtenidos en el año 2002 por MIMEX, S. A., donde se actualizó el inventario de grietas para el estado de Aguascalientes.

A partir de inventario de fallas y fracturas caracterizado estadísticamente por MIMEX y de los criterios expuestos por GICO, con valores actualizados, se calcula el costo total por afectación a 2003, útil para el cálculo del costo índice de afectaciones. El análisis espacial, facilitado con herramientas de análisis desarrolladas en ambiente SIG.

Comentario [JP4]: Por realizar con apoyo en plano MIMEX

8. 2. Costos ambientales, intangibles y otros de difícil evaluación

8.2.1. Disminución del flujo base

Para la evaluación del impacto debido a la disminución del flujo base, el Estudio realizado en 1996 considera la desaparición de éste a partir del año 1970. Desde entonces el costo se considera nulo. Al considerar nulas las posibilidades de que el flujo base se recupere como resultado de una nueva política de operación del acuífero y que éste a su vez se encuentra totalmente modificado por la presencia de las grandes presas, este componente de los costos ambientales no se consideró en el análisis para este acuífero.

Este aspecto no resulta de interés práctico, ya que la profundización de los niveles estáticos y la imposibilidad de una recuperación aún en el mediano plazo, quitan toda utilidad a la evaluación del supuesto de conservar el flujo base en los cauces.

8.2.2. Modificación de la calidad del agua

De acuerdo con el estudio previo realizado en 1996, los impactos debidos de la sobreexplotación sobre la calidad del agua, consisten en un incremento de fluor, así como de la concentración de sales del almacenamiento fósil del acuífero. No se toma en cuenta el efecto del termalismo, acentuado por la profundización del nivel estático.

Pérdida de la calidad del agua (se acentúa con la contaminación antropogénica del acuífero).

Los costos de deterioro de la calidad del agua fueron traducidos en la necesidad de tratar el agua para remover el exceso de flúor. Se concluye una carencia en el análisis de la evolución de la calidad del agua y su correlación con la sobreexplotación, carencia que anuló una evaluación de los efectos de deterioro sobre la calidad del agua y el costo de la recuperación óptima de la calidad para sus usos.

De este modo, fue necesaria la integración de planos de isolíneas de evolución de la calidad del agua para evaluar los impactos sobre la misma.

Cabe mencionar que el agrietamiento por hundimientos diferenciales y sus efectos en las redes de drenaje con los riesgos que esto representa a la calidad del agua, son un aspecto analizado en los costos por agrietamiento (8.1).

8.2.3. Modificación del esquema de flujo subterráneo

Como consecuencia del abatimiento del nivel estático, el patrón de flujo dominante con dirección Norte – Sur, ha reducido a cero su flujo hacia el Sur desde la Ciudad de Aguascalientes y la dirección del flujo se invirtió, con un cono de abatimiento que fomenta el flujo proveniente del Sur. Esta situación reduce a cero las salidas

Comentario [oem5]: 8.1.1.Evaluación de los efectos intangibles por el aprovechamiento de agua subterránea

8.1.2.Utilidad de los criterios económicos e intangibles para el plan de manejo

subterráneas comprometidas con la zona de “Encarnación” y de hecho, también reduce el flujo desde el acuífero de Encarnación hacia el Sur.

No existe una interpretación objetiva y clara que económicamente refleje los efectos de esta situación; para ello sería recomendable el estudio de la productividad en zonas externas del acuífero Interestatal, ubicadas al Sur del mismo.

Otro efecto de la formación del cono de abatimiento mencionado, es la concentración de contaminantes en el acuífero, que en el mediano y largo plazo carecen de posibilidad de fluir y diluirse hacia la zona Sur; lo que igualmente ocurre con las aguas subterráneas y el reciclaje de los minerales de aguas subterráneas empleadas en la agricultura, que incrementan su salinidad y eventualmente deterioran la calidad del agua del acuífero.

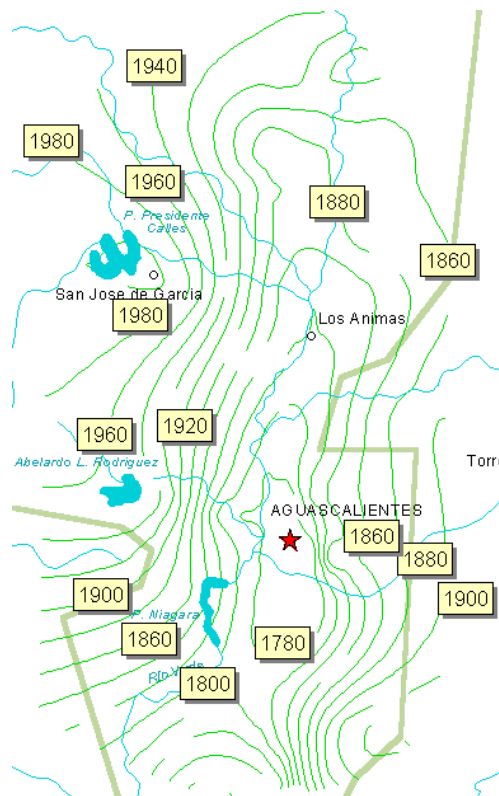


Figura 8. 14. Isohietas del nivel estático en 1993⁹

⁹ Se observa que ya entonces se observa un cono de abatimiento con su centro en la Ciudad de Aguascalientes.

8.2.4. Valor de escasez

Se estima considerando la diferencia en pesos de las tarifas por derecho y uso de agua, se considera la diferencia entre la zona de disponibilidad donde se encuentre el acuífero y la zona de mayor disponibilidad de acuerdo a las zonas establecidas en la Ley de Derechos en Materia de Agua.

Dado que las tarifas de la Ley Federal de Derechos varían según la condición de presión sobre el recurso hidráulico en los distintos municipios del país, se deduce que las zonas en equilibrio presentan la menor tarifa y las restantes, tarifas mayores. De este modo el valor de la escasez es la diferencia existente entre ambas tarifas.

Este es un criterio que evalúa los efectos de la sobreexplotación en forma monetaria, sin embargo es necesario considerar que la escasez realmente conlleva efectos sociales y ambientales intangibles.

Dichos costos no consideran el criterio de “valor de la escasez”, que representa el sobrecosto que la federación atribuye a la escasez de agua en esta zona del país, al compararlo con la zona de mayor abundancia. Dicho efecto no fue tomado en cuenta, dado que representa un criterio subjetivo que compara tarifas del agua según la Ley Federal de Derechos y el hecho de no sobreexplotar al acuífero no implicaría una disponibilidad similar a las zonas de mayor abundancia de agua del país; **sin embargo, al considerar la tarifa del agua de los distintos municipios se observa que al comparar con las zonas de mayor disponibilidad del país, la diferencia de tarifas o valor de la escasez por metro cúbico en esta zona, asciende a \$1.3 / m³, para el uso público y \$3.1 / m³ para uso industrial, lo que si representara un componente del costo real para la federación, restringiría aún más la rentabilidad del uso del agua.**

8.3. Costo Total

Incluye los efectos sobre el ambiente y sobre la salud. Su valoración no puede ser exclusivamente económica, por su importancia intangible; sin embargo, un criterio para definir su costo económico es el costo de acciones para su prevención o reparación total.

Los costos acumulados por sobreexplotación desde 1971 hasta 2003, fueron valuados en 3,500 MDP, con un ritmo final anual del orden de 250 MDP por año, creciente.

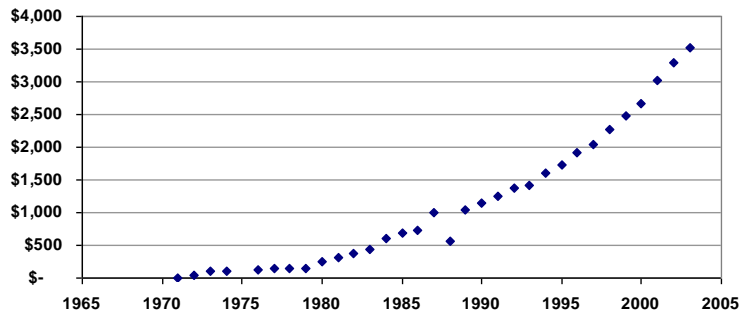


Figura 8. 15. Sobrecostos acumulados por abatimiento y agrietamiento

Los costos anuales de sobreexplotación son variables y función del régimen anual de recarga y extracción, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

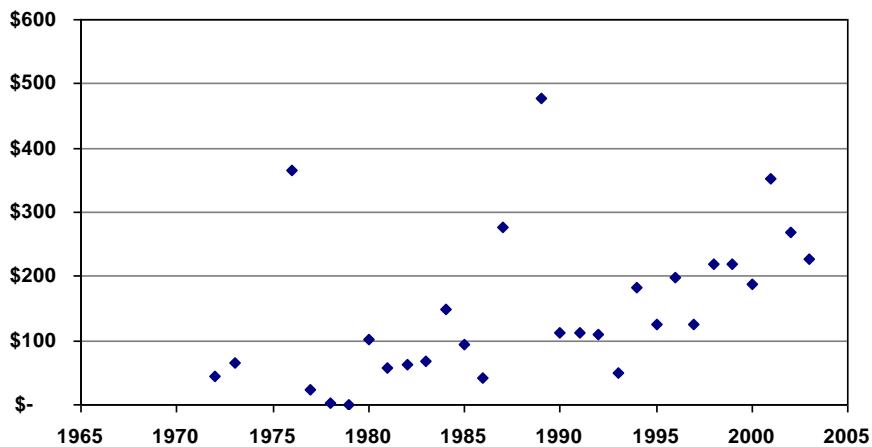


Figura 8. 16. Costos anuales de sobreexplotación (MDP)

Otro elemento de interés para evaluar los impactos anuales de la sobreexplotación, es el sobrecosto unitario anual por sobreexplotación, que refleja el ritmo con el cual crece el costo de la sobreexplotación anual – siguiente figura -.

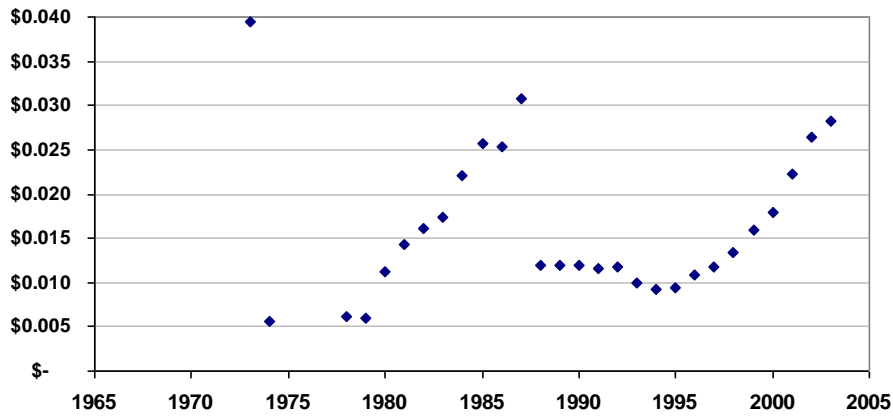


Figura 8. 17. Sobrecosto unitario anual por sobreexplotación (con respecto al año anterior)

A diferencia del costo unitario por metro cúbico sobreexplotado, el costo unitario de extracción reparte los costos totales entre el volumen total de extracción; se observa que a través de la historia casi se ha duplicado, registrando un costo actual del orden de \$0.2 / m³.

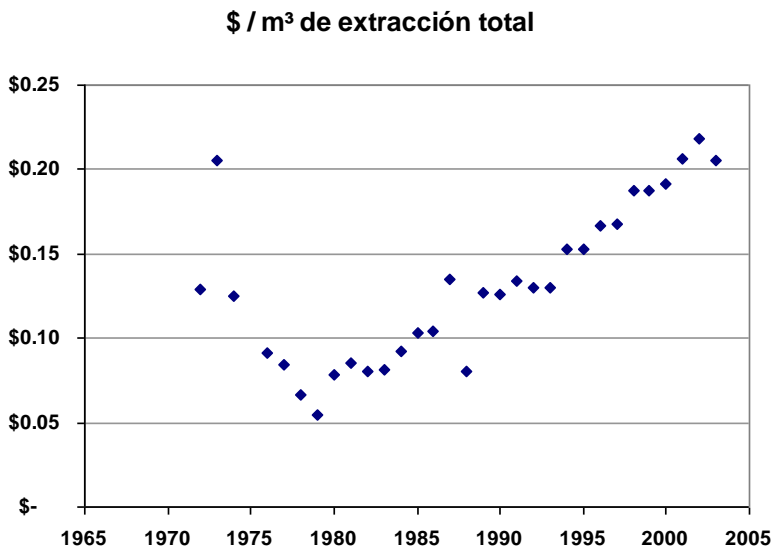


Figura 8. 18. Evolución del costo de extracción por metro cúbico extraído

En la siguiente figura se muestra un resumen de la evolución de los costos totales por aprovechamiento de agua subterránea en el acuífero. Se observa que el mayor componente corresponde a la extracción y a los impactos del abatimiento sobre la extracción futura (impacto futuro). Los impactos por agrietamiento son relativamente menores, sin considerar el costo de la pérdida de la calidad del agua.

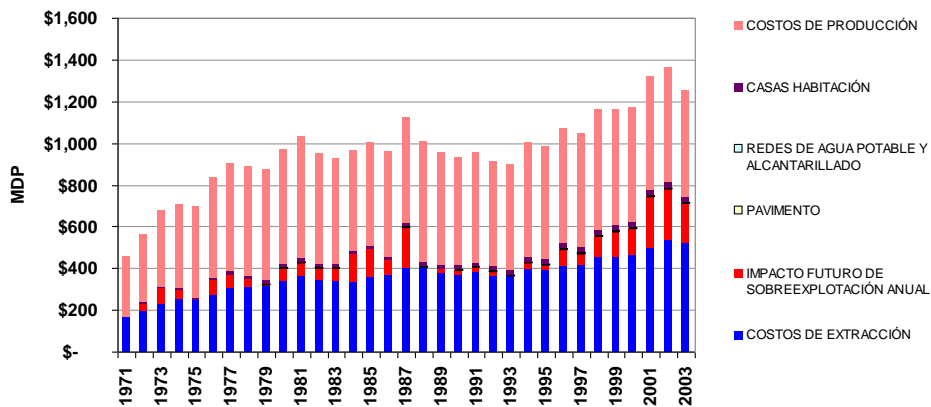


Figura 8. 19. Resumen de evolución histórica de los costos por extracción y sobreexplotación del agua subterránea

8. 4. Criterios para el cálculo de los beneficios por aprovechamiento del agua

Para conocer el impacto económico total del aprovechamiento de agua, es necesario conocer sus beneficios, que en sí son la causa del mismo. La evaluación económica determinará si el balance es o no positivo.

La identificación y análisis de beneficios incluirá aquellos de tipo económico y en lo posible, de tipo social; una vez analizados los beneficios serán evaluados en forma cuantitativa o cualitativa según sea conveniente para cada beneficio identificado indicando si es de manera cualitativa cuáles serán los criterios considerados para dicha evaluación.

Dentro de los análisis, los usos productivos agropecuario, industrial y servicios, son los que generan un valor económico agregado.

Para que exista un equilibrio económico, el valor del agua, que estimamos a partir del Valor para cada Uso, debería coincidir con el costo total del agua. De este modo, el modelo económico clásico indica que el subsidio social se maximiza. Para casos prácticos, sin embargo, el Valor en el Uso es por lo común de una magnitud que se espera que resulte mayor al costo total estimado. Esto ocurre con

frecuencia, ya que las dificultades para estimar las externalidades ambientales y los otros componentes del costo total del agua.

Sin embargo, en muchos casos el valor que se confiere al agua resulta menor que el costo económico total e inclusive, inferior al costo total de abastecimiento. Esto suele ocurrir porque los objetivos sociales y políticos transgreden y exceden el equilibrio económico.

El valor del agua depende tanto del usuario, como del uso en que se aplica. La siguiente figura presenta esquemáticamente los componentes del valor del uso del agua, que son la suma de los costos económicos y los valores intrínsecos. Tal como se presenta, los componentes son:

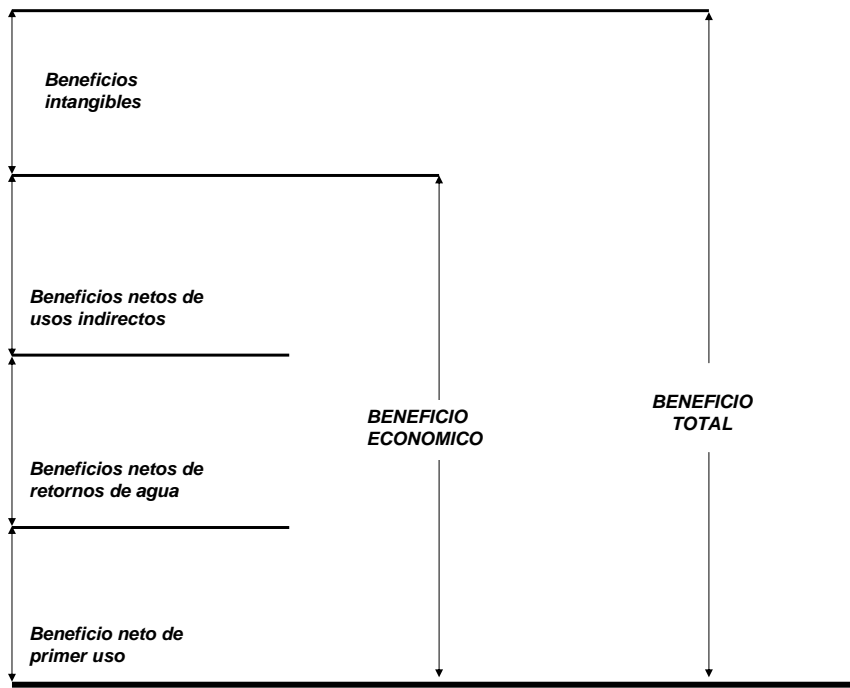


Figura 8. 20. Componentes del Valor total del Agua

8.4.1. Beneficios netos del primer uso

En general, los beneficios económicos del primer uso y específicamente de los usos que tienen como insumo directo el agua subterránea, se relacionan primordialmente con la agricultura.

La función de productividad del agua evalúa en orden jerárquico, cuál es el beneficio neto acumulado que corresponde a un volumen dado de extracción, de acuerdo con la productividad del agua para cada cultivo. Esta se integra con la

evaluación de los beneficios netos totales de cada cultivo, ordenados en orden descendente según su productividad unitaria (\$/m³). A partir de esta hipótesis, puede revisarse cuál sería el valor total neto de la producción para distintos volúmenes totales de extracción, bajo el supuesto de que el agua se extrajera exclusivamente para los usos de mayor productividad.

Se observa que para distintas magnitudes de extracción global del acuífero, el incremento de productividad del agua se reduce. De este modo, ante la función actual de productividad, puede constatar que para una magnitud de extracciones equivalente a la recarga promedio, la productividad aparente del agua sería del orden de 152 MDP anuales, mientras que para la extracción actual, la productividad es casi la misma, debido a que los cultivos que extraen el resto de agua tienen una productividad mínima y dependen también de apoyos del sector agrícola - sin considerar los costos del agua ni de la sobreexplotación - pero sí los costos de producción y comercialización-. Al considerar los costos reales del agua la curva se abate y se percibe asimismo el impacto que la sobreexplotación representa actualmente de modo que la productividad del agua resulta ya negativa para aquellos cultivos de productividad unitaria mínima que aprovechan extracciones que exceden los 160 hm³ (situación resultante de la sobreexplotación histórica). Por último, la profundización del nivel de bombeo que puede originar la continua sobreexplotación en los años próximos, puede reducir fatalmente la rentabilidad del uso del agua para la agricultura, de modo que únicamente aquellos cultivos de máxima productividad que actualmente aprovechan aproximadamente una tercera parte del agua que se destina a la agricultura, serían rentables (considerado el valor real actual de la energía eléctrica).

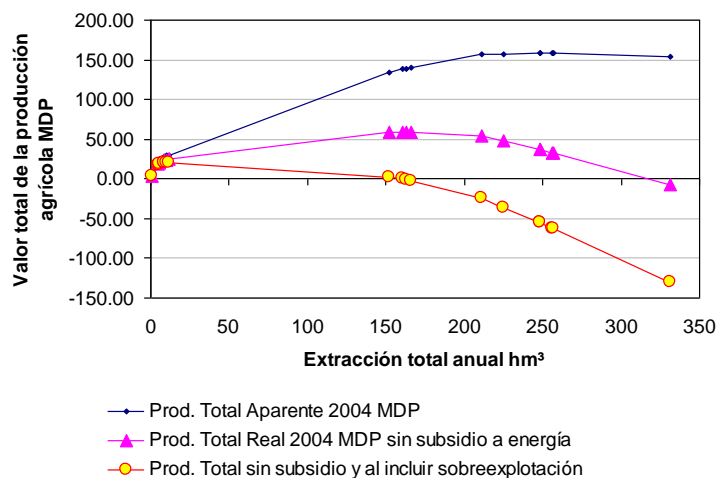


Figura 8. 21. Productividad actual acumulada del agua (real y aparente) y futura con sobreexplotación

Para los usos industrial y agrícola, el valor que representa el agua para los usuarios, es cuando menos tan grande como el valor marginal del producto (lo cual se refleja en $\$/m^3$). Para uso doméstico, la voluntad de pago del agua representa el límite inferior de este valor, así como hay un valor adicional para el agua. Existen numerosos estudios que pretenden calcular el valor marginal del agua para el sector industrial y agrícola, así como la disposición de pago de los consumidores domésticos.

8.4.2. Beneficios de retornos de agua

Los retornos del agua hacia el acuífero como son la recarga derivada de las fugas en redes e infiltración en canales, representa un componente de importancia en los sistemas hidrológicos, de modo que los efectos de estos flujos deben considerarse cuando se estima el valor y el costo del agua. Por ejemplo, parte del agua destinada a irrigación puede recargar el acuífero regional e incrementar el gasto base de corrientes aguas abajo (no es el caso de Aguascalientes). Sin embargo, los beneficios del retorno de flujos dependen determinadamente de los porcentajes de pérdidas de agua por evaporación, humedad en zona no saturada y retorno efectivo al acuífero.

Para el caso de la zona de estudio, el agua se reusa en la zona del Riego de “El Niágara”. Esto implica el aprovechamiento anual de un orden de 26 hm^3 , que constituyen un beneficio del agua subterránea. Se considera que aún en condiciones eficientes de operación de las redes de agua potable, éste proyecto manejaría el mismo volumen, dado que actualmente no aprovecha el total de las aguas tratadas disponibles. El beneficio neto se asocia a el costo que implica el reuso, como es la infraestructura de tratamiento, conducción y suministro. Sin embargo, para fines de análisis de alternativas, se consideró que el tratamiento sería una condición necesaria para cualquier escenario, dada la historia del mismo, de modo que únicamente se considera el costo de la conducción, estimado en $\$0.6 / m^3$. Bajo estas condiciones, el beneficio neto del reuso para un patrón promedio de productividad con dicho costo del agua (de $\$0.47/m^3$), resulta poco mayor de **12 MDP** anuales, esto al considerar el aprovechamiento de 26 hm^3 de agua tratada. Esta cantidad incrementa el valor neto de la producción (considerados los impactos por sobreexplotación), en un 25%, lo que confirma el gran valor de las aguas tratadas como una fuente alterna que no va en contra del equilibrio del acuífero.

8.4.3. Beneficios del uso indirecto

El ejemplo típico de estos beneficios se presenta cuando los esquemas de irrigación proveen agua al uso doméstico (útil para higiene y agua bebible) o inclusive usos recreativos que pueden mejorar la salud o los ingresos de la población rural marginada. Inclusive los pozos para uso agrícola en ocasiones aportan agua para la ganadería, con efectos en la productividad de lácteos.

Los beneficios del uso indirecto del agua en el medio rural, no fueron cuantificados económicamente; sin embargo fueron tomados en cuenta en términos de su efecto sobre la producción pecuaria y la calidad de vida de los productores agrícolas. La eventual dificultad de obtención de agua en la agricultura, también representa un riesgo de escasez de abastecimiento de agua potable para consumo humano.

8.4.4. Beneficios intangibles del agua

El valor de la confiabilidad de contar con agua en cantidad, calidad y en costos adecuados. Es decir, que existe la necesidad de pagar la sustentabilidad e inclusive, evitar la sobreexplotación (lo que debe considerarse en proyectos de desarrollo sustentable).

El hecho de que el agua se encuentre a una menor profundidad, reduce también las inversiones necesarias para perforar pozos o norias en localidades rurales, de modo que la profundización del nivel de bombeo es una restricción para el desarrollo del medio rural.

Es de este modo que el uso sustentable del acuífero es una condición que favorece la disponibilidad y reduce la escasez; con los efectos en la calidad de vida que esto implica.

8.5. Criterios para el análisis de la relación beneficio / costo de la condición histórica de operación

La evaluación se realizó para el período 1971 – 2003. Con base en la productividad promedio del agua y la magnitud de las extracciones agrícolas a través de la historia, así como con la estadística de costos de producción, fueron calculados los beneficios netos de la condición de aprovechamiento histórico.

Comentario [JP6]: Deben ser agrícolas cuando se trate de productividad

Los criterios anteriores fueron igualmente aplicados para la condición futura de aprovechamiento.

La diferencia entre los beneficios y los costos económicos de las actividades productivas, definen la relación beneficio – costo. Esta relación se analiza con los componentes previamente descritos y a partir de la misma, se obtiene el balance económico de beneficios netos para un período establecido.

Para evaluar los efectos de la sobreexplotación, se procedió inicialmente con una evaluación beneficio – costo de las condiciones históricas de aprovechamiento.

El siguiente gráfico presenta un comparativo de los beneficios netos real y aparente de la política de extracción en el período 1973 – 2003, así como los costos y el valor de la producción agrícola.

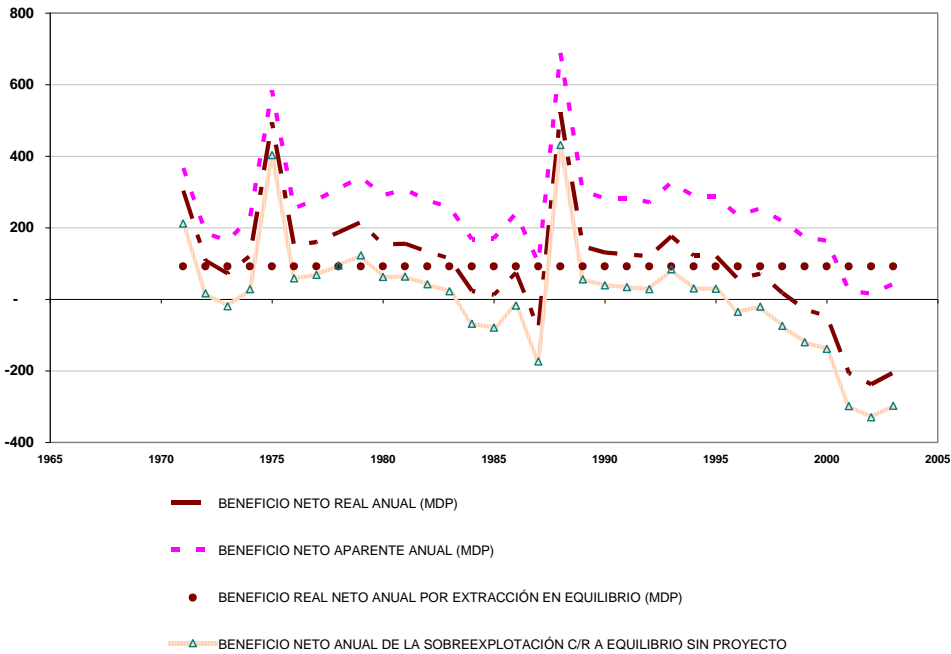


Figura 8. 22. Evolución de los costos y beneficios totales y netos, real y aparente.

Se observa que el beneficio neto aparente resulta positivo con una tendencia a la baja que representa un serio riesgo para el costo plazo, situación causada principalmente por el abatimiento de los niveles de bombeo en la última década. El valor real del beneficio neto resulta negativo, con pérdidas del orden de 200 MDP anuales.

Cabe mencionar que los análisis consideraron una tarifa constante desde 1971 y las proyecciones a futuro se realizan del mismo modo, como criterio simplificador. Asimismo, se considera que la totalidad del bombeo se realiza con motores eléctricos.

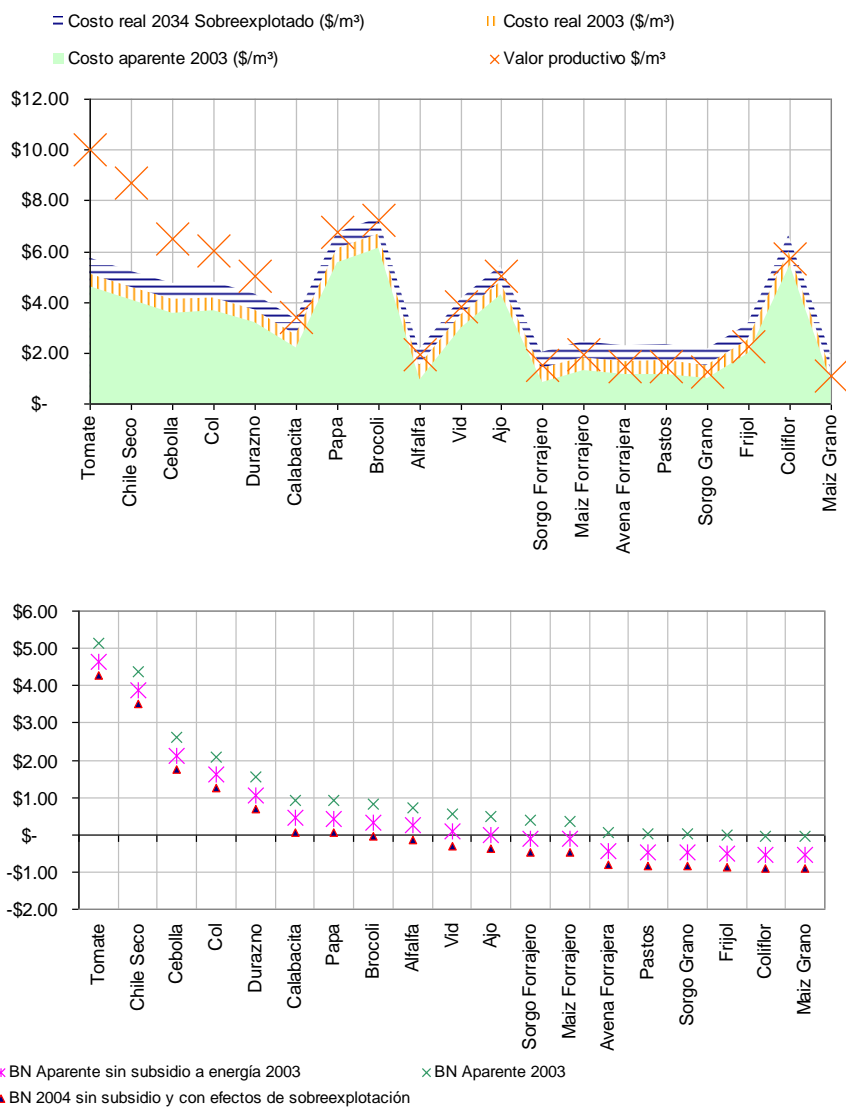


Figura 8. 23. Comparación de beneficio con costo unitario del agua

De la comparación de los beneficios unitarios del agua para los distintos cultivos, con los costos unitarios ponderados por metro cúbico, se observa que únicamente el incentivo fiscal en la tarifa eléctrica permite un beneficio neto para seis de los cultivos, mientras que la sobreexplotación pone en riesgo la productividad de la generalidad de los cultivos (14 de los 19 cultivos). De reducirse el incentivo fiscal sobre la tarifa, esto se traduciría en una reducción de las extracciones debido a la

falta de productividad. El efecto sería aparentemente menor si continua el incentivo a la tarifa; pero con un mayor costo para el país.

Ajustes por objetivos sociales. Se observa que el incentivo fiscal a la tarifa eléctrica y los apoyos a cultivos básicos son el único factor que permite la subsistencia de cultivos como son el frijol y el maíz.

8. 6. Criterios para el análisis de la relación beneficio / costo de la sobreexplotación

Posteriormente, se calcularon los costos constantes que habría representado un aprovechamiento de magnitud equivalente a la recarga promedio del acuífero con un beneficio neto resultante de una menor producción proporcional al volumen de equilibrio – menor comparada con la resultante de la sobreexplotación histórica -.

En el siguiente diagrama se detallan los componentes de los costos económicos asociados con el aprovechamiento de agua subterránea.

La evaluación calcula los costos por sobreexplotación al comparar con un escenario histórico hipotético de extracción en equilibrio. Una metodología similar permite comparar para años futuros, distintas políticas o alternativas de operación del acuífero.

Ya que se considera que el equilibrio del acuífero, ya sea en escenarios hipotéticos pasados o en futuros, se lograría mediante la reducción de la extracción, principalmente en el sector agrícola; no habría cambios en la productividad del sector industrial, por lo cual no se considera como criterio de comparación en la evaluación de los costos económicos.

Para el cálculo de los costos económicos por sobreexplotación, la metodología fue la siguiente.

Se parte de que la sobreexplotación es una magnitud positiva de volumen de extracción de agua subterránea que resulta de la resta de la descarga total de agua subterránea del acuífero, menos el volumen promedio de entradas, en un sistema dinámico donde las entradas pueden resultar efecto de las extracciones – debido a los retornos agrícolas y por fugas en redes de agua potable -.

En este sentido, resulta de gran importancia la clasificación de la sobreexplotación en dos tipos:

- i) Sobreexplotación general. que representa un efecto sobre todo el acuífero y
- ii) Sobreexplotación local. Fenómeno que se debe a una extracción puntual o en una zona concentrada, que excede al rendimiento del acuífero en dicho sitio.

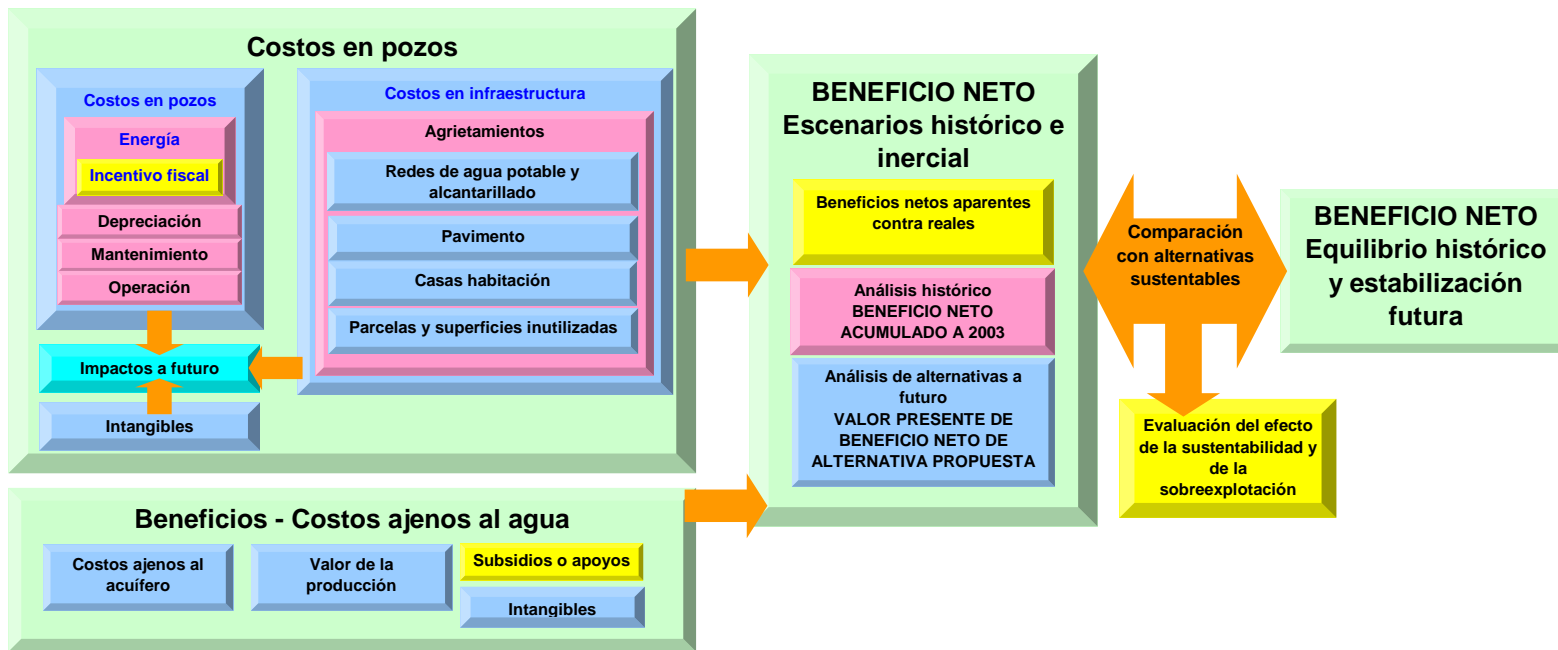


Figura 8. 24. Componentes del costo económico considerado para la evaluación del impacto por sobreexplotación

Para definir la sobreexplotación local, resulta necesario conocer la distribución de la oferta natural de agua en el acuífero, el rendimiento por superficie y ubicar aquellos casos donde las descargas excedan a la capacidad natural de recarga del acuífero.

El costo de la sobreexplotación (Cps) a su vez, puede conocerse únicamente al compararse con el costo que habría representado una condición de equilibrio permanente (**Ce**). Esta hipótesis simplifica considerablemente el análisis, ya que no se pretende calcular los efectos aislados de el efecto del bombeo en exceso, sino la comparación de dos políticas de operación.

La comparación de las dos políticas de operación puede enrarecerse ya que el mayor costo de bombeo en un escenario de sobreexplotación, no se debe únicamente a las afectaciones en el acuífero, sino a un mayor volumen de extracción. El mayor volumen de extracción a su vez también involucra un mayor beneficio, lo que conlleva a preguntar si ¿acaso los beneficios de la sobreexplotación no justifican sus costos?. Desde esta perspectiva el costo de la sobreexplotación se calcula como el beneficio neto de un escenario en equilibrio, con respecto al de sobreexplotación.

$$Cs = (Be - Ce) - (Bs - Cps) \quad (1)$$

La pregunta que surge en términos de sustentabilidad es ¿acaso la sobreexplotación puede justificarse en mayor medida ante el incremento excesivo de los beneficios económicos? ¿podrá justificarse el minado del acuífero?, más aún al confiar a un consecuente crecimiento económico acciones para sobrellevar la escasez o emigrar de ella.

Otro aspecto importante, es el hecho de que la sobreexplotación es un fenómeno con efectos acumulativos y efectos parcial o totalmente irreversibles, lo que significa que frenar la sobreexplotación no evita sus efectos, sino que estos crezcan aún más a futuro.¹⁰ Los costos de la sobreexplotación no se extienden exclusivamente en la historia, sino que representan un inevitable costo futuro (Cf), ya que ni siquiera el equilibrio permitirá aprovechar el agua como se hacía antes de la sobreexplotación.

$$Cs = (Be - Ce) - (Bs - Cps) + Cf \quad (2)$$

El costo futuro a su vez se asocia con la política de operación propuesta a futuro, que puede optimizarse o continuar con su tendencia.

Una incógnita más es el efecto del valor del dinero a través del tiempo, lo que significa que para conocer el Costo actual de la sobreexplotación, es necesario

¹⁰ Por ejemplo, el abatimiento promedio de 100 m, ocurrido por la sobreexplotación del período 1977 – 2002, aún con un equilibrio posterior al 2003, no permitiría recuperar los niveles de bombeo, ni reducir sus costos.

considerar la tasa de interés y calcular el valor presente de los componentes de la ecuación. Este criterio económico de apreciación es especialmente usado para decidir políticas a futuro; sin embargo, en la medida que el valor del dinero sea mayor y así también la tasa de interés, menor relevancia toma el futuro lejano en la toma de decisiones, ya que su valor presente tiende a cero. Por ejemplo el valor presente de un fenómeno que ocurra dentro de 30 años ante una tasa anual de interés del 12%, resulta $V_a = V_f / ((1 + 0.12)^{30}) = V_f/29.95$. A mayor crisis, menor importancia económica representan los proyectos de mediano y largo plazos. La evaluación de la sobreexplotación desde esta perspectiva, constituye un enfoque económico que maximiza la importancia de los eventos que ocurren en los años iniciales de análisis.

La sustentabilidad, debe promover que los recursos naturales tengan el mismo valor en el presente que en el futuro, es decir, la misma importancia y prioridad. Un escenario sustentable debe partir de que el uso racional de los recursos reduce su escasez, la crisis y en consecuencia, tiende a una tasa de interés igual a cero. Es de esta manera que la ecología y la economía convergen en un equilibrio. Esto significa que mientras la economía no sea sustentable, la ecología estará en aprietos. La crisis económica se traduce en problemas ambientales ante la pérdida de importancia del futuro lejano.

Por estas razones, se analizan los costos de la sobreexplotación a precios constantes, pero la evaluación de los proyectos y su financiamiento, necesariamente considera la variación del valor del dinero con el tiempo. Y ante las reflexiones expuestas se concluye que el efecto ambiental de la sobreexplotación representa una prioridad en la propuesta de estrategias sustentables, que preferentemente deben ser más atractivas que la condición actual, pero difícilmente serán más redituables que una política con prioridades exclusivamente económicas y a valor presente.

Al considerar que cualquier política de sobreexplotación tiene vigencia limitada con una inevitable tendencia al equilibrio futuro, se reconoce que la condición de largo plazo inevitablemente es el equilibrio. Por ejemplo, si la sobreexplotación fuera lo más conveniente en la actualidad, dentro de algunos años llegaría el momento en que el equilibrio o inclusive la subexplotación resultarían las opciones atractivas. Para acotar el análisis y su interés práctico el horizonte de planeación del análisis se limita a 30 años y considera tanto los costos del aprovechamiento como los de la escasez y sus impactos, para procurar una política de operación donde se minimicen los costos intangibles y se maximicen los beneficios netos económicos.

De cualquier modo, es la diferencia de beneficios netos del escenario a futuro comparado con el de equilibrio, el que sirve para evaluar el costo de una política de operación.

Los costos de la sobreexplotación se calculan a partir de los mismos conceptos previstos en la definición del costo del agua.

Una interrogante es ¿qué tan conveniente resulta la sobreexplotación con respecto a un escenario de equilibrio?, en este sentido, se realizó un análisis complementario en el que a partir de suponer una extracción equivalente a la recarga a partir de 1971, un nivel estático constante desde entonces y una productividad del agua equivalente a la promedio actual del sector agrícola, se obtuvo un beneficio neto anual del orden de 110 MDP; que al compararse con el beneficio real de la sobreexplotación, mostró que hasta la década de los ochenta la sobreexplotación originaba un mayor beneficio neto; sin embargo posteriormente el abatimiento acumulado incrementó los costos de bombeo hasta reducir los beneficios netos por debajo de los que se habrían obtenido en un escenario de equilibrio, lo que se presenta en el apartado 8. 5.

8. 7. Criterios para evaluar la relación beneficio / costo de escenarios futuros de operación

¿Cuánto cuesta el equilibrio si se parte de un escenario en equilibrio? ¿cuánto más si se parte de un escenario afectado por el agotamiento acumulado? Los sobrecostos de energía se expresan primero en forma unitaria y en segundo término, gráficamente se explican como el costo que actualmente tendría la extracción total en equilibrio, comparada con el costo que tendría si el equilibrio se hubiera respetado desde el principio.

Por medio de la metodología descrita, es posible comparar cuál es el costo de la política histórica de aprovechamiento, al compararla con una condición hipotética de aprovechamiento en equilibrio. Asimismo, es posible evaluar el futuro efecto de continuar con la tendencia actual de agotamiento del acuífero y comparar los beneficios netos de dicho escenario con alternativas de manejo sustentable del acuífero, lo que se muestra en capítulos posteriores.

8. 8. Conclusiones del capítulo para el plan de manejo

A diferencia de otros acuíferos del país y a diferencia de otros acuíferos sobreexplotados del país, el acuífero interestatal presenta cuatro causas contundentes que confirman la inconveniencia de la sobreexplotación:

- 1ª. La profundidad de bombeo que ha causado e incrementa la sobreexplotación, hacen del costo real de la energía supere el valor económico de la producción de cultivos básicos y forrajes que aprovechan más de 150 hm³.
- 2ª. El abatimiento que causa la sobreexplotación, es un fenómeno irreversible. En el horizonte de planeación, ni siquiera una política sustentable podrá recuperar estos niveles. Esto implica que el abatimiento anual es un fenómeno que encarece el agua en el año en curso y en los siguientes (en otros acuíferos del país, las lluvias extraordinarias eventualmente pueden resolver este problema, en este acuífero no).

- 3ª. El agrietamiento por subsidencia en la Ciudad de Aguascalientes, fractura las redes de drenaje y representa una causa actual de contaminación del agua subterránea, fenómeno de gran vulnerabilidad en medios de flujo fracturados, como son dichas fallas. Por el costo que implicaría reparar estos daños a la calidad del agua, resultan prácticamente un daño irreversible y creciente que la sobreexplotación origina.
- 4ª. Los usuarios del agua cuentan con apoyos para el pago de la energía y para incrementar su utilidad en la agricultura; no perciben el costo futuro de la sobreexplotación, tanto por consumo de energía, menor calidad de agua y escasez del recurso; sin embargo estos costos se manifiestan ya por la sobreexplotación acumulada a la fecha, que ha causado afectaciones con un importe económico superior a 3,000 MDP que en la actualidad anualmente implican poco más de 250 MDP.
- 5ª. El uso de aguas tratadas representa un área de oportunidad de gran importancia para un desarrollo sustentable ambiental y económicamente, ya que constituye una alternativa para reducir la sobreexplotación e incrementar la productividad del sector agrícola – principalmente -.

Contenido

9. PLANEACIÓN PARTICIPATIVA.....	252
9. 1. EXPECTATIVAS DEL COTAS EN EL PLAN DE MANEJO	252
9. 1. 1. <i>Resumen de la interacción con los usuarios y el COTAS durante la integración del Plan de Manejo</i> 254	
9. 2. PÁGINA DE INTERNET	258

Figuras

FIGURA 9.1. PÁGINA DEL COTAS EN AGUASCALIENTES	258
FIGURA 9.2. ACERCA DEL COTAS	259
FIGURA 9.3. LOGROS DEL COTAS	259
FIGURA 9.4. VÍNCULOS EN LA PÁGINA DE INTERNET	260
FIGURA 9.5. ATENCIÓN A USUARIOS	260
FIGURA 9.6. MAPA POR USO DEL ACUÍFERO DE AGUASCALIENTES	261

9. PLANEACIÓN PARTICIPATIVA

En el presente capítulo se muestran los resultados de la interacción con los distintos integrantes del COTAS a lo largo de la integración del Plan de Manejo del acuífero. Resulta de interés el proceso total de planeación participativa, con antecedentes en un Proyecto Preliminar del Manejo del Acuífero, propuesto en el seno del COTAS en el año 2002, mismo que se documenta en su totalidad en el **Apéndice 1**.

9. 1. Expectativas del COTAS en el plan de manejo

El COTAS tiene como expectativas del plan de manejo, la propuesta de soluciones claras, de carácter inmediato y en casos excepcionales, de corto plazo, apropiadas para resolver los problemas de los usuarios y del acuífero. No tienen interés actual por acciones de largo plazo al percibir la incapacidad inmediata de actuar.

Pretenden un repertorio de tácticas inmediatas, más que estrategias.

Las inquietudes del COTAS combinan problemas institucionales, prácticos, legales y puntuales y la problemática general del acuífero.

En este sentido, las acciones pueden calificarse por su factibilidad y por su carácter inmediato, así como por su beneficio sobre los usuarios y sobre el acuífero. Es de esperar que los usuarios presenten un interés máximo por aquellas acciones inmediatas, factibles y con recursos, con disposición de los usuarios y con beneficios tangibles e inmediatos.

A priori, se identifican acciones propuestas en los estudios previos de CNA y de INAGUA, mismas que pueden clasificarse y combinarse con nuevas propuestas y evaluarse; sin embargo se observa que en general presentan un sustento teórico, más no concreto. Por esto, es necesario que aquellas acciones que resulten de utilidad práctica inmediata se realicen ya, mientras que aquellas prioritarias restantes inicien su proceso de gestión.

Como expectativas de partida para el Plan de Manejo, destacan:

- Para la totalidad de las acciones propuestas establecer un sistema de seguimiento y evaluación, así como un banco transparente de información, disponible al interior del COTAS.
- Establecer una oficina del COTAS, con empleados al servicio de la institución, que diariamente contribuyan con la coordinación de las actividades.
- Establecer un vínculo directo con las instituciones involucradas y responsables del agua del acuífero, como son CNA y el INAGUA, para

desarrollar actividades sistemáticas como son: aclaración de inconformidades o rezagos en asuntos relativos a la administración del agua (Gerencia de Administración del Agua de CNA, por ejemplo). Designar para ello un vínculo permanente con las instituciones, como CNA e INAGUA.

- Emitir solicitudes de adecuación del marco normativo en el acuífero, para mejoría de la situación del mismo y de sus usuarios (Gerencia Administración del Agua, por ejemplo). En principio se observa interés en revisar la normatividad de apoyo para el sector agropecuario.
- Llevar a cabo la recolección necesaria de información tal como:
 - Piezometría
 - Calidad del agua
 - Extracciones
 - Censo agrícola y evaluación de la productividad (a cargo de SAGARPA, por ejemplo) con prioridad en los principales consumidores y en aquellos involucrados y comprometidos en el banco de derechos de agua.
 - Evaluación de cantidad y calidad del agua residual tratada generada y usada.

Esto, al considerar que el COTAS se integra por un grupo de participantes voluntarios, representativos y sin interés lucrativo, mismos que representan a las autoridades más altas que inciden sobre el acuífero.

- Reorientación de subsidios con intercambio de compromisos. Por ejemplo:
 - A partir del banco de derechos ofrecer apoyos a cambio de derechos que sean de utilidad para estabilizar el acuífero o para asegurar la disponibilidad de agua para uso público.
- Fomentar el reuso de aguas tratadas con una cancelación de derechos o transferencia a favor de los usos prioritarios.

El vínculo entre el COTAS y las instituciones debe significar una responsabilidad garantizada, que evite cualquier tipo de rezago en los programas establecidos.

Gran parte de los pozos agrícolas se encuentran inactivos debido a problemas económicos; y se observa una transferencia de derechos desde la zona Norte hacia el Sur – en la última se concentra la demanda urbana de la Ciudad -.

Es necesario contar con dinero para invertir en los sistemas de riego avanzados y para aprovechar los programas de apoyo.

El sector industrial en muchos casos se ve obligado a extraer agua que no necesita, para conservar sus derechos de acuerdo con la Ley Federal de Derechos, pues de no extraer el volumen total durante tres años, el derecho concesionado se reduce hasta el volumen empleado. Esta situación restringe el crecimiento empresarial y se sugiere revisar el marco normativo para confirmar su solución y evitar la controversial afectación a los usuarios o al acuífero.

Se considera que en lugar de llevar a cabo propuestas complicadas es necesario atacar aspectos prácticos que se dejan de lado.

El Reglamento definitivo debe tener el consentimiento de la mayoría de los usuarios.

Entre las preguntas que surgen en el COTAS, en cuanto al Plan de Manejo, destacan: ¿Cómo contribuirá el plan de manejo en la reducción de las extracciones? y ¿Qué capacidad tienen los usuarios para enfrentar las propuestas del Plan de Manejo?

9. 1. 1. Resumen de la interacción con los usuarios y el COTAS durante la integración del Plan de Manejo

El Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación es una asociación civil de usuarios del agua que trabaja buscando la estabilización del acuífero y lograr una sustentabilidad del entorno.

Desde el año 2002 esta asociación solicitó a la CNA la contratación de una empresa consultora para la elaboración del **Plan de Manejo del Acuífero** con la premisa de que dicha empresa tenía que partir de la situación real en las que se encuentra el acuífero y tomar en cuenta todas las acciones en las que se encuentra participando el COTAS, las necesidades de los usuarios de las aguas subterráneas de la región, en síntesis que el trabajo partiera de bases reales y que sus proyectos fueran aplicables a las condiciones de la región.

En este sentido se estableció una comunicación directa con los usuarios por medio de la instalación de una oficina en Aguascalientes con personal permanentemente radicando en la ciudad, el cual mantiene constante comunicación con las autoridades del COTAS y los usuarios.

Por medio de la Gerencia Estatal y las autoridades del COTAS se realizó la primera reunión de presentación ante los miembros del Grupo Técnico Consultivo del COTAS, la cual se llevo a cabo en las Instalaciones del INAGUA el día 19 de febrero con amplia participación de representantes de los diferentes usos y de las dependencias de los tres niveles de gobierno que participan en el sector.

En esta reunión se presentaron los estudios que se pretenden realizar para la conformación del Plan de Manejo y se hizo una explicación detallada de las actividades contempladas dentro de los Términos de Referencia.

Al término de la presentación por parte de la Empresa se llevó a cabo una sesión de preguntas y respuestas en las cuales los representantes de los usuarios expresaron que: lo que ellos requieren es un plan de acciones y proyectos con metas a corto, mediano y largo plazo, con el que se revierta la grave situación que prevalece en el acuífero.

Por tal motivo se acordó que se iniciará la primera serie de reuniones, en la cual se revisará con cada representante de los usuarios los programas y proyectos que para su uso sean prioritarios y que se deban incluir dentro del Plan de Manejo.

También se acordó tener reuniones con las Organizaciones No Gubernamentales e Instituciones Académicas con la finalidad de tener una visión global de los programas que están en este momento operando y que tienen como finalidad la preservación del agua.

Se tiene considerado la presentación de resultados parciales durante las sesiones mensuales que convoca el COTAS buscando que todos los miembros estén al tanto de las consideraciones que se están tomando en la elaboración del Estudio. En total se tiene considerado la realización de 6 presentaciones durante las reuniones del COTAS.

A partir de la identificación de los aspectos clave del Plan de Manejo, y con base en las expectativas que los involucrados confieren a éste proyecto, la mecánica de trabajo se estableció por medio de series de reuniones de trabajo, para una interacción y exposición de resultados de los avances ante los usuarios.

Se propusieron en principio un total de nueve reuniones, con el fin de profundizar, esclarecer y establecer acciones inmediatas referentes a los siguientes temas:

- Fideicomiso del Acuífero.
- Sistema de Información y Monitoreo.
- Requerimientos del COTAS.
- Proyecto de Reuso
- Banco de Derechos de Agua
- Modernización y Reconversión Hidroagrícola
- Recuperación de Fugas y Reducción de Consumos en Localidades

Para cada caso se propuso la exposición de los aspectos técnicos, recabados en estudios previos y en la información existente en materia; asimismo, se recopiló aquella normatividad con incidencia en la Propuesta de Reglamento Preliminar del Acuífero, que constituye uno de los productos de éste trabajo.

La exposición de los temas se acompaña de propuestas concretas de proyectos o anteproyectos, con la identificación de usuarios ubicados geográficamente. Las fichas técnicas de alternativas de manejo de la oferta y demanda de agua en el acuífero, describen los resultados obtenidos a partir de éstas reuniones y el diseño, las consideraciones y restricciones de los mismos, se derivan del consenso resultante.

Se anexa en el Apéndice 1, un formato de las minutas propuestas para las reuniones en el COTAS, así como una versión preliminar del reglamento del acuífero, recabada en la Gerencia Estatal de Aguascalientes.

Durante la realización del Plan de Manejo se solicitó información a diversas entidades, instituciones y representantes de instituciones, todos relacionados con el COTAS, se asistió a las oficinas estatales de la CNA de Zacatecas y Aguascalientes.

Sin considerar la totalidad de las reuniones de trabajo con los usuarios, el día 30 de abril se llevó a cabo una reunión para mostrar avances del Plan de Manejo ante el COTAS. En esta reunión se mostraron los planteamientos y el enfoque provisto al estudio, con el fin de atender las expectativas del COTAS en torno a éste proyecto.

En general, se destacó la importancia de dar un enfoque práctico al proyecto, así como pragmático, lejos de presentar un estudio más, con ideas que disten de las iniciativas del COTAS.

El día 29 de julio tuvo lugar una reunión de trabajo ante el COTAS, donde se expusieron los resultados del balance de aguas subterráneas, así como del cálculo de las extracciones. A la fecha no existe claridad o consenso en lo relativo a las cifras del balance, en principio se cuestiona la magnitud de las extracciones de los distintos sectores usuarios, principalmente: agrícola, público – urbano e industrial.

A raíz de ello se determinó conveniente preparar una clara explicación de dichas magnitudes, así como la confiabilidad y el margen de error de los cálculos. Para dicho fin, se rectificó la importancia de que CNA revisara los resultados.

Especialmente los usuarios agrícolas propusieron la revisión de las transferencias intersectoriales de derechos registradas en el REPDA, así como los criterios de cálculo de las fugas del uso público – urbano.

Para confrontar esta necesidad, se acudió a las distintas dependencias que disponen de información estadística referente a los patrones de consumo de agua

potable, especialmente a la CCAPAMA. Asimismo, se actualizó la estimación de las extracciones para uso agrícola, con cifras de SAGARPA y mediante la revisión de más de 6 estudios previos que a partir de distintas técnicas directas e indirectas, calcularon la magnitud de las extracciones. A partir de ello se preparó una presentación donde se presentaron los resultados actualizados.

Asimismo se propuso definir la utilidad y conveniencia de analizar una muestra representativa de pozos del acuífero, a partir de aquellos que cuenten con medidor.

Hubo énfasis en la necesidad de un reglamento del acuífero, que reflejara los acuerdos establecidos a lo largo del plan de manejo.

La propuesta preliminar del Reglamento del Acuífero – producto inscrito en el contrato del Plan de Manejo -, consideró como punto de partida los resultados del consenso de 1994 para la integración del reglamento del aprovechamiento de agua subterránea para el Estado de Aguascalientes, con las siguientes consideraciones:

1. Revisión del Reglamento según la nueva LAN y su LFD.
2. Sanción a infractores
3. Responsabilidades dentro del COTAS
4. Zonas de manejo
5. Etapas de implementación del Reglamento
6. Restricciones y condiciones para el uso de agua residual tratada
7. Restricciones y condiciones para la transferencia de derechos a favor del acuífero y entre usuarios.
8. Funciones de la vigilancia y alternativas para hacer cumplir el reglamento.
9. Reglamento de uso eficiente del agua subterránea
10. Revisión de la Ley Estatal de Aguas.
11. Propuesta operativa para: Funcionamiento del fideicomiso y Eficientación en la aplicación de programas de apoyo.
12. Establecimiento de zonas de riesgo para disposición de residuos líquidos y sólidos, que representen una contaminación puntual y/o difusa.
13. Definición de zonas de reserva de agua potable para las localidades urbanas.

Otro aspecto de importancia fue la necesidad de tomar en cuenta proyectos piloto existentes, así como investigaciones en zonas locales, como es la zona de riego de la presa “El Niágara”.

Las consideraciones anteriores se presentan en el Reglamento Preliminar del Acuífero, dentro del Apéndice C del presente documento.

Cabe mencionar que a lo largo del período transcurrido hasta la fecha del 29 de julio, tuvieron lugar diversas reuniones de trabajo, asistidas por el residente de la empresa, con representantes de los distintos sectores usuarios, así como con las

principales dependencias responsables de proyectos hidráulicos en la zona de estudio.

9. 2. Página de Internet

Como una respuesta a las necesidades del COTAS, así como de la recaudación de ideas, comentarios y participación en general, por parte de los usuarios, se diseño una página de Internet con cinco apartados:

- Página principal. Donde se presenta la finalidad de la página del COTAS.



Figura 9.1. Página del COTAS en Aguascalientes

- Acerca del COTAS. Se presentan los motivos diversos que originaron la constitución del COTAS, así como sus atribuciones y funciones de acuerdo con su acta constitutiva.

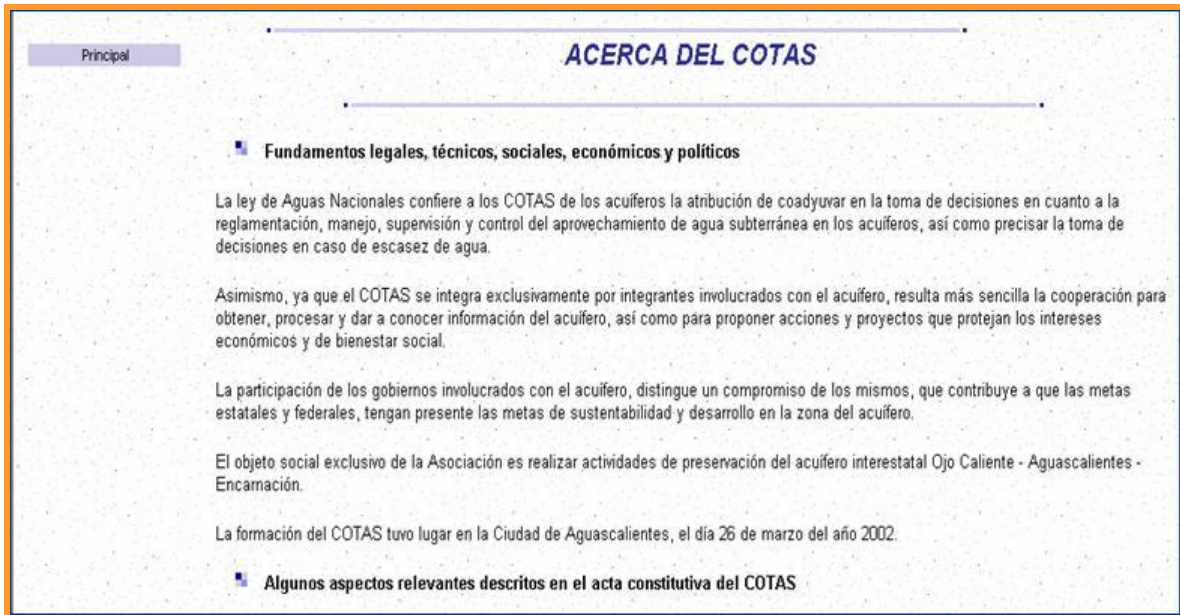


Figura 9.2. Acerca del COTAS

- Logros del COTAS. En ésta página se presentan algunas actividades logradas por el trabajo del COTAS, entre las que destacan aspectos de investigación, experimentación, ejecución de obras y en general, todas aquellas actividades relacionadas con los objetivos de esta institución.

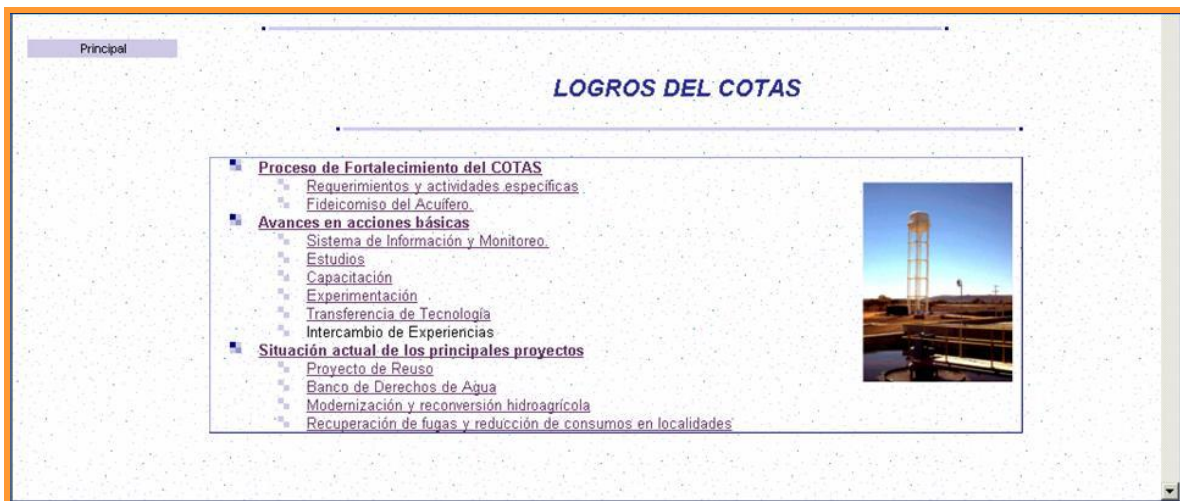


Figura 9.3. Logros del COTAS

Entre algunos propósitos, destaca el dar a conocer el marco legal que rige sobre el acuífero, así como las responsabilidades y avances logrados por los participantes del COTAS.

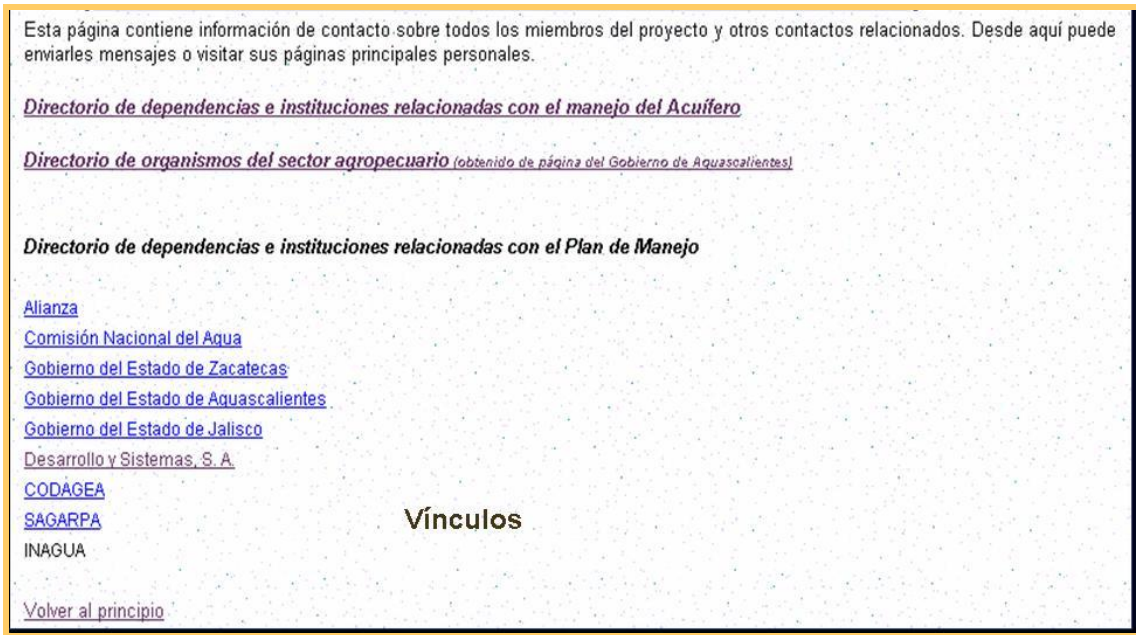


Figura 9.4. Vínculos en la página de internet

- Atención a usuarios. Una de las hojas de la página de internet, cuenta con diversos vínculos a instituciones involucradas con el COTAS, además de exponer preguntas frecuentes y respuestas relativas al acuífero. Además de ello, se incluyen direcciones de correo electrónico, así como direcciones de tránsito y números telefónicos, para contactar a los integrantes de la Gerencia del COTAS.

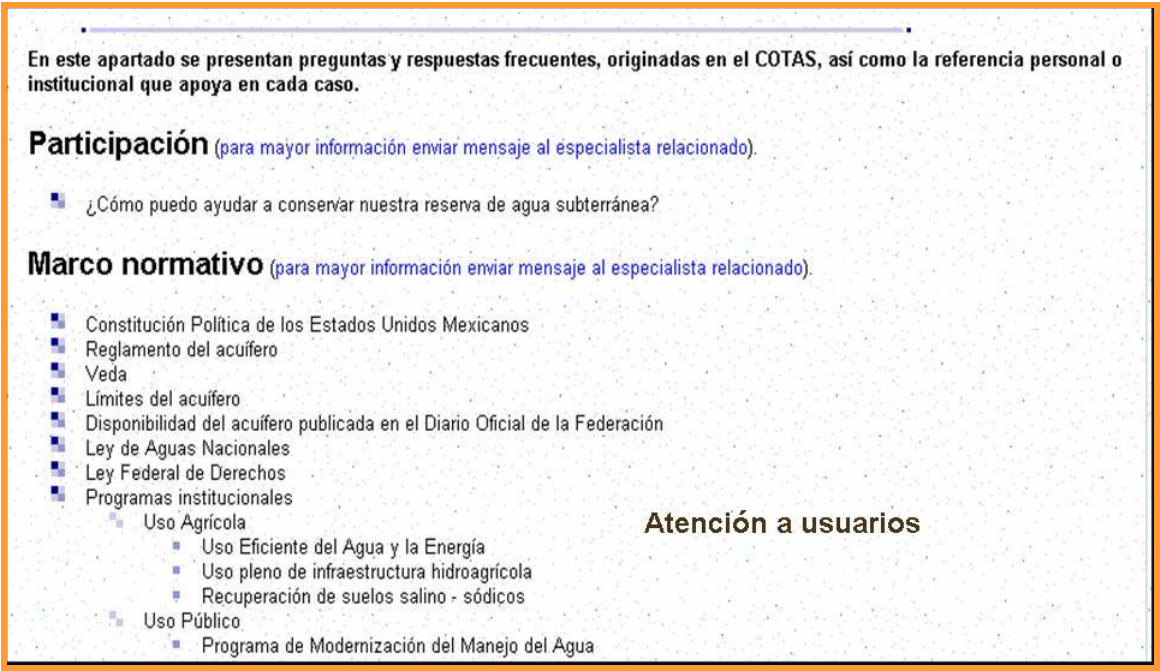


Figura 9.5. Atención a usuarios

- Plan de Manejo. En este apartado se presenta un resumen del Plan de Manejo, con sus distintas definiciones, especificaciones y productos.
- Mapa. La herramienta de consulta del mapa, tiene importantes funciones, dado que permite ubicar cada aprovechamiento registrado en el REPDA, así como información relativa a sus volúmenes concesionados y datos no confidenciales registrados en el REPDA.

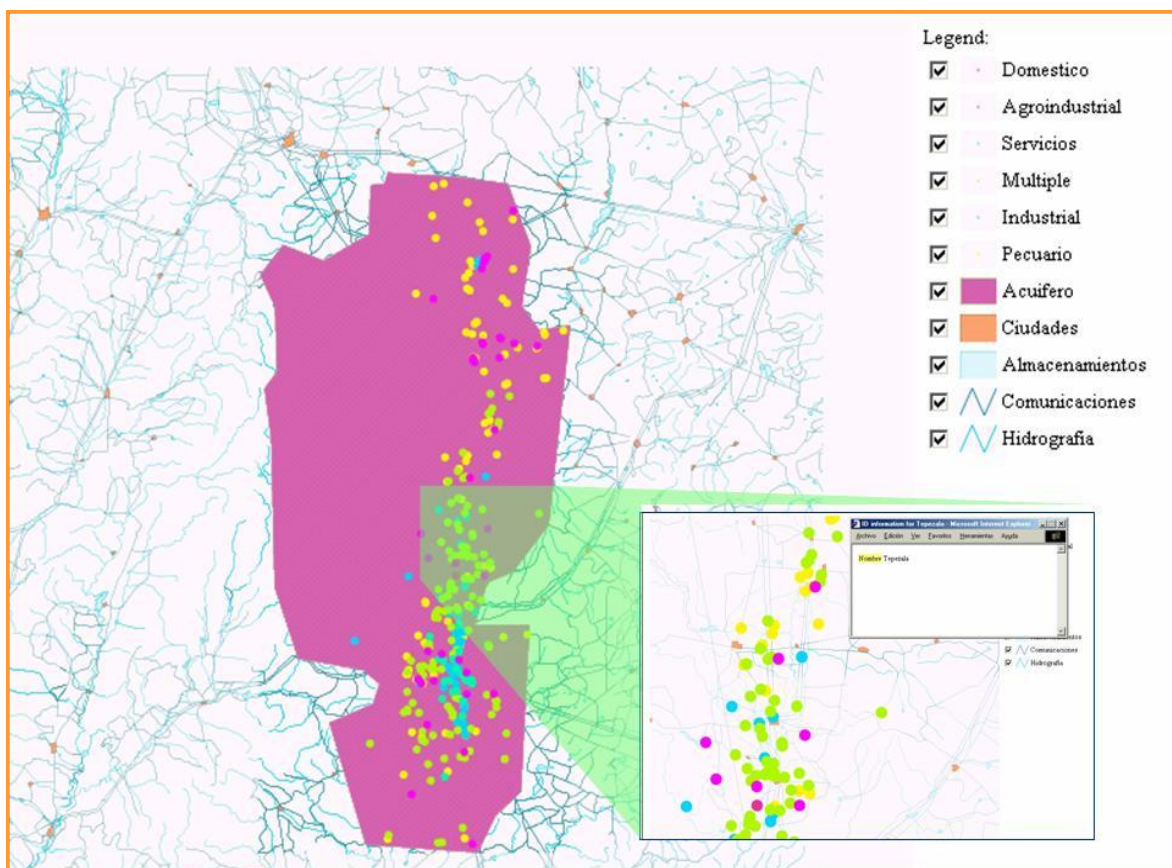


Figura 9.6. Mapa por uso del acuífero de Aguascalientes

- Preguntas

La estructura de la página y su información, fueron concebidos con el propósito de poner a disposición del COTAS y de todos los participantes en torno al acuífero, un instrumento de interacción, información y seguimiento de las acciones, como un medio de comunicación para dar a conocer el avance en el Plan de Manejo. En principio la página fue colocada en el portal <http://www.desisa/ags/index.html>. Esta página se diseñó específicamente para el COTAS.

10.	<i>ESCENARIOS CONCERTADOS CON LOS USUARIOS</i>	262
10. 1.	Integración de escenarios concertados con usuarios	262
10. 2.	Análisis hidráulico	262
10. 3.	Análisis económico	262

10. ESCENARIOS CONCERTADOS CON LOS USUARIOS

10. 1. Integración de escenarios concertados con usuarios

Los elementos para integrar escenarios parten de concertar las alternativas para lograr los objetivos del Plan de Manejo.

Para dicho fin, la interacción con los usuarios tuvo la siguiente mecánica:

- a) Mostrar la relación de acciones sobre la oferta y demanda propuestas en el taller ZOPP en el seno del COTAS.
- b) Poner en la mesa la relación de acciones propuestas en proyectos anteriores para estabilizar al acuífero: OMM, MASAS y Manejo de la Demanda.
- c) Exponer otras acciones identificadas por la empresa, que representan alternativas para resolver la sobreexplotación del acuífero.
- d) Convocar nuevas acciones propuestas por el COTAS, usuarios y dependencias representadas que se consideren adecuadas para la estabilización del acuífero.

Con las acciones previamente identificadas y documentadas, se sugirió la propuesta de distintas alternativas o escenarios de manejo, para evaluar su viabilidad y conveniencia.

Esta tarea es producto de un taller de trabajo con el COTAS, para dicho fin.

10. 2. Análisis hidráulico

El análisis hidráulico es resultado de la modelación matemática de las alternativas de manejo propuestas por los usuarios, dados escenarios meteorológicos integrados en el modelo.

10. 3. Análisis económico

El análisis económico se realizó, una vez estimado el costo de las acciones y su efecto sobre el acuífero.

11. OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA Y DE LA DISPONIBILIDAD 249

11. 1. Proyectos de estabilización para el manejo de la demanda.....	251
11. 1. 1. Uso eficiente del agua en la agricultura	253
11. 1. 2. Banco de derechos de agua a favor del acuífero	257
11. 1. 3. Reuso del agua	260
11. 1. 4. Uso eficiente en zonas urbanas	262
11. 1. 5. Recarga artificial.....	263
11. 2. Proyectos de conservación para el manejo de la disponibilidad.....	263
11. 2. 1. Saneamiento y protección de la calidad del agua subterránea	264
11. 2. 2. Manejo de cuencas	264
11. 3. Acciones básicas	265
11. 3. 1. Acciones de convocatoria y capacitación	265
11. 3. 2. Consolidación del COTAS en torno a proyectos específicos	265
11. 3. 3. Fortalecimiento del COTAS.	267
11. 3. 4. Avanzar en las acciones inmediatas de Estabilización del Acuífero.....	270
11. 3. 5. Estudios y proyectos	270
11. 4. Acciones de apoyo	272
11. 4. 1. Ordenamiento	272
11. 4. 2. Fuentes de financiamiento	279
11. 4. 3. Vigilancia y control	283

Figuras

FIGURA 11.1. PROYECTOS Y LÍNEA DE ACCIÓN	249
FIGURA 11. 2. ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA ESTABILIZACIÓN DEL ACUÍFERO	252
FIGURA 11. 3. REPRESENTACIÓN DEL MARGEN DE IMPACTO DE LOS PROYECTOS SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DEL ACUÍFERO	252
FIGURA 11. 4. PROYECTO DE DIVERSIFICACIÓN, AL NORTE CON TRANSFERENCIA DE DERECHOS, AL OESTE CON INTERCAMBIO DE AGUAS Y DESCONCENTRACIÓN DE POZOS	259
FIGURA 11.5. COMPARACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTENCIAL Y LA QUE USA AGUA TRATADA	261
FIGURA 11. 6. UBICACIÓN PROPUESTA DE ZONA E REUSO AL SUR DE LA CD. DE AGUASCALIENTES	262

Tablas

TABLA 11.1. RESUMEN DE LOS PROYECTOS DE ESTABILIZACIÓN DEL ACUÍFERO	251
TABLA 11.2. RECONVERSIÓN DE CULTIVOS, DEMANDA DE AGUA.....	257
TABLA 11.3. VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL GENERADA EN LA ZONA DEL ACUÍFERO.....	260
TABLA 11.4. SUPERFICIE POTENCIAL AL RIEGO CON AGUA TRATADA 2003 – 2004.....	260
TABLA 11.5. SUPERFICIE REGADA CON AGUA TRATADA 2003 – 2004.....	261

11. OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA Y DE LA DISPONIBILIDAD

Para una propuesta de alternativas de manejo de la demanda y disponibilidad fueron consideradas las acciones propuestas por el COTAS en el taller de planeación llevado a cabo en el año 2002.

Las acciones para manejo de la demanda reducen la sobreexplotación, por lo que contribuyen a proyectos de estabilización, mientras que las acciones para manejo de la disponibilidad, protegen la reserva de agua subterránea en su ámbito de calidad y ambiental, por lo que contribuyen a proyectos de conservación.

Fueron de utilidad los proyectos propuestos en el estudio de “Manejo de la Demanda del Acuífero Interestatal”, llevado a cabo y a término en el año 2001.

Asimismo, dichos proyectos dependen en su mayoría de la previa gestión, convocatoria, diseño, reglamentación y obtención de recursos económicos, lo que se logra a través de acciones que se denominan “básicas” y “de apoyo”. La siguiente figura representa esquemáticamente la contribución de estas acciones a los proyectos clave.

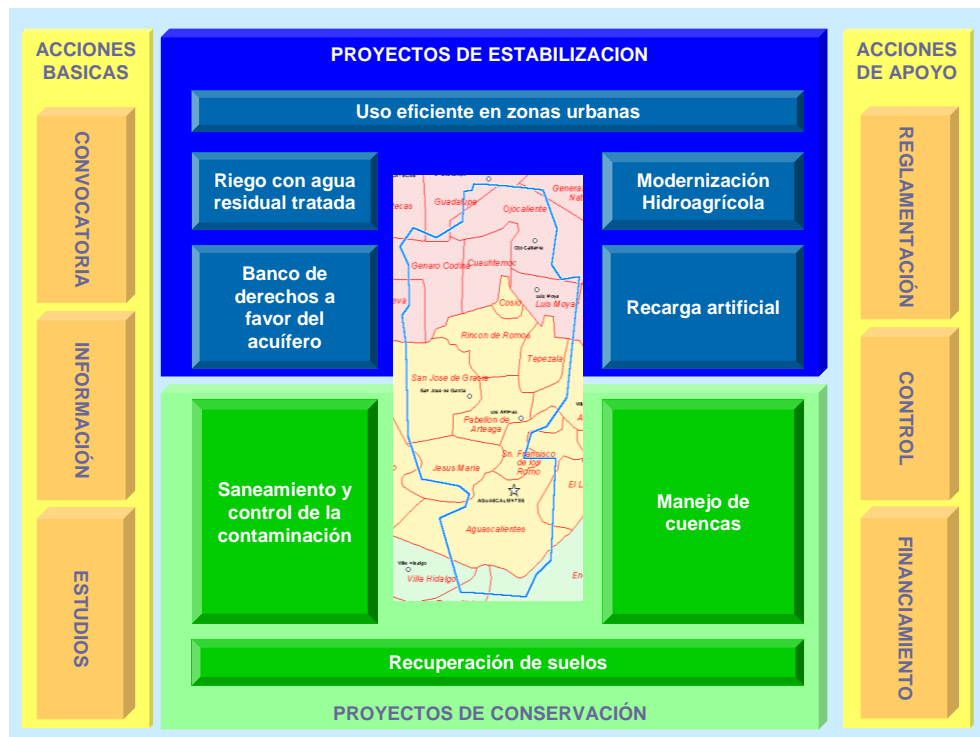


Figura 11.1. Proyectos y línea de acción

El análisis de las acciones propuestas por los usuarios y por el GTC, en el taller ZOPP del año 2002, fueron plasmadas en una matriz de interacciones, donde cada acción se clasifica de acuerdo con el proyecto o línea de acción al que corresponde y a su vez, se clasifica según su etapa de concreción como proyecto.

Un aspecto de gran importancia, es que de acuerdo con la envergadura de los proyectos requeridos para estabilizar el acuífero, es necesario contar con elementos de análisis multidisciplinarios (técnico, económico, legal, social, político y ambiental), para concretar la factibilidad, definir la fuente de financiamiento, concertar la cooperación de los involucrados y confirmar los requerimientos legales. En este sentido, existen distintas etapas de maduración de los proyectos estructurales, como son:

Identificación → Gran Visión → Factibilidad → Diseño Ejecutivo → Evaluación social

Sin considerar el costo económico de estas etapas de maduración de los proyectos (que representan un porcentaje mínimo del costo total del proyecto), existen recursos de importancia para concretar estas etapas: especialistas para diseño y evaluación de los proyectos, inversionistas, interesados en la ejecución y cooperación en las obras y instrumentos de autoridad y ordenamiento, que procuren que los proyectos se realicen en la forma prevista para evitar afectaciones y problemas operativos.

En este sentido, los proyectos estructurales existentes y de gran escala para el acuífero interestatal (que significativamente podrían cumplir en el corto plazo con los objetivos del COTAS), a la fecha se encuentran en su mayoría en un nivel de gran visión o identificación, lo que significa que requerirán de la concreción de sus etapas de maduración posteriores para lograr construirse.

Los proyectos no – estructurales, principalmente relativos al uso ordenado y óptimo de los derechos de agua de distintos orígenes y calidades, igualmente requieren de madurar en sus distintas etapas.

Además de la maduración de los proyectos, es necesaria la concertación, autorización y priorización de los mismos dentro del COTAS.

En los siguientes párrafos se describen las líneas de acción necesarias del Plan de Manejo, así como los proyectos o acciones identificados para el desarrollo y los avances actuales en cada caso. A su vez, este análisis propone un programa de ejecución de las acciones, que de manera realista permite programar las actividades.

La inversión total necesaria prevista por la OMM para los principales proyectos en el Valle de Aguascalientes, asciende a 347 MDP.

Un aspecto de gran importancia es la necesidad de comprender que el Plan de Manejo del Acuífero es resultado de la propuesta de diversas soluciones que en conjunto conllevan al manejo del acuífero a cumplir con los objetivos del desarrollo sustentable y favorable en términos socioeconómicos.

La propuesta de las soluciones dependió de una previa identificación de los problemas básicos, que son problemas sencillos que se conjugan y dificultan el manejo sustentable del acuífero.

11. 1. Proyectos de estabilización para el manejo de la demanda

La mayor parte de los proyectos que cuentan con un mayor avance en su conceptualización, corresponden a acciones sobre la demanda, entre los que desataca el incremento de la eficiencia en los usos y la promoción de usos con una menor demanda de agua.

Al hablar de reducción de la demanda, cabe mencionar que nos referimos a proyectos que reducen la demanda de agua subterránea, de modo que los proyectos de reuso, que aparentemente originan un incremento en la oferta global de agua, únicamente representan una acción sobre la demanda en la medida que reemplacen volúmenes que originalmente se extraían del acuífero.

En contraparte, como proyectos para incremento de la oferta de agua subterránea, se cuenta con propuestas a nivel de identificación, consistentes en el manejo de cuencas, la inducción artificial de lluvias y la recarga artificial del acuífero.

Tabla 11.1. Resumen de los proyectos de estabilización del acuífero

Proyecto	Costo del proyecto MDP	Volumen subterráneo anualmente recuperado hm ³					
		Reducción de pérdidas	Reconversión del uso	Reuso	Transferencia de derechos	Recarga artificial	BN/m ³
Modernización de sistemas de riego a través de uso de acolchados plásticos y cintilla, incluyendo capacitación y dirigido preferentemente al sector social del distrito de riego 01 y reconversión de cultivos.	45	40					
Reconversión de superficies cultivadas de alfalfa por maíz forrajero	34.5		23				
Intercambio de agua residual tratada de las PTAR: Pabellón de Arteaga, San Fco. De los Romo, Jesús María, Norias de Ojocaliente, Parque Industrial del Valle de Aguascalientes.	25			50			
Proyecto ejecutivo, evaluación socioeconómica, técnica y ambiental del proyecto de diversificación de fuentes de abastecimiento.	10			29	60		
Reuso del agua en 3,000 ha con aprovechamiento de 40 hm ³ de aguas residuales.				40			
Recuperación de caudales en las redes de conducción y distribución en la Ciudad de Aguascalientes (Primer Etapa)	75	35					
Apoyo técnico y financiero a productores temporales para la implementación de programas de conservación de agua y suelo para reducir la evapotranspiración.	25	15					
Recarga artificial del acuífero con obras de manejo de cuencas, en áreas de recarga, en embalses y en cauces.						10	

Con base en las líneas de acción, a continuación se describe cuáles son los proyectos identificados para cada línea y en su caso, se incluyen propuestas complementarias para incrementar la versatilidad de las alternativas.

Este capítulo presenta el total de las acciones propuestas, y finalmente presenta las posibles combinaciones para lograr la estabilización.

Al considerar las características excluyentes de algunos de los proyectos citados, el área de oportunidad propuesta para reducir la sobreexplotación, queda clasificada de la siguiente manera (suma = 240 hm³):

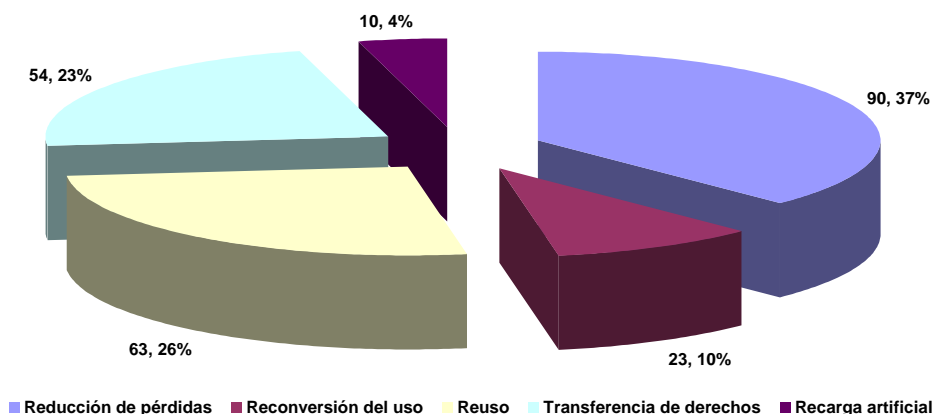


Figura 11. 2. Áreas de oportunidad para estabilización del acuífero

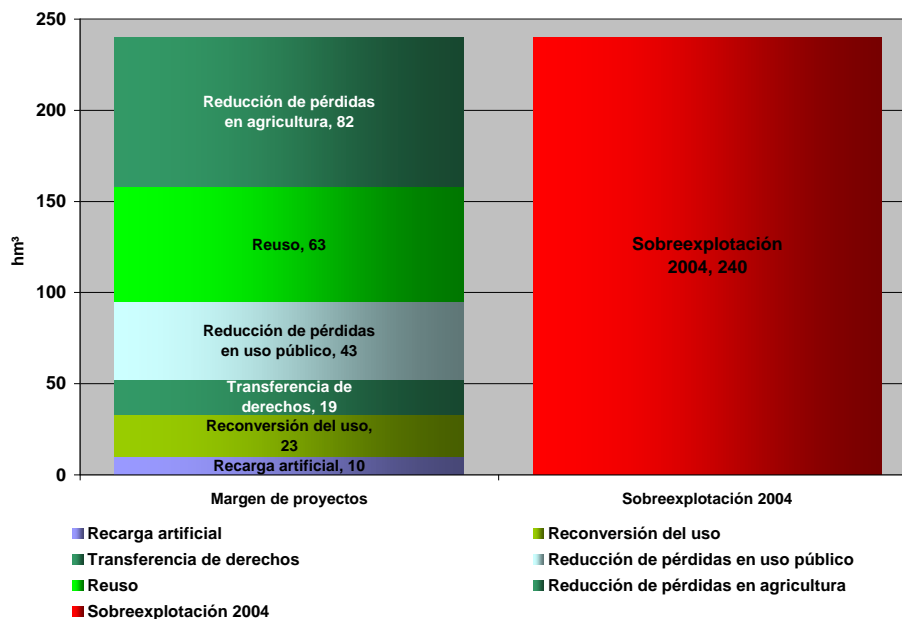


Figura 11. 3. Representación del margen de impacto de los proyectos sobre la estabilización del acuífero

Hay un aspecto que destaca en el margen de acción de los proyectos de estabilización: el hecho de que la mayor parte de las acciones dependen de la participación del sector agrícola en:

- Reducción de pérdidas
- Reconversión de cultivos
- Reuso
- Transferencia de derechos

La recuperación de fugas en redes de agua potable representa cuando mucho un 20% de la solución necesaria. Los beneficios de los proyectos de recarga artificial y manejo de cuencas, son difíciles de estimar, por su carácter no convencional, pero se estiman en menos del 5%.

11. 1. 1. Uso eficiente del agua en la agricultura

El 73% del volumen extraído se destina al sector agropecuario, que sólo genera el 5% del PIB y cuya productividad por m³ de agua en promedio es aprox. de \$1.00. y eso porque se incluyen las hortalizas que son la que mayor valor tienen aunque su superficie es a penas del 2%.

Al considerar una eficiencia global del orden del 53% en el uso agrícola y dado un objetivo del 85% (ante un patrón diverso de cultivos y tecnificación de los sistemas de riego), existe un margen de oportunidad de ahorro ante eficientación del 40%, lo que implica que al considerar una demanda actual de 714hm³, a 427 hm³.

La superficie considerada como base que se siembra en el acuífero es de 36,474 has en promedio, la cual tiene una superficie ya tecnificada del 40% aprox. existe una potencial a ser tecnificada de 19,344 has con un actual patrón de cultivos, pero también se pretende reducir la superficie en 10,000 has, por lo que la superficie propuesta a ser tecnificada es de 13 mil has mas 17 mil que ya están resulta un total de 30,000 has.

La superficie que ya esta tecnificada tiene la siguiente distribución; los forrajes se encuentran con aspersión en un 58%, es decir 9,850 has, 22% con gravedad equivalentes a 3,855 has, y 13% goteo 2,140 has y microaspersión 8% 1,285 has.

Ver Figura 3.5 de Distribución de los sistemas de riego y Tabla 3.7 de la Superficie tecnificada por sistemas de riego.

Dado que el sector agrícola representa la mayor proporción de demanda de agua subterránea, también implica el mayor área de oportunidad para la propuesta de soluciones para reducir las extracciones de agua subterránea.

En estricto rigor, de no mediar el subsidio a la tarifa eléctrica el sector agropecuario no podría sostenerse.

La mayor parte del problema radica en el sector agropecuario, donde el consumo del agua y la energía entraña una creciente pérdida social, que adquiere expresión

concreta en la amenaza de cancelación del desarrollo de los sectores industrial y de servicios.

En consecuencia, el abatimiento del minado en el Acuífero del Valle de Aguascalientes y el avance hacia el uso sustentable y rentable del agua, dependen de manera fundamental de la realización de acciones correctivas en el sector agropecuario.

Si la meta inmediata de reducción de la sobre explotación se estableciera en unos 100 hm³, que corresponde a la mitad de índice de minado, la producción agrícola sólo dispondría anualmente de 200 hm³, por ello es urgente dar comienzo a las líneas de acción propuestas a continuación:

Líneas de acción en el sector hidroagrícola.

- Reducción global de extracciones en una magnitud del orden de 130 hm³ - sobreexplotación tributaria del sector.
 - Reducción de láminas brutas.
 - Reconversión del patrón de cultivos. Con este proyecto, además de reducir las láminas brutas se debe promover el incremento de la productividad del agua para evitar la pérdida social por consumo del agua y la energía.
 - Programa de cambio de cultivos menos rentables a menor superficie.
 - Reconversión de cultivos, de los que demandan mayor cantidad de agua y son poco rentables a otros con demanda en el mercado nacional o internacional.
 - Modernización de la infraestructura hidroagrícola. Incluir en la superficie que ya esta tecnificada, programas para un mejor uso de los paquetes tecnológicos, los cuales incluyen el acolchados, semilla mejorada, fertilizante orgánico, prevención y control de plagas y enfermedades, uso de mallas sombra, tipo invernaderos, sistemas de riego, entre otros.
 - Tecnificación. Promoción de riego por goteo en la mayor parte de la superficie y de los cultivos.
 - Reducción de superficies regadas. Al incrementar la eficiencia en el uso del agua, también incrementara la producción mínimo en un 20%, lo cual representa mayores oportunidades para mejorar el valor de la producción, lo cual tiende a que en una menor superficie se obtengan mas beneficios económicos, por lo que la frontera no debe extenderse sino ser mas eficiente y aprovechar el agua. Esta

actividad esta relacionada con otras del reglamento y de la organización de los usuarios.

Reducción global de extracciones en una magnitud del orden de 130 hm³ - sobreexplotación tributaria del sector.

La reducción de 100 hm³ de la extracción de agua subterránea para usos agropecuarios requeriría de diversas acciones y la condición fundamental de que se instrumenten de manera integral:

1. Reducción de la superficie regada.

Considerando la desfavorable situación del sector como destino de inversión y financiamiento e igualmente el nivel actual de la tecnología y las condiciones de los mercados; en el mediano plazo no cabe la posibilidad de establecer un patrón de cultivos que permita reducir un tercio del agua que se utiliza y mantener la superficie que se riega actualmente. Técnicamente es posible reducir un tercio de la superficie regada (10 mil has); debido al incremento de la productividad del agua.

Las áreas que se tendrían que reducir son las de menor calidad, las que extraen al agua con mayor consumo de energía y donde los niveles de abatimiento del acuífero sean también mayores.

2. Reducción de láminas brutas.

Reconversión y tecnificación.- Lo ideal es que la tecnificación en el Valle de Aguascalientes sólo se practicara la de goteo, en invernaderos, o bajo malla sombra y con acolchados, aunque por la baja rentabilidad de muchos de ellos y por falta de apoyos no es posible, sin embargo, se puede avanzar en este aspecto mediante esquemas de asociación entre los productores, e ir avanzando con la tecnificación en aspersión, microaspersión y goteo.¹

Riego por goteo.- La generalización de esta técnica puede asegurar un reducción del orden del 40% del agua utilizada, lo que tiene un impacto similar en el ahorro de energía. La explicación de porque no se ha generalizado su uso radica básicamente en la carencia de

¹ Por ejemplo, originalmente 10 ha producían 40 T de chile, mientras que en la actualidad, con 1 ha de invernadero se obtienen 400 T de Chile.

En Aguascalientes los apoyos al sector agrícola provienen principalmente de CODAGEA, mientras que se sugiere que sea INAGUA el instrumento para distribuirlos, dado que conoce mejor la situación en cuanto al manejo del agua y puede promover el uso eficiente de la misma.

También se ve la necesidad de capacitar a los agricultores en el uso de nuevas tecnologías, y realmente desincentivar la ineficiencia de aquellos usuarios indiferentes a la modernización.

excedentes para reinversión, cuestión que limita el aprovechamiento de los subsidios de la SAGARPA y del Gobierno del Estado comprendidos en el programa de fertirrigación, que alcanzan hasta el 50% del costo de la inversión.

En el capítulo 2 en el apartado de Programas hidroagrícolas, se incluye el impacto de los mismos, los cuales se retoman en la propuesta de tecnificación de la superficie de casi 13 mil has en el 11.4.2. de fuentes de financiamiento.

- **Reconversión del patrón de cultivos.-** Es importante la reducción de la superficie de forrajes y granos y sustituirlas por hortalizas. El esfuerzo de reconversión deber concentrarse en la reducción de la superficie de alfalfa, que resulta la mayor contradicción que pueda darse en un acuífero con graves índices de minado.
- **Ubicación de la superficie a reducir.-** Desde el ángulo del interés principal de armonizar la sustentabilidad y la rentabilidad del recurso, la superficie a reducir se ubicaría en el área de mayor abatimiento del nivel del agua. Como una acción básica, ante la evidencia de extracciones del orden del 60% por encima de la suma concesionada en el REPDA, es imperativo **ajustar el volumen concesionado de acuerdo a la disponibilidad del acuífero.**

Asimismo se considera que el uso eficiente del agua al incrementar la productividad, reduce la superficie agrícola, lo que debe analizarse cuidadosamente, ante el precepto de que el uso eficiente del agua constituye un riesgo en cuanto al incremento de superficie agrícola.

Proyectos específicos

1. **Modernización de sistemas de riego a través de uso de acolchados, plásticos y cintilla, incluyendo la capacitación y dirigido preferentemente al sector social del Distrito de Riego 01 y reconversión de cultivos.**
2. Costo estimado: 255 MDP²

Reconversión de superficies cultivadas de alfalfa por maíz forrajero (3)

Costo estimado: 50 MDP (Ya incluidos en el costo de la modernización y reconversión de 255 MDP.

² Fuente de información: OMM

3,000 hectáreas de alfalfa a maíz forrajero, ahorro del 22% de la demanda de agua y de energía.

Una de las opciones para tecnificar con aspersión el maíz en comparación, con la alfalfa es la lámina, la cual al año es 22% menor. Considerando su ciclo de 5 meses, se puede sembrar 2 veces al año, resultando una lámina de 1.4.

El ciclo del Maíz dura 5 meses, por lo que se puede sembrar 2 veces al año, a continuación la demanda de agua:

Tabla 11.2. Reconversión de cultivos, demanda de agua

Cultivo y sistema de riego	Lámina bruta (m)	Lámina bruta al año (m)	Porcentaje menos en comparación con la alfalfa
Alfalfa por gravedad	1.76	1.76	
Alfalfa por aspersión	1.51	1.51	
Alfalfa por microaspersión o goteo	1.37	1.37	22 %
Maíz por gravedad	.78	1.6	11 %
Maíz por aspersión	.69	1.4	9 %

Si se compara la demanda de agua de alfalfa por gravedad a maíz por aspersión es del 22%, igual que en el caso de alfalfa por gravedad a alfalfa por microaspersión o goteo.

Se propone la tecnificación de la superficie de alfalfa por microaspersión, intensificando la producción en una menor superficie, de manera que sea más rápida la recuperación de la inversión del sistema de riego y con uso más eficiente del agua.

11. 1. 2. Banco de derechos de agua a favor del acuífero

Si los últimos cincuenta años se han dedicado a mejorar la productividad de la tierra, los próximos cincuenta se dedicarán a aumentar la productividad del agua. El programa de modernización de la agricultura tiene que intercambiar apoyos (subsidios) por derechos de agua. – Banco de derechos de agua a favor del acuífero -

Ante las condiciones actuales, se considera que un banco de derechos de agua no es viable, se requerirá un mayor tiempo y evitar problemas políticos.

Las etapas del banco de derechos se describen a continuación:

Banco de derechos de agua

- *Banco de derechos a favor del acuífero.*
 - Transferencia DEFINITIVA de derechos a favor del acuífero como medida para estabilizar el acuífero de acuerdo con la recarga promedio.
 - Venta de derechos de agua subterránea entre usuarios, una vez resuelto el problema hidrológico de disponibilidad.
 - *Transferencia de derechos desde el sector agrícola hacia el público urbano.* El PROMAGUA o la CNA deben trabajar mano a mano con el área hidroagrícola para negociar las transferencias de agua del uso agrícola al urbano con obras que por su magnitud sean interesantes para políticos y empresarios, dejen beneficios a los agricultores y puedan ser pagadas por la sociedad. Se trata de detonar un programa ambicioso de inversión en manejo inteligente del agua, con tecnología de primer mundo en los dos sectores: urbano y rural.

Se sugiere que las tarifas del agua y de la energía deberían incentivar la eficiencia.

Entre las acciones de concreción del banco de derechos, propuestas con carácter terminal, destacan:

- Establecer un sistema financiero que permita la adquisición de derechos de agua en beneficio del acuífero
- Facturación, cobranza y penalizaciones relativas a cobro del agua

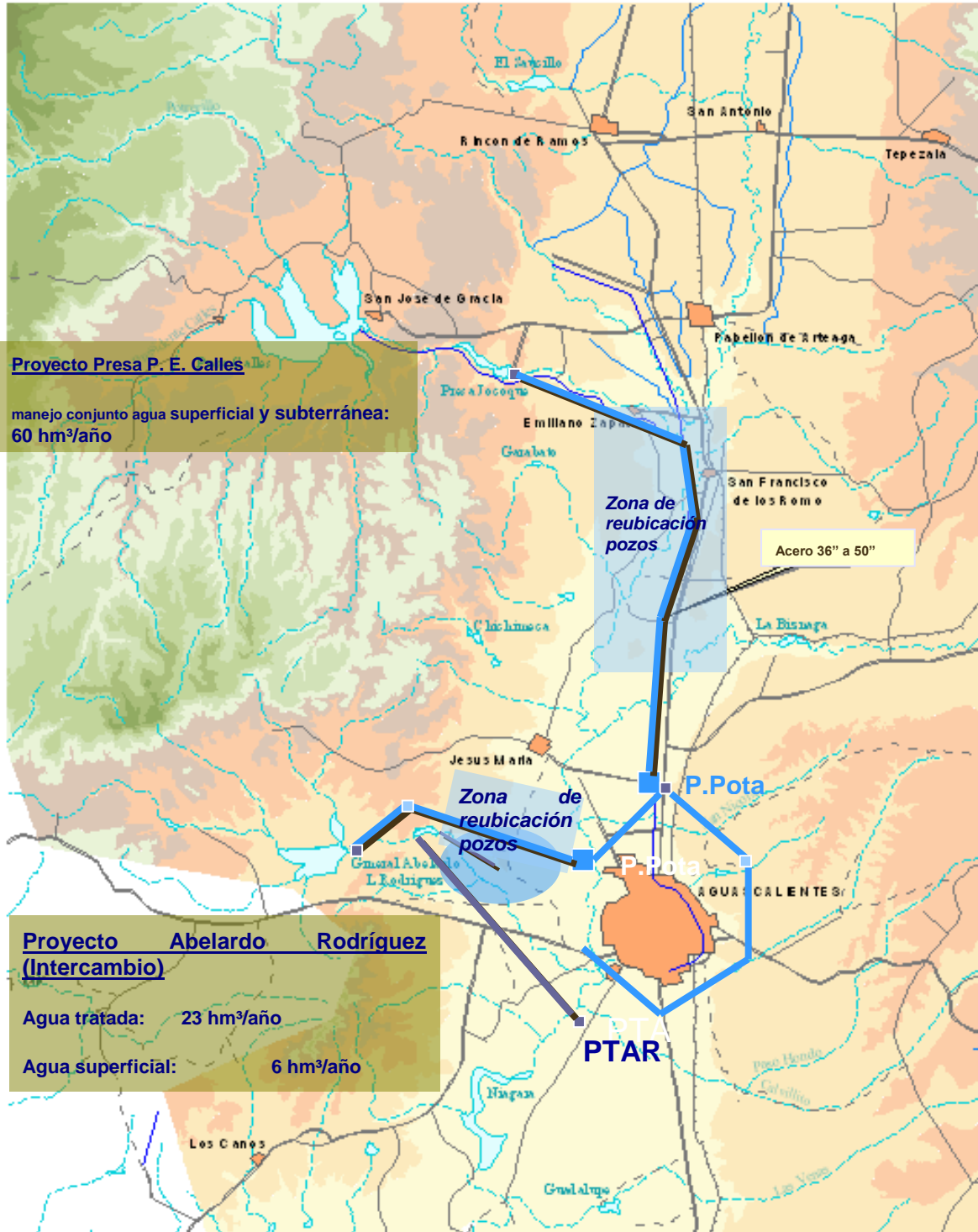


Figura 11. 4. Proyecto de diversificación, al norte con transferencia de derechos, al oeste con intercambio de aguas y desconcentración de pozos

Proyectos específicos

Proyecto ejecutivo, evaluación socioeconómica, técnica y ambiental del proyecto de diversificación de fuentes de abastecimiento para la Cd. de Aguascalientes

Monto estimado: 10 MDP.

Sistema de Agua Potable Presa Abelardo Rodríguez - Blvd Siglo XXI, ciudad de Aguascalientes

Sistema de Agua Potable Presa Derivadora "El Jocoqui" - Blvd Pintores Mexicanos, ciudad de Aguascalientes

11. 1. 3. Reuso del agua

En el futuro, para satisfacer la demanda el agua será reciclada constantemente. La demanda actual potencial en la agricultura, principal uso que demanda agua, es la siguiente:

Tabla 11.3. Volumen de agua residual generada en la zona del acuífero

AGUA RESIDUAL	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Volumen de aguas negras no tratadas	25,946,734	26,920,089	27,893,444	28,866,799	29,840,154	30,813,509	31,786,864	32,760,219
Volumen de aguas negras al restar la descarga al final de la cuenca y pérdidas por fugas y evaporación del 5%	24,649,397	25,574,084	26,498,772	27,423,459	28,348,146	29,272,834	30,197,521	31,122,208

AGUA RESIDUAL	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Volumen de aguas negras no tratadas	33,733,574	34,706,929	32,642,420	36,470,077	40,261,884	41,719,818	14,868,757
Volumen de aguas negras al restar la descarga al final de la cuenca y pérdidas por fugas y evaporación del 5%	32,046,896	32,971,583	31,010,299	34,646,573	38,248,790	39,633,828	14,125,319

AGUA RESIDUAL	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Volumen de aguas negras no tratadas	13,257,087	10,756,294	7,702,716	2,570,902	2,340,026	5,014,498	5,138,946	5,265,554
Volumen de aguas negras al restar la descarga al final de la cuenca y pérdidas por fugas y evaporación del 5%	12,594,233	10,218,479	7,317,580	2,442,357	2,223,025	4,763,773	4,881,999	5,002,276

Tabla 11.4. Superficie potencial al riego con agua tratada 2003 – 2004

Cultivo	Superficie potencial al riego de AT (ha)	Sup. potencial al riego de AT respecto al total (%)	Demanda de agua potencial (hm ³)	Porcentaje de demanda potencial de AT (%)
Maíz grano	53,796	70.46	417,994,920	59.51
Alfalfa verde	7,991	10.47	165,845,214	23.61
Avena forrajera	3,915	5.13	26,418,420	3.76
Total	65,702	86.05	610,258,554	86.89

Tabla 11.5. Superficie regada con agua tratada 2003 – 2004

Cultivo	Superficie regada con AT (ha)	Porcentaje de superficie regada con AT (%)	Demanda de agua potencial (hm ³)	Porcentaje de demanda potencial de AT (%)
Maíz grano	1,506	2.29	11,701,620	1.67
Alfalfa verde	532	0.81	11,041,128	1.57
Avena forrajera	583	0.89	3,934,084	0.56
Total	2,621	3.99	26,676,832	3.80

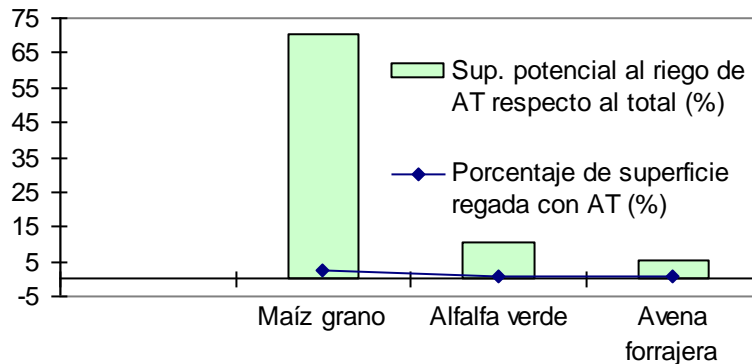


Figura 11.5. Comparación de la demanda de agua potencial y la que usa agua tratada

Es posible disminuir la demanda y cubrir más superficie en un 33% si se tecnifica con aspersión, los granos (maíz) y con goteo los forrajes (Alfalfa y avena).

Proyectos específicos

Intercambio de agua residual tratada de las PTAR: Pabellón de Arteaga, San Frco. de los Romo, Jesús María, Norias de Ojocaliente, Parque Industrial del Valle de Aguascalientes.

Costo estimado: 25 MDP.

Distrito de riego con agua tratada al sur del Estado

Volumen a reusar 40 hm³, regar 3,000 ha, promover la siembra de forrajes con agua tratada (alfalfa), desincentivar el uso de agua de primer uso para el riego de alfalfa (liberar volúmenes de agua subterránea).

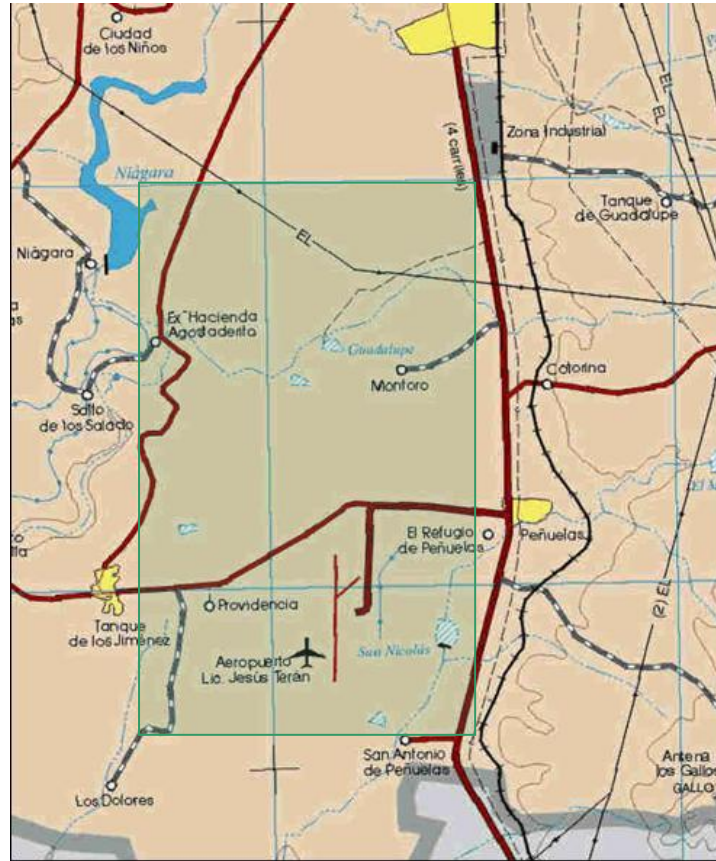


Figura 11. 6. Ubicación propuesta de zona e reuso al Sur de la Cd. de Aguascalientes

11. 1. 4. Uso eficiente en zonas urbanas

Ante un porcentaje de fugas estimado en 50% para las redes de agua potable, la rehabilitación, modernización y sectorización de los sistemas de distribución, permitiría evitar pérdidas del orden de **43 hm³**.

- Ejecutar el programa de rehabilitación y mantenimiento.
- Programa de modernización del sistema de agua potable de la Ciudad de Aguascalientes.
- Desarrollar un programa operativo para la instalación de dispositivos ahorradores de agua.
- Automatización, sectorización y reparación de redes.

Proyectos específicos, considerados por la OMM

Recuperación de caudales en las redes de conducción y distribución en la Ciudad de Aguascalientes (primera etapa).

Costo estimado (75 MDP).

11. 1. 5. Recarga artificial

Este tipo de acciones se consideran de carácter no convencional y requieren de serios y completos estudios para validar su viabilidad, conveniencia y las condiciones en que conviene realizarlos.

Puede ser de gran importancia el papel de las fallas geológicas y las fracturas para agilizar la recarga del acuífero.

- **Recarga artificial.**
 - **Infiltración de escurrimientos extraordinarios no comprometidos.** En cuanto a escurrimientos extraordinarios, la totalidad del efluente aguas debajo de la cuenca superficial del área de captación del acuífero interestatal, se encuentra comprometido el estado de Jalisco, lo que descarta la viabilidad de esta opción.
 - **Infiltración de aguas pluviales en zonas urbanas.** Al considerar que la intensidad de precipitación en las zonas de valle es un 30% menor al promedio de la cuenca, y ante la presencia de diversas fuentes potenciales de contaminación en zonas urbanas, la propuesta de proyectos de infiltración de aguas pluviales debe ser cuidadosa. Dado que la superficie total de las zonas urbanas representa menos del 1% de la superficie de la cuenca hidrológica, la infiltración pluvial en dichos centros ofrece en el mejor de los casos una recuperación menor al 1% del escurrimiento sobre las mismas.
 - **Infiltración de aguas residuales tratadas no comprometidas.** Esta opción compete contra el intercambio de aguas tratadas que reducirá la extracción para fines agrícolas e industriales.

11. 2. Proyectos de conservación para el manejo de la disponibilidad

Se consideró relevante el cuidado de la calidad del agua, específicamente en la zona del río San Pedro, que actualmente es un foco de contaminación. – conservación -

- **Fuentes externas.** De acuerdo a la información sobre disponibilidad de agua subterránea y superficial, se identificará y propondrá la importación de fuentes externas de agua superficial o subterránea, únicamente en el caso extremo donde este sea el último recurso para continuar abasteciendo la demanda y al mismo tiempo para estabilizar al acuífero; sin embargo es muy importante analizar la factibilidad técnica y económica para importar agua de fuentes externas, considerando como objetivo principal estabilizar al acuífero, sin ocasionar daños a terceros.

Específicamente se identifican las siguientes acciones:

- Aplicación de la tecnología dependiendo de la factibilidad (Diseño, metodología, adquisición e instalación del equipo).
- Rehabilitación y desazolve de presas y bordos con fines de retención, con la tecnología y los métodos adecuados.
- Construcción obras para infiltración de escurrimientos extraordinarios en zonas no urbanas.
- Construcción de obras para infiltrar aguas pluviales en zonas urbanas.
- Infiltración de aguas pluviales en casas-habitación.

11. 2. 1. Saneamiento y protección de la calidad del agua subterránea

Construir las redes de alcantarillado requeridas

Hacer valer un nuevo reglamento para regular la disposición de residuos contaminantes.

11. 2. 2. Manejo de cuencas

Recuperación de zonas de recarga. La integración del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico, junto con la ubicación de las zonas preferenciales de recarga, determinará acciones para proteger las zonas favorables para propiciar la infiltración al acuífero. Esta representa una acción propia del manejo de cuencas.

1. Programa de recuperación de suelos y capacitación en manejo y conservación a usuarios
2. Rehabilitación de los daños por la tala inmoderada.
3. Promoción de técnicas de cultivo que no degraden al suelo y al ambiente, como el uso de fertilizantes, insecticidas, etc. –básica -

Proyectos específicos

Apoyo técnico y financiero a productores temporaleros para la implementación de programas de conservación de agua y suelo para reducir la evapotranspiración (4)³

Costo estimado: 25 MDP.

³ El número constituye el orden de prioridad de acuerdo con la OMM.

11. 3. Acciones básicas

11. 3. 1. Acciones de convocatoria y capacitación

- Implementar un programa integrado único de cultura del agua para educación básica, preparatoria, normal, universidad, tecnológica.
- Implementar un programa integrado único de cultura del agua para instituciones y dependencias gubernamentales, sectores industria y agropecuario, y ONG,S.
- Programa de capacitación a maestros, educadores ambientales e instructores en la cultura del agua
- Conformar un equipo de profesionales que diseñen, adapten, operen, supervisen y asesoren los diferentes programas
- Fortalecimiento de las ONG'S.
- Consolidación del Movimiento Ciudadano por el agua
- Establecer un programa intensivo de difusión masiva
- Implementar un programa integrado único de participación activa en actividades de cultura del agua
- Definir temas y Contenidos
- Formar instructores
- Implementación del programa de capacitación y asistencia técnica diseñados para los distintos sectores
- Promover la vocación de actividades productivas con menor dependencia del acuífero

PROYECTOS ESPECÍFICOS PROPUESTOS POR OMM

Programa de promoción de cultura del agua (10)

Costo estimado: 5 MDP

11. 3. 2. Consolidación del COTAS en torno a proyectos específicos

- Crear un organismo de inspección y vigilancia
- Elaborar un programa de difusión del marco normativo.

- Acuerdo concertado con usuarios para reducción gradual de volúmenes concesionados
- Promover acciones de ahorro de agua en la industria
- Promover la planeación y el ordenamiento en las redes de agua potable en las localidades semirurales
- Promover la optimización de los sistemas de riego
- Promover el apoyo de instituciones de crédito (nacional o internacional) para la mejora y conservación de los sistemas de riego.
- Programar los cursos de capacitación en sistemas de riego para la formación de técnicos asistentes de campo
- Organizar reuniones con los agricultores sobre el uso de sistemas de riego
- Sensibilizar a los productores sobre la necesidad de los sistemas de riego.
- Consensuar criterios para establecer las transferencias de derechos a favor del acuífero
- Consensuar criterios para establecer las transferencias de derechos entre usuarios
- Integración de grupo de valuación de la productividad del agua por parcela - resultado del Censo Agrícola -
- Informar a usuarios agrícolas sobre el beneficio del reuso
- Establecer coordinación con las cámaras (CANACINTRA, CANACO) y organizaciones de agricultores para la utilización de aguas tratadas.
- Impulsar programas de retorno de aguas tratadas para actividades apropiadas
- Promover la protección del acuífero contra fuentes de contaminación puntual y difusa
- Promover la construcción de redes de drenaje y Plantas de Tratamiento
- Establecer un programa de reforestación con especies nativas y mantenimiento
- Identificar áreas de recarga natural y artificial y diseñar metodología para su instrumentación

- Preservar áreas de recarga
- Definir e implementar estrategias que permitan proteger las áreas de infiltración en zonas urbanas
- Definir e implementar opciones para establecer acciones de reforestación en los perímetros de parcelas agrícolas

11. 3. 2. 1. Los problemas de representatividad de las organizaciones de usuarios

La LAN no prevé criterios específicos para la representación de los usuarios en sus organizaciones. Por lo mismo, han sido las propias organizaciones – COTAS y Consejos de Cuenca – las que han definido internamente criterios y procedimientos de elección, plazos de renovación de autoridades, etc. Por lo general se busca que cada uso tenga un representante. Con este criterio resulta que el uso público urbano adquiere el mismo peso que los otros usos, perdiéndose la salvaguarda del interés público y el bienestar de toda la población, usuaria de los sistemas municipales.

Hay, entonces, un desequilibrio en la participación y representación de la sociedad en las organizaciones de usuarios. Este se acentúa cuando, adicionalmente, se atribuye un peso relativo al volumen de derechos de agua que representa cada grupo usuario. Puede resultar que el grupo menos interesado en estabilizar el acuífero sea el de mayor peso en la toma de decisiones. La autoridad espera que todos los usuarios acuerden reducir las extracciones, salvaguardando los volúmenes necesarios para el abastecimiento de agua potable. ¿A cambio de qué? – Los usuarios nunca van en contra de sus intereses.

Hay un error de interpretación en el concepto de “consenso con los usuarios”, la indefinición de criterios sustantivos en torno a la representación de la sociedad en el seno del COTAS, vulnera el espíritu constitucional que define al agua como un bien público. Los usuarios no son dueños del agua, sólo tienen derechos para su uso responsable. Sin embargo, con los vacíos en la Ley y su reglamentación, la autoridad ha permitido que los usuarios y sus organizaciones actúen como si lo fueran.

Si no se logra la participación de la sociedad en el proceso, como un contrapeso efectivo, la autoridad carece de respaldo y el programa de estabilización está condenado al estancamiento.

11. 3. 3. Fortalecimiento del COTAS.

El enfoque necesario es para liberar el flujo financiero requerido para concretar y desenvolver la fase operativa.

De este modo, se propone que el COTAS verifique las condiciones de inversión de los programas de apoyo para tecnificación, además de fungir como asesor

tecnológico o de avances. Se considera también necesaria la reorientación de subsidios a través del COTAS. Quizás también será prudente la propuesta de cambios a la normatividad, en los casos que se justifique.

Expectativas acerca del COTAS

USUARIOS: Que realice la administración operativa del acuífero, y funcione como órgano de promoción, asesoría y gestión de recursos.

LAS INSTITUCIONES DE GOBIERNO: Que tenga la capacidad de orientar la aplicación eficiente de recursos y dar seguimiento a los programas.

LA SOCIEDAD: Que contribuya a asegurar el manejo sostenible de su única fuente de abastecimiento.

De acuerdo con la cartera de proyectos, la información de apoyo requerida se relaciona con las siguientes acciones programadas:

- Recopilación de marco legal existente
- Realizar un inventario del estado actual de la infraestructura hidráulica
- Concluir regularización y actualizar y depurar el REPDA
- Establecer un centro de información y consulta del agua
- Definición de condiciones para participación de la iniciativa privada en el Sector Hidráulico
- Programa integrado de detección de fugas intradomiciliarias
- Investigar, probar y validar tecnología para el ahorro de agua en el sector agropecuario
- Realizar levantamiento de campo para determinar necesidades de tecnificación
- Establecer un programa de medición de volúmenes de extracción
- Ejecutar el estudio y supervisión
- Revisar el marco legal aplicable
- Cálculo de las extracciones actuales con base a los Censos recientes del 2002
- Identificar lugares y volúmenes potenciales de utilización de agua tratada
- Cuantificar volúmenes y caracterizar las aguas residuales

- Definir y caracterizar las presas y bordos existentes
- Monitoreo constante de la cantidad de agua subterránea
- Modernización red piezométrica
- Monitoreo constante de niveles estáticos y dinámicos
- Elaborar un inventario de aprovechamientos hidráulicos
- Monitoreo constante de la calidad de agua subterránea
- Modernización y rehabilitación de la red climatológica
- Adecuar la red de monitoreo de calidad del agua
- Monitoreo constante de calidad del agua subterránea

Funciones propuestas para la interacción del COTAS con la CNA

- Verificación del cumplimiento de la normatividad
- Promover el manejo sostenible.
- Rescate de volúmenes sobreconcesionados.
- Aterrizaje de apoyos para uso eficiente y pleno

CNA proporcionaría:

- Información del acuífero validada y actualizada
- Recursos financieros de contraparte (al Fideicomiso)
- Asesoría Técnica y Legal.

Funciones propuestas para la interacción del COTAS con los Gobiernos Estatales

- El COTAS colaboraría con los gobiernos de los Estados para maximizar los beneficios de los programas de apoyo en infraestructura hidroagrícola.
- Seguimiento y verificación de metas establecidas en los programas de apoyo.
- Listados de usuarios comprometidos con el Acuífero.

Funciones propuestas para la interacción del COTAS con la sociedad

Observatorio (monitoreo) y difusión pública de la situación real del acuífero y su evolución.

Gestión de recursos, promoción y apoyo a campañas de concientización y capacitación en torno al manejo y la cultura del agua.

Promoción y apoyo a capacitación de maestros para que estos transmitan la cultura del agua en escuelas.

11. 3. 4. Avanzar en las acciones inmediatas de Estabilización del Acuífero

En los estudios y proyectos precedentes (como el de MASAS) se efectuó la cuantificación preliminar de recursos necesarios para los programas de estabilización.

RECTORÍA DE LAS ACCIONES

A efecto de lograr la máxima congruencia y los mejores resultados, es altamente recomendable que la rectoría de las acciones quede en manos del COTAS, pues la única instancia de participación ciudadana un conocimiento suficiente del problema y con una idea clara del carácter impostergable de su atención.

La ubicación de la rectoría en el COTAS significa que sería en su seno donde se tomaría toda decisión que incida sobre el acuífero, ya sea que se desprenda o no del proyecto antes delineado.

Significaría que El COTAS dispondría lo necesario para el seguimiento, evaluación y, en su caso, corrección del proyecto de reducción de las extracciones.

Por tanto, el COTAS debe disponer de los medios que le permitan contar con una unidad técnica (Oficinas, equipo de cómputo y comunicación y servicios profesionales, al servicio exclusivo del proyecto y a la generación de información y de otros servicios de interés para los usuarios contribuyentes).

Para este fin será necesario que los diversos sectores de usuarios contribuyan con cuotas suficientes para cubrir por lo menos la mitad de los gastos de tal unidad técnica y que la otra mitad sea aportada por la Comisión Nacional del Agua, la SAGARPA y el Gobierno del Estado.

11. 3. 5. Estudios y proyectos

Como estudios complementarios para confirmar la viabilidad de los proyectos y apoyar nuevas acciones a favor del acuífero y de sus usuarios, se encuentran:

- Diagnóstico y diseño de campañas de difusión en el medio urbano y rural
- Diseñar y establecer un mecanismo de evaluación del impacto del programa de difusión masiva

- Elaboración y/o actualización de planes maestros para organismos operadores con más de 20,000 habitantes
- Identificar y probar dispositivos ahorradores de agua en el sector público-urbano, industrial y servicios
- Investigar, probar, validar y difundir tecnología para el reuso del agua a nivel doméstico y en los sectores industrial y servicios
- Elaborar y ejecutar plan de detección de fugas y sustitución de tuberías en mal estado
- Diagnóstico de la superficie erosionada
- Determinar técnicas de manejo y conservación de suelos
- Ejecutar un programa de tecnificación
- Definir esquema operativo del sistema de estímulos para el ahorro del agua y aplicar
- Evaluación técnica, económica y social para de la importación de forrajes
- Elaborar, estudio para determinar la factibilidad de comercialización de productos
- Estudio Agroclimatológico y de factibilidad económica, para el cambio de patrón de cultivos
- Ejecutar programa de cambio de patrón de cultivos
- Definir estructura y operación del Banco de derechos de agua
- Identificar las posibles alternativas y fuentes de aportación de recursos
- Desarrollar un programa operativo para la instalación de tecnología de reuso del agua
- Diseño y construcción de plantas de tratamiento e infraestructura de reuso
- Zonificar la vulnerabilidad intrínseca del acuífero y definir acciones para protegerlo
- Elaborar estudios de factibilidad para aplicación de tecnología inductora de lluvia
- Desarrollo de una metodología para dar seguimiento al incremento de lluvia esperado

- Diagnóstico de la superficie erosionada
- Determinar técnicas de manejo y conservación de suelos
- Realizar un estudio de disponibilidad y evaluación de la reserva subterránea del acuífero
- Determinar con precisión la disponibilidad de agua y el uso actual y potencial del suelo
- Establecer lineamientos generales en función del suelo y agua que consideren los planes y programas de las instituciones de desarrollo urbano
- Estudio de clasificación de calidad del agua del acuífero
- Estudio regional de los recursos hidráulicos
- Evaluación de técnicas económicas y sociales de opiniones y alternativas
- Programa de construcción de infraestructura

PROYECTOS ESPECÍFICOS PROPUESTOS POR OMM

Diagnóstico general de la red de agua potable y alcantarillado en las principales ciudades del acuífero (7)

Costo estimado: 1.5 MDP

Proyecto piloto de monitoreo de caudales en cooperación con la CFE (8)

Costo estimado: 1 MDP

Monitoreo de la evapotranspiración y piezometría (9)

Costo estimado: 5 MDP.

11. 4. Acciones de apoyo

11. 4. 1. Ordenamiento

Desconcentración de las extracciones en zona de minado (en conjunto con uso público). Este proyecto tiene que ver en mayor medida con el ordenamiento del acuífero y es compatible con una intensificación en las reducciones de láminas brutas y superficies de riego en la zona de mayor sobreexplotación, es decir, como función de las zonas de manejo.

Los usuarios en sus propuestas preliminares señalaron:

1. Que el marco normativo debe adecuarse para evitar controversias en la Ley Federal de Derechos.
2. Es necesario establecer mecanismos para gestionar los apoyos de los programas institucionales a los usuarios, con énfasis en aquellos programas que favorecen al acuífero.
3. En cuanto a las obras, es necesario concretar las fuentes de financiamiento y la conciliación de intereses relativos a la competencia por el agua o por los recursos económicos.

Con la información que tenemos no es difícil aterrizar los detalles de un proyecto de esta magnitud; sin embargo es posible la planeación pragmática y realista de acciones y proyectos. El Plan de Manejo concilia intereses donde la sociedad y el ambiente ejercen un papel central y no solo los usuarios del recurso.

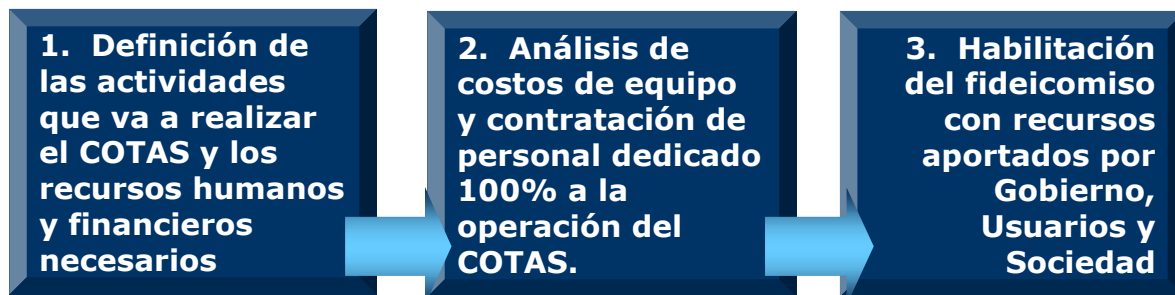
Es menester la adopción del proyecto por todos los involucrados. Pero debe ser al más alto nivel posible y al nivel de usuario y ciudadano. Desde arriba y desde abajo.

Pero además están las otras partes: idear el programa, dimensionarlo, evaluarlo y, sobre todo, concertarlo para asegurar la participación de los involucrados y su ejecución.

También se requiere una buena estrategia de comunicación a distintos niveles.

- b. Precisar las acciones y alternativas de mediano y largo plazos—plan de manejo-
- c. Fortalecimiento del COTAS – básica -

La primera meta del Plan es la consolidación del COTAS como protagonista en la administración integral del agua en el acuífero.



Contexto General

Para dar mayor claridad a los alcances de un plan de manejo de acuíferos, conviene establecer los principales ámbitos involucrados en su aprovechamiento y en las posibles acciones o cursos de acción que se establezcan:

Ámbito de la autoridad del agua

La CNA en su calidad de representante del ejecutivo federal en materia de aguas nacionales, es la responsable de salvaguardar los preceptos constitucionales y legales. En primer lugar se tiene el concepto del agua como un bien público propiedad de la nación. La CNA debe salvaguardar el interés público en su acción de administración del recurso y asegurar su preservación y manejo sostenible.

Al mismo tiempo la CNA esta facultada para asignar o concesionar el recurso a los usuarios conforme al marco jurídico establecido y, eventualmente, modificar los términos de dichas asignaciones y concesiones en los casos en que la renovación del recurso y su aprovechamiento sostenible se vean amenazados por la sobreexplotación. Esta puede ser consecuencia de una sobreestimación de origen de los volúmenes disponibles o bien de la extracción de volúmenes por encima de los concesionados.

En el primer caso, al verificar y ajustar la disponibilidad de la fuente, la CNA, previa declaratoria de interés público, puede proceder al rescate de volúmenes concesionados mediante la indemnización equitativa a los usuarios afectados. En el segundo caso procede la aplicación de sanciones a los concesionarios por violar los términos de la concesión y, eventualmente, la cancelación de los títulos correspondientes en los términos que establece la ley.

Ámbito de los usuarios de agua

Los usuarios legítimos acreditados por medio de sus títulos de concesión o asignación de aguas nacionales utilizan el recurso para la satisfacción de sus demandas tanto para el consumo doméstico (agua potable) como para fines productivos (agricultura, ganadería, piscicultura, generación de energía, industria, comercio, servicios). El agua se convierte así en un factor de bienestar y en un factor de la producción. En estos términos la economía de la región abastecida por el acuífero y el bienestar de sus habitantes depende de los volúmenes extraídos de la fuente.

La ley contempla el desarrollo de los mercados de agua en una región en términos de favorecer el intercambio de volúmenes concesionados entre usos y usuarios con la finalidad de que el recurso evolucione progresivamente hacia un manejo más eficiente desde el punto de vista económico y social.

Sin embargo existen numerosas externalidades que impiden la existencia de un mercado más o menos libre que dé lugar a este proceso de racionalidad ascendente. La situación se complica con la escasa capacidad de supervisión y vigilancia por parte de la autoridad.

En cada ámbito usuario se dan a su vez distintos niveles de productividad y elasticidad en las demandas. Mientras en el caso del uso público-urbano el margen de maniobra para el uso eficiente lo determinan las normas de salud pública (dotaciones mínimas) y las pérdidas físicas, en otros usos como la

industria y agricultura es posible intensificar considerablemente el aprovechamiento, por ejemplo, mediante el reciclaje en las plantas industriales o con invernaderos en las empresas agrícolas.

La ley establece que en casos de escasez debe asignarse prioridad al uso doméstico del agua. Los demás usos dependen entonces de los volúmenes concesionados, los factores y costos de manejo o bien de los costos de adquisición de nuevos derechos en el mercado.

En estas zonas en donde el agua es escasa, la industria, por lo general, requiere poco volumen de agua por unidad de producción (industria seca) aunque, en algunos casos, se abastece de materia prima producida en el sector agrícola que puede ser un alto consumidor (es el caso de la industria lechera). Debido a la alta productividad del agua, la industria puede destinar inversiones y tecnología para lograr una eficiencia muy elevada en sus procesos industriales.

Por el contrario la agricultura, en su mayor parte de corte tradicional y orientada a cultivos poco rentables, carece de los recursos necesarios para invertir en una mayor tecnificación. Finalmente, las zonas urbanas y los organismos operadores de los servicios de agua potable y saneamiento, carecen de suficientes recursos para todas las inversiones necesarias, debido a que se mantienen en el círculo perverso de la ineficiencia: servicios deficientes –tarifas y recaudación insuficiente – instalaciones inadecuadas – operación ineficiente.

Delante de este escenario tienen lugar los siguientes fenómenos:

Los usuarios industriales y de servicios cuentan con el capital necesario para adquirir derechos de agua en el sector agrícola, en tanto que los sistemas de agua potable satisfacen sus demandas ya sea adquiriendo derechos o regularizando aprovechamientos construidos en programas de emergencia. El sector agrícola es, comúnmente, el proveedor de derechos para satisfacer los usos urbano-industriales. Sin embargo la vigilancia deficiente por parte de la autoridad no permite garantizar que los derechos transferidos del sector agrícola a los otros sectores dejen efectivamente de utilizarse. Adicionalmente debido a la exención en el pago de derechos y al subsidio de la energía eléctrica, el usuario agrícola extrae volúmenes en exceso de los establecidos en su concesión cuando su actividad le permite lograr una productividad razonable. Es el caso de los productores de alfalfa.

En síntesis el ámbito de los usuarios se rige con el criterio de lograr la máxima productividad al menor costo para la satisfacción de sus demandas en tanto que el ámbito de la autoridad esta regido por la ley y el interés público. Es evidente el conflicto que se establece entre los dos ámbitos principales en términos del manejo sustentable del acuífero. También existe un conflicto de intereses entre los diversos usos y usuarios. Este conflicto se polariza principalmente entre los usos productivos y el uso doméstico que por principio es administrado por organismos públicos que pretenden proporcionar un servicio sin perseguir fines lucrativos. En

este sentido el uso doméstico corresponde más bien con el ámbito del interés público, responsabilidad de la autoridad del agua que actúa en correspondencia con las atribuciones de la autoridad municipal en torno a la prestación de los servicios públicos.

Ámbito territorial

Un acuífero interestatal, se encuentra sujeto a la acción de autoridades regidas por marcos jurídicos distintos y que atribuyen una importancia distinta a su manejo. En el caso del acuífero Ojo Caliente – Aguascalientes – Encarnación, cada estado – Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco, respectivamente – mantiene una estrategia distinta de acciones. La prioridad e importancia del acuífero para el estado de Aguascalientes, contrasta con el lugar secundario que se le atribuye en las otras 2 entidades. Ello se traduce en menores recursos de apoyo a los diversos programas encaminados a la estabilización del acuífero y menor participación efectiva.

El plan de manejo del acuífero tiene que partir, entonces, de dos premisas básicas

1. Salvaguardar el interés público asegurando el manejo sustentable del recurso, y
2. Conciliar los intereses de los diversos grupos de usuarios para asegurar un desarrollo equilibrado y sostenible de la actividad económica regional, en un contexto territorial heterogéneo.

Causas diversas de la situación irregular del acuífero.

De acuerdo con la información disponible y la evolución observada del acuífero, existe una situación irregular desde los puntos de vista jurídico y ambiental, debido a que se han otorgado derechos de concesión por volúmenes de exceden en forma considerable la disponibilidad efectiva de agua subterránea. Adicionalmente se presenta el hecho de que la extracción efectiva es muy superior al volumen concesionado, principalmente en el uso agrícola.

Incumplimiento de disposiciones legales (LAN, vedas, reglamentos)

Existen numerosas irregularidades que van desde la perforación creciente de pozos en una zona de veda, la falta de medidores volumétricos que establece como requisito el título de concesión y la extracción de volúmenes superiores a los concesionados, hasta la venta irregular de derechos, el abastecimiento de diversos usuarios de los sectores industrial y comercial con agua de pozos agrícolas y el vencimiento de plazos de concesión sin que la autoridad utilice el recurso de revisión de volúmenes concesionados. También se da el fenómeno asociado de alteración de los medidores de energía eléctrica que impide la aplicación adecuada de las tarifas por consumo de energía en sus diversas modalidades.

Apoyo institucional a un modelo de producción cuestionable – no sustentable

Los subsidios generalizados a la tarifa de energía eléctrica para uso agrícola y los apoyos a la comercialización de algunos productos, se combinan para perpetuar un modelo de producción de muy baja rentabilidad en el que no se consideran los costos ambientales que genera y que se transmiten a toda la sociedad. Los subsidios no estimulan la productividad. Para obtenerlos es necesario extraer agua.

Políticas públicas contradictorias

El objetivo expreso de lograr el manejo sostenible del agua como un recurso estratégico con frecuencia es vulnerado con los diversos programas institucionales que apoyan a los usuarios de agua para su desarrollo productivo sin atender adecuadamente la situación del recurso.

La salvaguarda de los aspectos ambientales no se atiende en la evaluación y asignación de recursos. Un ejemplo claro es el *programa de uso eficiente del agua y la energía* que permite extraer un mayor volumen de agua con el mismo equipo a menor costo. Como contraparte se tienen los escasos recursos asignados a las áreas encargadas de supervisar que los usuarios no excedan los volúmenes autorizados.

Insuficiente capacidad operativa de la autoridad

En general, las gerencias y subgerencias de CNA cuentan con un personal cada vez más insuficiente y con menos recursos para desempeñar la función de monitoreo y vigilancia de los aprovechamientos. Existe, además, una prioridad en la recaudación de derechos de agua que propicia una mayor desatención del principal conjunto de aprovechamientos – para uso agrícola – por estar exentos del pago de derechos, en el cual se tienen las mayores extracciones y, por ende, sobre-extracciones.

Se propondrá un esquema de Ordenamiento territorial y planeación del desarrollo económico que permita definir zonas donde el uso del agua esté restringido por prioridades y de acuerdo a las condiciones del acuífero; además se considerará la manera de regular el crecimiento de las ciudades y la industria. En particular se propondrán y evaluarán medidas para:

- Establecimiento de zonas de protección,
- Desarrollo de planes de uso del suelo,
- Redistribución de la explotación y
- Zonificación para el manejo de sustancias contaminantes.

Vigilar que esto se cumpla puntualmente según un programa (de manejo) y un reglamento (apoyo)

La vigilancia la tiene que hacer la sociedad y, por ahora, sólo tiene un representante en el COTAS (INAGUA) –apoyo-.

La gestión de las acciones encaminadas a lograr su estabilización.

- b. Asesoría a usuarios y canalización de solicitudes.
- c. Confirmar que los Apoyos conferidos a los usuarios contribuyan a la estabilización del acuífero.

Para el último punto propuesto se propone:

1. Identificación de la totalidad de los programas de apoyo actuales.

2. Caracterización de los programas según:

Ámbito geográfico

Condiciones

Compatibilidad con otros programas

Periodicidad

Monto ejercido en años pasados y tendencia actual

3. Evaluación de la congruencia actual de los Programas con respecto a las líneas de acción del Plan de Manejo del Acuífero.

4. Identificación de alternativas de interacción conjunta de los programas actuales, favorables al PMA.

5. Identificación de condicionantes y complementos en reglas de los programas para incrementar su eficacia a favor de los objetivos del PMI.

6. Elementos reglamentarios que podrán mejorar el papel de los programas.

7. Otros programas propuestos y su contribución a los puntos 3 a 6.

Autores

Condiciones, etc.

8. Complementación de programas con los proyectos estructurales y no estructurales.

Ordenamiento del proyecto hidroagrícola

Se enfatizó la necesidad de revisar la normatividad y especialmente el límite de \$10,000 pesos por hectárea en el programa de uso pleno de la infraestructura hidroagrícola. Ya que, por ejemplo, se sabe que los recursos programados para la agricultura son mayores que lo que se ha logrado asignar, y los productores que hacen un uso eficiente del agua requieren mayores apoyos, lo cual constituye una inversión para el país.

Asimismo se identifica la necesidad de lograr una prórroga a los títulos de concesión, así como solicitar mayores volúmenes cuando se demuestre un uso eficiente del agua – lo que probablemente implica una reducción de derechos a los usuarios de menor eficiencia -.

Otro problema identificado en cuanto a la aplicación de los programas de apoyo, es la exención a aquellos usuarios que se consideran de “altos ingresos”, de manera que se proporcionan a usuarios sin interés en un uso eficiente del agua.

Previsiones relativas al banco de derechos

Es altamente probable que en el área de máximo abatimiento, donde se ubicaría la superficie a reducir, se localicen predios de personas que quieran continuar en la actividad agropecuaria y que por tanto procedan a comprar sus tierras a productores marginales ubicados en atraparte del valle. En este caso, existe la posibilidad de que una superficie que sólo se siembra en primavera con cereales y un consumo de agua de 5000 m³ por hectárea, se convierta en predio productor de alfalfa con un consumo de 22 000 m³ y entonces no se cumpla la meta de reducción de extracciones.

Desde luego, sobrarán las razones que dificulten una reducción tan importante de superficie en un área en particular, medida que por otra parte parece simplista. Por tanto, cabe aceptar como el peor de los escenarios el cumplimiento de la mitad de la meta y buscar el resto en el ámbito de la reconversión y la tecnificación.

11. 4. 2. Fuentes de financiamiento

Financiamiento.- La fuente primaria de financiamiento sería un programa específico de adquisición de derechos y el costo de la medida podría estimarse en unos 500 millones de pesos, suponiendo un pago único de 5 pesos por metro cúbico.

Fuente de pago.- El pago de esta inversión podría dividirse en partes iguales entre dos fuentes: el Gobierno Federal con cargo al ahorro en el subsidio a la tarifa eléctrica y los usuarios agrícolas que permanezcan, a quienes puede concedérseles un plazo razonable. La previsión de fuentes de pago fortalecería considerablemente la aprobación del programa específico de adquisición de derechos.

Se considera que el Estado de Aguascalientes carece de apoyos a la agricultura, al compararse con Zacatecas o Guanajuato, por ejemplo, donde el Banco del Bajío ofrece programas de apoyo donde el productor aporta el 15% con tasas bajas de inversión y el 85% restante lo absorbe FIRCO, con una distribución de 50% en “Alianza contigo”, 25% de recursos estatales y el restante, proveniente de CNA, de su programa de uso eficiente del agua y la energía.

Disposición del monto de subsidios que resulte necesario. Esto supone concentrar en el programa de fertiirrigación, por dos o tres años, todos los apoyos de SAGARPA y del Gobierno del Estado al sector agropecuario de Aguascalientes.

Asignación de la encomienda para que El FIRCO concorra con recursos de riesgo compartido suficientes para cubrir hasta el 100% de la diferencia entre los subsidios y el costo de inversión total; en el entendido que tales recursos son recuperables, si bien sin costo financiero y en un plazo tal que la reducción de los costos y el incremento de la productividad permitan su amortización.

Reorientación de programas de apoyo

En su perspectiva inmediata, el plan de manejo sugerirá criterios para ampliar y orientar los programas institucionales: Alianza para el campo, APAZU, PROMAGUA, PRODERR, etc. con la definición de los ritmos viables de ejecución, según el impacto en la capacidad de pago de los usuarios.



La cartera de proyectos identifica las siguientes acciones específicas como apoyo al financiamiento del manejo del acuífero:

- Definir prioridades costos y financiamientos
- Recaudación de pago de derechos para funcionamiento del COTAS
- Recaudación para realizar tareas de integración y análisis de información

- Recaudación para costear la actualización del Plan de Manejo, los Proyectos Ejecutivos y la Reglamentación
- Recaudación para el Control del Aprovechamiento
- Modernización de procedimientos de facturación y cobranza - acción -
- Participación de la iniciativa privada en el financiamiento del sector hidráulico
- Sanción a infractores
- Programa de mejoramiento de eficiencia técnica y comercial
- Convocar a los productores agrícolas a reuniones para dar a conocer los programas de apoyo institucionales
- Orientar y apoyar a los productores en la gestión de sus solicitudes de incorporación a los programas
- Aplicar el apoyo de instituciones de crédito (nacional o internacional) para la mejora y conservación de los sistemas de riego.
- Ejecución del programa de comercialización
- Establecer un fideicomiso para la administración del sistema
- Implantación de sistema de recaudación por concepto de uso de agua residual tratada
- Sanción a infractores del reglamento para explotación de arenas en los cauces

Las acciones propuestas en el ámbito de reglamentación, se resumen en los siguientes enunciados:

- Establecer una normatividad adecuada a los distintos usos del agua.
- Elaborar y/o modificar un marco normativo que complemente las leyes vigentes en la materia
- Reglamento del acuífero
- Reglamento de uso eficiente del agua
- Adecuar marco jurídico para obligar el uso de dispositivos de ahorro de agua

- Establecer procedimientos para el trámite de transferencia de derechos de agua a favor del acuífero
- Definir esquemas y normatividad para regular la adquisición de los derechos en beneficio del acuíferos
- Actualización periódica de REPDA, según disponibilidad y transferencias de derechos
- Adecuar marco jurídico para obligar al uso de tecnologías de reuso del agua
- Regularización de derechos de aprovechamiento de las aguas residuales tratadas e intercambiadas
- Zonificación del uso de agua residual tratada
- Definir sanciones contra contaminación clandestina del acuífero y reglamentar la disposición de contaminantes líquidos y sólidos.
- Modificar el Reglamento de Construcción para obligar la recolección e infiltración de agua de lluvia en nuevos desarrollos habitacionales y aumentar las áreas de donación
- Descripción de Zonas de reserva
- Modificar y adecuar la legislación estatal y federal, para establecer un ordenamiento territorial con base en la disponibilidad de agua
- Reglas de extracción para cada zona

Inversión necesaria para el rescate del acuífero

Los pocos casos en que se ha logrado una reducción significativa de extracciones han ido acompañados de un programa significativo de inversiones ya sea para la tecnificación del manejo del agua, la re-localización de aprovechamientos, el desarrollo de nuevas fuentes o la indemnización de usuarios.

Lógicamente, el impacto de una reducción de los volúmenes concesionados a los usos productivos en la economía de los usuarios, debe tenerse en cuenta y compensarse.

Al mismo tiempo, es necesario reconocer que en el otro lado de la ecuación, no es posible considerar solamente factores de tipo económico. Están también los factores ambientales. La ponderación del costo social y ambiental de la sobre explotación, incluidos los subsidios asociados, permiten definir una medida de los recursos que se justifica destinar a indemnizaciones y acciones de estabilización. Cuando se tienen valuados los costos ambientales, la aritmética es muy simple.

Sin embargo, el monto de inversión necesaria es considerablemente mayor a los recursos públicos disponibles en programas institucionales. En consecuencia, si se pretende rescatar un acuífero, es necesario robustecer estos programas y desarrollar mecanismos para canalizar recursos de los propios usuarios y de la sociedad. En el enfoque de los programas debe prevalecer el criterio de impulso a la productividad del agua por encima del criterio conservacionista. Impulsar la tecnificación intensiva es preferible a la opción de liquidar al usuario. La cesión parcial de derechos a cambio de apoyos financieros para la tecnificación es un esquema deseable. Sin embargo deben existir mecanismos y sistemas operativos que permitan verificar y asegurar la reducción efectiva de las extracciones.

Proyectos Específicos OMM

Fideicomiso para la valoración del agua (12)

Monto estimado: 80 MDP

Desarrollo Institucional regional específico para la descentralización de la gestión del agua (capacitación, comercialización, asociación de productores) (11)

Monto estimado: 40 MDP

11. 4. 3. Vigilancia y control

Si se emprende el esfuerzo de inversión necesario, es indispensable contar con un sistema de verificación que permita rendir cuentas ante la autoridad, los usuarios y la sociedad. Dar seguimiento a la evolución del acuífero y de la productividad del agua.

Se identifica la necesidad de las siguientes acciones:

- Programa de inspección y vigilancia
- Caducidad y ajuste de volúmenes conforme a la ley y a resultados del censo
- Regular la explotación en zonas vulnerables
- Detección de tomas clandestinas.
- Instalación y mantenimiento de medidores intra domiciliarios.
- Policía del agua
- Instalación y mantenimiento de medidores en parcelas
- Ejecutar programa de importación de forrajes

- Detección del total de conducciones y derivaciones de los pozos de agua subterránea.
- Confirmar la reducción de extracciones en usuarios indemnizados.
- Confirmar la reducción de extracciones en usuarios que vendieron sus derechos
- Instalación de medidores en descargas de agua residual.
- Control de la calidad del uso de agua residual
- Control de contaminantes puntuales y difusos
- Establecer un ordenamiento territorial en función del agua y suelo
- Establecer un programa de control de cambios de uso del suelo en áreas de recarga

12. ALTERNATIVA DE MANEJO INTEGRADO	299
12. 1. Objetivos	299
12. 1. 1. Objetivo general	299
12. 1. 2. Objetivos específicos	299
12. 2. Descripción de estrategias y líneas de acción	299
12. 3. Evaluación hidráulica	299
12. 4. Costos y financiamiento	299
12. 5. Beneficios e impactos	300
12. 6. Implementación	300
12. 7. Matriz de planeación	300
12. 8. Plan operativo	300
12. 9. Seguimiento y evaluación	300
12. 9. 1. Definición de indicadores de seguimiento y evaluación	300
12. 9. 2. Definición del esquema de retroalimentación	301

12. ALTERNATIVA DE MANEJO INTEGRADO

12. 1. Objetivos

12. 1. 1. Objetivo general

Estabilizar al acuífero reduciendo la sobreexplotación y con ello conservándolo por frenar la intrusión de agua marina, mediante una política integral de manejo con acciones básicas para la organización de usuarios y CNA, así como con acciones de apoyo con el fin de una mejor coordinación entre instituciones, evaluación y seguimiento a las opciones de solución al uso del agua.

12. 1. 2. Objetivos específicos

- Analizar la integración de la oferta de agua para reducir la demanda de la misma
- Establecer opciones viables para proteger la reserva de agua subterránea
- Contar con instrumentos estructurales y no estructurales para proteger al acuífero y a los usuarios durante las sequías
- Crear un programa para la evaluación y retroalimentación en la ejecución de las actividades
- Realizar un análisis de costo beneficio de las alternativas óptima de manejo

12. 2. Descripción de estrategias y líneas de acción

Las líneas de acción se describen en el capítulo 11 y consisten principalmente en instrumentos para reducir la demanda de agua subterránea y conservar el acuífero (para proteger a este último), mientras que para lograr los proyectos se incluyen las acciones básicas y las de apoyo.

A diferencia de la propuesta detallada del capítulo 11, la alternativa de manejo integrada únicamente considera aquellas acciones de ejecución confirmada, que resultan prioritarias para el cumplimiento de los objetivos.

12. 3. Evaluación hidráulica

Son dos los efectos de las acciones estructurales y no – estructurales propuestas. El primero, reducir la sobreexplotación global del acuífero; el segundo, reducir el índice local de sobreexplotación en las zonas más afectadas del acuífero.

12. 4. Costos y financiamiento

El costo de los proyectos involucra el valor económico requerido para solventar los recursos de los mismos y también el efecto negativo que pueden tener con

respecto a la alternativa de no llevarlos a cabo. Para su cálculo se aplica la metodología de evaluación de los costos económicos – ambientales.

12. 5. Beneficios e impactos

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.

12. 6. Implementación

Para llevar a cabo los proyectos, se propone un orden logístico de ejecución, que debe contar con los recursos humanos, materiales y económicos para concretarse. De este modo, a continuación se describen los recursos requeridos para las distintas acciones y en el plan operativo se presenta un diagrama de gantt con una propuesta programática de los proyectos, que se presentan en el **apéndice 3**.

12. 7. Matriz de planeación

En correspondencia con las etapas de concreción de las acciones y su correspondencia con las líneas de acción, se integró la matriz de planeación del Plan de Manejo, que se presenta en **el apéndice 4**.

12. 8. Plan operativo

El plan operativo define instrumentos diversos para lograr los objetivos del proyecto. En este se incluyen propuestas para obtener los recursos y llevar a cabo las acciones y en su defecto, el margen de maniobra del proyecto, es decir, una descripción de las alternativas y variantes del plan y recursos para maximizar su efectividad.

12. 9. Seguimiento y evaluación

12. 9. 1. Definición de indicadores de seguimiento y evaluación

Con base en el proceso de planeación del método ZOPP, se efectuó una propuesta de responsables de las acciones, así como de instituciones de apoyo para el PMI. En la matriz de proyectos se especifica para cada acción cual es la institución responsable, así como la institución de apoyo.

La evaluación del plan de manejo integral del acuífero, definirá cuantitativamente, la eficacia del plan de manejo, así como de sus acciones propuestas.

Cada uno de los parámetros es resultado de una serie de cálculos, su comparación periódica determinará la situación del plan, así como el cumplimiento de las metas con respecto a las programadas en un principio.

Para este fin, el modelo hidroeconómico del acuífero cuenta con diversos parámetros que permiten evaluar el efecto de las acciones realizadas, con una flexibilidad en el manejo de información, que permite actualizar la representación de la situación del acuífero para evaluar los efectos de las acciones efectuadas o postergadas, sobre la calidad y la cantidad del agua, así como sobre el marco socioeconómico del acuífero.

La comparación de los parámetros anteriores, con los objetivos del plan, permitirán identificar los avances en materia de sustentabilidad hidrológica.

12. 9. 2. Definición del esquema de retroalimentación

El esquema de retroalimentación del plan de manejo se dirige al cumplimiento de las acciones y a la revisión de la eficacia de las mismas sobre el acuífero.

El hecho de que las acciones básicas y de apoyo, así como los proyectos, se encuentren en una etapa de gestión, dificulta el ejercicio del seguimiento, sin embargo, al considerar que desde el año 2001 se cuenta con un COTAS del acuífero interestatal, el esquema de retroalimentación se ejemplifica en el **apéndice 5**.

Destaca la importancia de una Gerencia del COTAS operante, para contar con los recursos necesarios del seguimiento del Plan de Manejo.

INDICE

TÍTULO I. GENERALIDADES	302
TITULO II. USO EFICIENTE DEL AGUA SUBTERRÁNEA	302
II.1. USO EFICIENTE DEL AGUA POTABLE A CARGO DE LOS ORGANISMOS OPERADORES Y OTRAS AUTORIDADES EQUIVALENTES A NIVEL MUNICIPAL	302
II. 2. USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL SECTOR AGRÍCOLA	305
II. 3. USO EFICIENTE EN EL SECTOR INDUSTRIAL	306
TITULO II. ACERCA DE LAS DISTINTAS ZONAS DE OPERACIÓN DEL ACUÍFERO	308
TITULO III. ACERCA DE LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONTRA LA CONTAMINACIÓN POR MANEJO DE LAS AGUAS CRUDAS, TRATADAS Y RESIDUOS SÓLIDOS	308
TITULO IV. ACERCA DE LAS TRANSFERENCIAS DE DERECHOS DE AGUA	309
TITULO V. USO EFICIENTE DEL AGUA Y ETAPAS DE APLICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ESTABILIZACIÓN A CARGO DEL COTAS	310
TITULO IV. ACERCA DE LA SUPERVISIÓN, VIGILANCIA Y AUTORIDAD PARA EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO	311
APENDICE 1	313

13. REGLAMENTO PRELIMINAR DEL ACUÍFERO INTERESTATAL OJOCALIENTE – AGUASCALIENTES – ENCARNACIÓN

El Reglamento del Acuífero se propuso en el seno del COTAS y tanto su primer etapa como los criterios para ejecutar las sucesivas, fueron rectificadas con sus representantes. De este modo, para aquellos artículos asociados a una etapa, se describen las circunstancias que la definen. En los restantes, se asume su vigencia permanente.

TÍTULO I. GENERALIDADES

ARTICULO 1.- El Reglamento preliminar del acuífero interestatal Ojocaliente – Aguascalientes – Encarnación define un conjunto de preceptos, para el funcionamiento de las actividades relacionadas con el agua subterránea en el área de jurisdicción del acuífero. Promueve el cumplimiento de las Leyes Estatales en Materia de Aguas, así como de la Ley de Aguas Nacionales, dentro del marco de la política nacional de manejo del agua, donde se refiere al agua como un recurso finito, escaso y de carácter estratégico para el desarrollo del país.

La aplicación del presente reglamento compete a los Gobiernos de los Estados involucrados por conducto de sus Comisiones Estatales de Aguas y en su caso a los municipios a través de los Organismos Operadores.

ARTICULO 2.- Acerca de acciones sujetas a etapas de implementación del Reglamento

Al reconocer la labor requerida para lograr el uso eficiente y sustentable del agua y principalmente la subterránea, el Reglamento del Acuífero se propone en distintas etapas de implementación, que a partir de la evaluación de avances a cargo del Grupo de Seguimiento y Evaluación del Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), definirán su ritmo de ejecución.

TITULO II. USO EFICIENTE DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Al considerar que mayor parte del agua empleada en las actividades de la población, proviene del acuífero; el reglamento de uso eficiente del agua subterránea se extiende a la generalidad de las aguas aprovechadas.

II.1. USO EFICIENTE DEL AGUA POTABLE A CARGO DE LOS ORGANISMOS OPERADORES Y OTRAS AUTORIDADES EQUIVALENTES A NIVEL MUNICIPAL

ARTICULO 3.- Todos los usuarios de agua están obligados a reportar las fugas que se identifiquen en la vía pública, utilizando los medios que al efecto ponga a disposición el organismo operador las 24 horas de los 365 días del año.

ARTICULO 4.- Los usuarios de agua potable, tienen la obligación de mantener en buen estado la infraestructura intradomiciliaria, así como el empleo de aditamentos

economizadores de agua, en aquellos muebles que sean factibles, para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado, con el objeto de evitar pérdidas, fugas y desperdicios de agua.

No esta permitido utilizar técnicas de uso y consumo de agua que tiendan a su desperdicio, como el lavado de vehículos y riego de banquetas sin dispositivos ahorradores.

No esta permitido el lavado de vehículos automotores o cualquier otra actividad dentro de cada predio, que utilice la manguera sin dispositivos ahorradores de agua o cualquier otro sistema que desperdicie agua potable.

ARTICULO 5.- El aprovisionamiento de agua potable en tinacos o cisternas será obligatorio para los diferentes usuarios y se calculará en base a dotaciones de 100 lts/hab/día como mínimo y 250 lts/hab/día como máximo, con el objeto de permitir una mejor distribución en las colonias o fraccionamientos.

ARTICULO 6.- La dotación mínima señalada para usuarios domésticos, en el riego de jardines en cada predio, se calculará un consumo de 5 lts/m²/día.

El horario autorizado para riego de jardines en cada predio deberá ser de 7:00 p.m. a 8:00 a.m.

ARTICULO 7.- Los consumos de agua potable en instalaciones de hospedaje y alojamiento, baños públicos y centros de deporte que cuenten con regaderas, el propietario deberá abocarse a la instalación de dispositivos ahorradores que contengan la certificación del organismo operador y de la dependencia federal competente, así mismo deberán presentar en un lugar visible a todos los usuarios las recomendaciones para el ahorro del agua.

ARTICULO 8.- Identificadas las fugas de agua en las instalaciones intradomiciliarias por personal del organismo operador, el usuario contará con un plazo de 10 días hábiles para su reparación.

ARTICULO 9.- Las fugas de agua hacia el interior de las tomas domiciliarias será responsabilidad del propietario o poseedor del predio donde acontezca, siendo obligación de todo ciudadano reportar al organismo operador dichas fugas para que en sus funciones de autoridad responsable del cuidado del agua, verifique la reparación inmediata de la fuga por parte del usuario.

ARTICULO 10.- Los usuarios de agua destinada a las actividades que se señalan en el presente artículo, estarán obligados a utilizar agua residual tratada, gris, pluvial o una combinación de estas y solo por falta de las mismas podrán utilizar agua potable con sistemas y dispositivos ahorradores que fije el organismo operador.

- Los usos que deberán observar esta disposición son:

- Empresas de lavado y servicios de vehículos.
- Gasolineras para lavado de áreas de circulación.
- Construcción, ampliación, rehabilitación o mejoramiento de inmuebles.

ARTICULO 11.- Se otorga a todos los ciudadanos el derecho a la denuncia pública de todos aquellos usuarios que contravengan las disposiciones contenidas en el presente reglamento.

A cada denuncia, sea pública o privada, presentada por escrito, se tendrá la obligación de atender y realizar los procedimientos de determinación de responsabilidades administrativas que resulten. En cada caso se realizarán las inspecciones necesarias para vigilar el exacto cumplimiento del presente reglamento.

ARTICULO 12.- Compete al organismo operador sancionar las siguientes infracciones:

I.-Desperdiciar ostensiblemente el agua.

II.- Regar parques y jardines fuera del horario establecido.

III.-No permitir el libre acceso o condicionar la utilización de hidrantes colectivos o conectarse a estos clandestinamente.

IV.- Utilizar aguas de primer uso en actividades que no le requieran por su tipo de uso, cuando se disponga de aguas residuales tratadas, grises o pluviales.

V.- No mantener en buen estado la infraestructura intradomiciliaria, así como no reparar con toda oportunidad las fugas de agua que se presenten.

VI.- No instalar los dispositivos de aprovisionamiento o ahorradores que establezca el organismo operador.

VII.- No realizar las obras e instalaciones que permitan dentro de cada toma domiciliaria, la reutilización de las aguas residuales, incluyendo las grises, cuando haya sido recomendado por el organismo operador.

VIII.- No ajustar los consumos y las láminas a las tablas contenidas en el artículo 4 del presente reglamento y provocar con ello desperdicios de agua.

Las sanciones serán aplicadas por el vocal ejecutivo o el director general del organismo operador responsable o la persona a quien le delegue tal atribución.

ARTICULO 13.- Las infracciones se sancionarán con:

1. - Amonestación.

2. - Multa económica hasta de 1000 días de salario mínimo vigente.
3. - Suspensión temporal o definitiva de contratos o concesiones y como consecuencia se podrán suspender los servicios respectivos.

ARTICULO 14.- El procedimiento para la aplicación de las sanciones que se deriven de la no observancia del presente reglamento, será substanciado en los términos de las Leyes Estatales de Aguas y de la Ley de Aguas Nacionales.

En caso de flagrancia en la infracción cometida, el inspector del Organismo procederá de inmediato a fijar la sanción correspondiente, otorgando al infractor en la boleta de infracción la facultad de alegar lo que a su derecho convenga y otorgándole un plazo para el ofrecimiento de las pruebas que estime pertinentes.

ARTICULO 15.- Será responsabilidad de los organismos operadores llevar a cabo programas óptimos de mantenimiento y rehabilitación en las redes de agua potable, para reducir el porcentaje de fugas a una magnitud menor al 20%. En su defecto, se revisarán las causas y los medios para que en interacción con el fideicomiso del COTAS, se afilien al programa de uso eficiente del agua potable e incrementen sus inversiones y proyectos de mantenimiento.

ARTICULO 16.- Será responsabilidad de cada organismo operador llevar a cabo un plan de crecimiento de las redes de agua potable, acorde con los planes de desarrollo municipal. Asimismo, los proyectos de agua potable se realizarán sin omitir las predicciones y reglas de crecimiento urbano.

ARTICULO 17.- Se tomarán precauciones en el diseño de líneas de conducción y tramos de redes de agua potable que se intersecten con fracturas y fallas geológicas, con el fin de evitar las fugas de agua potable. Asimismo se hará con las redes de alcantarillado. Se establecerán programas periódicos de identificación de fallas y asentamientos diferenciales y se diagnosticará su efecto sobre la infraestructura hidráulica.

ARTICULO 18. - El organismo operador será responsable de promover junto con los gobiernos municipales y estatales, la evolución de las actividades productivas hacia una menor demanda de agua que permita la estabilización del acuífero en el mediano plazo. Una vez logradas las metas, se promoverá un esquema sustentable en que se tomen las medidas para que la demanda no rebase la disponibilidad de agua subterránea.

ARTICULO 18. – Tanto los organismos operadores como el Grupo Especializado de supervisión del COTAS, serán responsables de evaluar la situación de cada usuario, así como su demanda potencial de agua tratada e identificar la calidad del agua requerida. Esto con el fin de sentar las bases para llevar a cabo los proyectos de reuso que maximicen la valoración del agua y optimicen su uso en las actividades prelativas y prioritarias.

II. 2. USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL SECTOR AGRÍCOLA

ARTICULO 19.- Las prácticas de riego serán en condiciones óptimas para minimizar las pérdidas por evaporación y por infiltración, para lo cual se dispondrá de una agenda de riego donde se registren los horarios y las observaciones en los métodos.

Será sancionada la mala nivelación de las tierras que ocasione la inundación de vados, así como se procurará que las técnicas de riego por aspersión se realicen en horarios y condiciones que minimicen la evaporación.

Los criterios para definir la eficiencia en el uso del agua en el sector agrícola y las consideraciones para definir lo que es la ineficiencia serán definidos por el Grupo Especializado de Trabajo del COTAS y dados a conocer a los usuarios para que los estándares de eficiencia sean acatados.

Las sanciones por uso ineficiente del agua serán acordes a lo dispuesto por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

De acuerdo con la disponibilidad del agua subterránea y el índice determinado de sobreexplotación y a partir de las curvas de beneficio neto marginal del agua, se promoverá la erradicación de la mitad de aquellos cultivos asociados con la sobreexplotación y menor productividad marginal del agua, para lo que se promoverán cultivos alternativos que tengan el mismo costo de producción pero mayores beneficios reales (sin considerar apoyos al campo ni estímulos a la tarifa eléctrica de energía para bombeo).

ARTICULO 20. – Tanto la CNA, como las oficinas del Distrito de Riego 01, Pabellón, en contribución con el Grupo Especializado de supervisión del COTAS, serán responsables de evaluar la situación de cada usuario agrícola, así como su demanda potencial de agua tratada e identificar la calidad del agua requerida y la factibilidad de su proyecto. Esto con el fin de sentar las bases para llevar a cabo los proyectos de reuso que maximicen la valoración del agua y optimicen su uso en las actividades prelativas y prioritarias.

II. 3. USO EFICIENTE EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Para este uso las industrias se clasifican en tres tipos: secas, con demanda de agua de primer uso y de demanda de agua tratada.

De este modo, de acuerdo con las características de la demanda de agua de cada industria, se promoverá el uso de aguas tratadas, así como el desarrollo de industrias secas y reciclaje del agua tratada.

Serán revisadas, inventariadas y supervisadas todas las descargas y emisiones de líquidos residuales, así como materiales sólidos que pongan en riesgo la calidad del agua superficial o subterránea.

ARTICULO 21. – Tanto los organismos operadores como el Grupo Especializado de supervisión del COTAS, serán responsables de evaluar la situación de cada

usuario industrial, así como su demanda potencial de agua tratada e identificar la calidad del agua requerida. De confirmarse la factibilidad de los proyectos de reuso, será obligatorio su acatamiento por parte de los usuarios potencialmente beneficiarios de los mismos.

II. 2. USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL SECTOR AGRÍCOLA

ARTICULO 19.- Las prácticas de riego serán en condiciones óptimas para minimizar las pérdidas por evaporación y por infiltración, para lo cual se dispondrá de una agenda de riego donde se registren los horarios y las observaciones en los métodos.

Será sancionada la mala nivelación de las tierras que ocasione la inundación de vados, así como se procurará que las técnicas de riego por aspersión se realicen en horarios y condiciones que minimicen la evaporación.

Los criterios para definir la eficiencia en el uso del agua en el sector agrícola y las consideraciones para definir lo que es la ineficiencia serán definidos por el Grupo Especializado de Trabajo del COTAS y dados a conocer a los usuarios para que los estándares de eficiencia sean acatados.

Las sanciones por uso ineficiente del agua serán acordes a lo dispuesto por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

De acuerdo con la disponibilidad del agua subterránea y el índice determinado de sobreexplotación y a partir de las curvas de beneficio neto marginal del agua, se promoverá la erradicación de la mitad de aquellos cultivos asociados con la sobreexplotación y menor productividad marginal del agua, para lo que se promoverán cultivos alternativos que tengan el mismo costo de producción pero mayores beneficios reales (sin considerar apoyos al campo ni estímulos a la tarifa eléctrica de energía para bombeo).

ARTICULO 20. – Tanto la CNA, como las oficinas del Distrito de Riego 01, Pabellón, en contribución con el Grupo Especializado de supervisión del COTAS, serán responsables de evaluar la situación de cada usuario agrícola, así como su demanda potencial de agua tratada e identificar la calidad del agua requerida y la factibilidad de su proyecto. Esto con el fin de sentar las bases para llevar a cabo los proyectos de reuso que maximicen la valoración del agua y optimicen su uso en las actividades prelativas y prioritarias.

II. 3. USO EFICIENTE EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Para este uso las industrias se clasifican en tres tipos: secas, con demanda de agua de primer uso y de demanda de agua tratada.

De este modo, de acuerdo con las características de la demanda de agua de cada industria, se promoverá el uso de aguas tratadas, así como el desarrollo de industrias secas y reciclaje del agua tratada.

Serán revisadas, inventariadas y supervisadas todas las descargas y emisiones de líquidos residuales, así como materiales sólidos que pongan en riesgo la calidad del agua superficial o subterránea.

ARTICULO 21. – Tanto los organismos operadores como el Grupo Especializado de supervisión del COTAS, serán responsables de evaluar la situación de cada usuario industrial, así como su demanda potencial de agua tratada e identificar la calidad del agua requerida. De confirmarse la factibilidad de los proyectos de reuso, será obligatorio su acatamiento por parte de los usuarios potencialmente beneficiarios de los mismos.

TITULO II. ACERCA DE LAS DISTINTAS ZONAS DE OPERACIÓN DEL ACUÍFERO

ARTICULO 22.- Para fines del Reglamento, se distinguen las siguientes zonas de manejo del acuífero, mismas que se representan en la figura del apéndice 1:

Zona I, de protección y reserva, que considera la porción del municipio de Aguascalientes comprendida al norte de la presa de El Niágara, así como los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo

Zonas de amortiguamiento, al sur y norte de la zona de reserva, comprendiendo la Zona 2-a, en el sur, la porción sur del municipio de Aguascalientes y el municipio de Encarnación en Jalisco. La Zona 2-b, en el Norte, los municipios de San José de Gracia y Pabellón de Arteaga, así como las áreas del Distrito de Riego No. 01 comprendidas en el municipio de Rincón de Romos.

Zona 3, de tecnificación agrícola y manejo de cuencas, que comprende la porción norte del acuífero en los municipios de Rincón de Romo, Asientos, Tepezala, y Cosío, en Aguascalientes y Genaro Codina, Luis Moya, Cuauhtémoc y Ojo Caliente en Zacatecas.

TITULO III. ACERCA DE LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONTRA LA CONTAMINACIÓN POR MANEJO DE LAS AGUAS CRUDAS, TRATADAS Y RESIDUOS SÓLIDOS

ARTICULO 23.- Será responsabilidad de los Organismos Operadores, planear el crecimiento de su infraestructura hidráulica, sin omitir la ubicación de las zonas de fracturas del terreno debidas a hundimientos diferenciales (Figura 2 del Apéndice 1). Para ello se definirán normas de diseño, construcción, operación y mantenimiento, que eviten la ruptura de ductos de agua potable y residual que pongan en riesgo al acuífero. El seguimiento de estos programas será supervisado por el **Grupo Técnico Consultivo del COTAS**.

ARTICULO 24.- El COTAS, a través de la Policía del Agua revisará sistemáticamente la situación de descargas de aguas crudas a corrientes y a sitios

de alta vulnerabilidad para el acuífero, para reportarlos y resolverlos de manera inmediata, con cargo a quien genere dichas descargas.

ARTICULO 25.- Asimismo se revisarán las condiciones de uso de agua tratada, de modo que tanto su conducción como su aplicación no constituyan un riesgo a la calidad del agua del acuífero.

ARTICULO 26.- En coordinación con las autoridades de PROFEPA y de los municipios involucrados con el área de recarga del acuífero, se integrará y actualizará el censo de ubicación y clasificación de depósitos o tiraderos de residuos sólidos, mismos que con responsabilidad de los gobiernos municipales, deberán cumplir con los criterios de diseño para no poner en riesgo al ambiente. Se promoverá que estos sitios se ubiquen o relocalicen en aquellos sitios que representen un riesgo mínimo de contaminación al acuífero; siempre que esto no contravenga prioridades de mayor importancia.

ARTICULO 27. - En correspondencia con los mapas de riesgo de contaminación, integrados con la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero, se promoverá por parte de los organismos operadores, el ordenamiento del uso de suelo, para ubicar las actividades potencialmente contaminantes lejos de las zonas de recarga del acuífero y especialmente aparte de las zonas de mayor vulnerabilidad.

Asimismo se tomarán las medidas requeridas para evitar el tránsito de fluidos contaminantes por sobre las fracturas y fallas geológicas, que representan puntos de máxima vulnerabilidad.

TITULO IV. ACERCA DE LAS TRANSFERENCIAS DE DERECHOS DE AGUA

ARTICULO 28.- Para participar en la transferencia de derechos de agua, ya sea en términos de la Ley Federal de Derechos o también de acuerdo con los programas de recuperación de derechos a favor del acuífero, será necesario cumplir con los siguientes compromisos:

- a) Estar inscrito en el Programa de Transferencia de Derechos del COTAS.
- b) En caso de que la transferencia sea a favor del acuífero; estar inscrito y contar con un dictamen calificativo del Grupo de Evaluación de la Productividad del COTAS.
- c) Contar con medidor volumétrico instalado y con antecedentes de no haber excedido la cuota establecida en el Título de Concesión obtenido de CNA, durante los últimos dos años.
- d) En las zonas de desconcentración de extracciones únicamente se permitirán las transferencias a favor del acuífero.
- e) En la zona de amortiguamiento la transferencia de derechos se permitirá únicamente a favor del acuífero o del uso público – urbano.

- f) En las zonas de conservación, la transferencia entre usuarios únicamente podrá ser por una magnitud inferior a la que se demuestre como promedio de extracciones físicas, dentro de la cuota del título de concesión; durante los últimos tres años.

TITULO V. USO EFICIENTE DEL AGUA Y ETAPAS DE APLICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ESTABILIZACIÓN A CARGO DEL COTAS

ARTICULO 14.- El uso eficiente del agua, asociado con el carácter finito y en proceso de agotamiento del agua subterránea, exige atención al cumplimiento de las acciones y metas de uso eficiente del agua programadas en el Plan de Manejo del Acuífero. Al reconocer que el cumplimiento de los objetivos será por etapas, se proponen los siguientes tres pasos de implementación, el primero, para aplicarse inmediatamente al ocurrir la publicación del presente reglamento; los siguientes, ante la futura concertación de los usuarios, autoridades y entidades representadas por el COTAS, para definir su fecha inicial de operación.

Las etapas de uso eficiente del agua se clasifican en tres:

ETAPA 1. Erradicación de prácticas de desperdicio del agua, asociadas a las deficiencias en la cultura del agua. Consiste en sensibilizar, concienciar, informar y capacitar a la población beneficiaria del acuífero, haciendo de su conocimiento la importancia de cuidar el agua, así como las sanciones por no hacerlo. Serán sancionables aquellos usuarios infractores que conozcan el marco normativo y la información para un uso más redituable y eficiente del agua.

ETAPA 2. Incorporación a los programas de estabilización del acuífero. Los usuarios agrícolas serán sujetos a un proceso de certificación oficial de los ante el COTAS, con el objeto de confirmar que las condiciones de aprovechamiento y uso del agua sean afines a un proceso de seguimiento y verificación sistemática y periódica.

Entre los aspectos por verificar se encuentran: superficie regada, tipo de cultivo, sistema de riego, eficiencia electromecánica, prácticas de riego y sistemas de instrumentación y medición disponibles.

Será de utilidad práctica contar cuando menos con los instrumentos necesarios para participar en alguno de los programas; en su defecto, participarán en el programa de instrumentación, medición, supervisión y vigilancia del COTAS, a partir del cual, inicialmente los aprovechamientos de mayor volumen concesionado y progresivamente los menores.

Con apoyo del COTAS y de su Gerencia, se procurará la certificación de eficiencia de los usuarios, a partir de la cual los mismos se incorporarán en los programas de uso eficiente del agua. En principio se partirá de una inspección visual de la modalidad con que se usa o aplica el agua y en segundo término, serán evaluados los sistemas de aplicación del líquido.

- Reconversión hidroagrícola. Se promoverá el cambio de cultivos de mayor lámina de riego, por otros de menor consumo; acción obligada en áreas que cuenten con capacidad comprobada y factible para el aprovechamiento de aguas tratadas.
- Aprovechamiento de aguas tratadas. En aquellas zonas dominadas por obras de tratamiento con infraestructura apropiada para el suministro de agua tratada a zonas agrícolas. Aquellos usuarios beneficiarios de las aguas tratadas reducirán su aprovechamiento de agua subterránea en la misma medida que aprovechen agua tratada.
- Banco de derechos a favor del acuífero. Una vez creado el Banco de Derechos de Agua del Acuífero Interestatal; sus fondos serán objeto, en la medida de su solvencia, de la compra definitiva de derechos de agua a aquellos usuarios certificados oficialmente por el COTAS. El valor de los derechos será establecido por el **grupo de valoración del COTAS**.
- Transferencia de derechos de agua a favor del acuífero. En este programa se incluyen aquellos usuarios que comprueben el aprovechamiento de agua tratada, la reconversión hidroagrícola. Asimismo, aquellos usuarios incorporados al proyecto de banco de derechos a favor del acuífero.
- Transferencia intersectorial de derechos de agua. Consiste en la venta de derechos agrícolas de usuarios de mínima productividad – certificados por el grupo de valoración del COTAS – a usuarios público – urbanos. Este programa únicamente aplicará cuando se realice con la desconcentración de las extracciones de agua subterránea.

ETAPA 3. Una vez que todos los usuarios se encuentren caracterizados y certificados por el **grupo de valoración del COTAS**, se promoverán los programas de estabilización en la medida requerida para evitar la sobreexplotación.

TITULO IV. ACERCA DE LA SUPERVISIÓN, VIGILANCIA Y AUTORIDAD PARA EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO

ARTICULO 29.- Para asegurar una óptima supervisión, vigilancia y autoridad para el cumplimiento del Reglamento, se cuenta con tres instituciones:

- Grupo de valoración del COTAS. Dirigido por el grupo técnico y con capacidad de medir, monitorear y dar un seguimiento con representatividad óptima al registro de información requerida para evaluar el papel de cada usuario en los proyectos de manejo del agua.
- Policía del agua. Instituida por personal coordinado y contratado por el COTAS, en cooperación con representantes civiles de la policía municipal,

dirigida a vigilar el cumplimiento del reglamento del acuífero, así como de la legislación federal y estatal que atañe al agua.

APENDICE 1

Figura 1. Zonas de manejo del acuífero

Zona I, de protección y reserva, que considera la porción del municipio de Aguascalientes comprendida al norte de la presa de El Niágara, así como los municipios de Jesús María y San Francisco de los Romo

Zonas de amortiguamiento, al sur y norte de la zona de reserva, comprendiendo la Zona 2-a, en el sur, la porción sur del municipio de Aguascalientes y el municipio de Encarnación en Jalisco. La Zona 2-b, en el Norte, los municipios de San José de Gracia y Pabellón de Arteaga, así como las áreas del Distrito de Riego No. 01 comprendidas en el municipio de Rincón de Romos.

Zona 3, de tecnificación agrícola y manejo de cuencas, que comprende la porción norte del acuífero en los municipios de Rincón de Romo, Asientos, Tepezala, y Cosío, en Aguascalientes y Genaro Codina, Luis Moya, Cuauhtémoc y Ojo Caliente en Zacatecas.

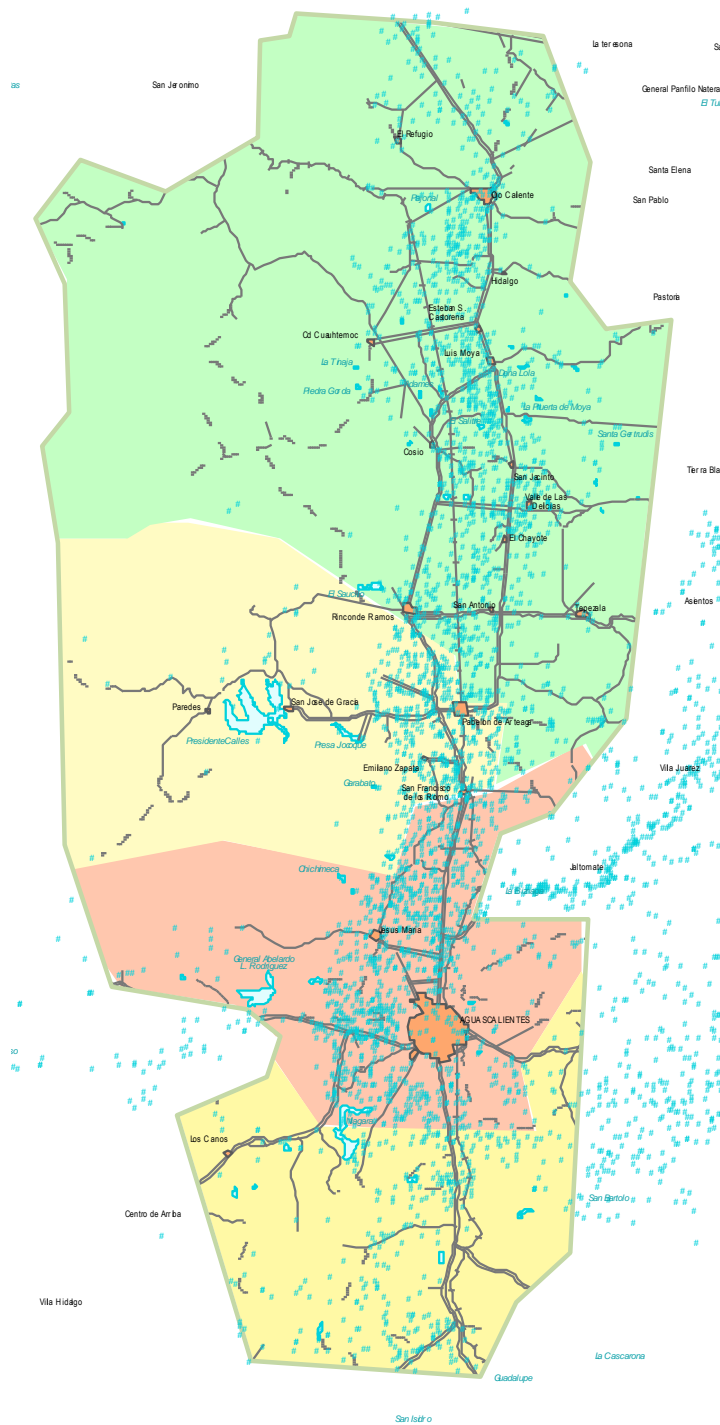
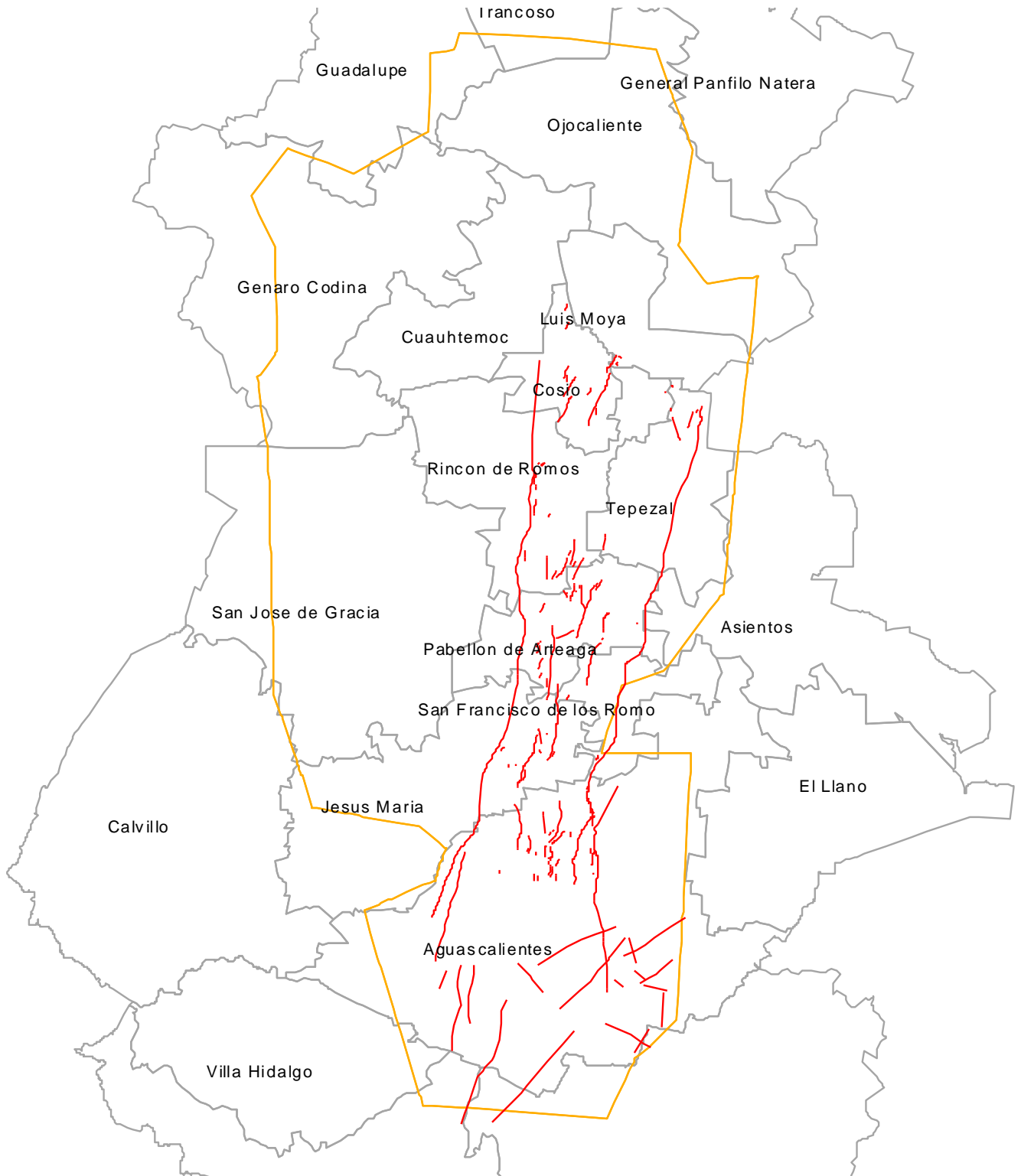


Figura 2. Municipios parcial o totalmente inscritos en el área del acuífero y localización de fallas geológicas en el Estado de Aguascalientes



**13. REGLAMENTO PRELIMINAR DEL ACUÍFERO INTERESTATAL
OJOCALIENTE – AGUASCALIENTES – ENCARNACIÓN _____ 302**

ETAPA 3. Una vez que todos los usuarios se encuentren caracterizados y certificados por el grupo de valoración del COTAS, se promoverán los programas de estabilización en la medida requerida para evitar la sobreexplotación. _____ 306

ARTICULO 15.- Para asegurar una óptima supervisión, vigilancia y autoridad para el cumplimiento del Reglamento, se cuenta con tres instituciones: _____ 306

- **Grupo de valoración del COTAS. Dirigido por el grupo técnico y con capacidad de medir, monitorear y dar un seguimiento con representatividad óptima al registro de información requerida para evaluar el papel de cada usuario en los proyectos de manejo del agua. _____ 306**

ARTICULO 16.- Para fines del Reglamento, se distinguen las siguientes zonas de manejo del acuífero, mismas que se representan en la figura del apéndice 1: _____ 307

- **Zonas de recarga. Se les denomina así a aquellas zonas que por la intensidad actual de las extracciones, se determina que la magnitud de éstas resulta inferior a la de la recarga local. _____ 307**

- **Zonas vulnerables. Son aquellas donde las condiciones geológicas y la profundidad al nivel estático lo vuelven más vulnerable a la contaminación natural o antropogénica. Destacan aquellas zonas donde se encuentran las fracturas y fallas geológicas. _____ 307**

- **Zonas de reserva de agua potable. Se definen así, aquellas zonas que circundan las localidades o sus sitios de captación, con una superficie suficiente para el abastecimiento de agua para uso público, de manera sustentable, sin sobreexplotación local y hasta el año 2030. Zonas de reuso. Aquellas donde se definen condiciones viables y sustentables para el aprovechamiento de agua tratada. _____ 307**

- **Zonas de estabilización. Son aquellas que de acuerdo con el Plan de Manejo del Acuífero deben reducir la intensidad de sus extracciones para evitar el continuo abatimiento de los niveles piezométricos. _____ 307**

ARTICULO 17.- : _____ 307

ARTICULO 18.- : _____ 307

13. REGLAMENTO PRELIMINAR DEL ACUÍFERO INTERESTATAL OJOCALIENTE – AGUASCALIENTES – ENCARNACIÓN

El Reglamento del Acuífero se propuso en el seno del COTAS y tanto su primer etapa como los criterios para ejecutar las sucesivas, fueron rectificadas con sus representantes. De este modo, para aquellos artículos asociados a una etapa, se describen las circunstancias que la definen. En los restantes, se asume su vigencia permanente.

TÍTULO I. GENERALIDADES

ARTICULO 1.- El Reglamento preliminar del acuífero interestatal Ojocaliente – Aguascalientes – Encarnación define un conjunto de preceptos, para el funcionamiento de las actividades relacionadas con el agua subterránea en el área de jurisdicción del acuífero. Promueve el cumplimiento de las Leyes Estatales en Materia de Aguas, así como de la Ley de Aguas Nacionales, dentro del marco de la política nacional de manejo del agua, donde se refiere al agua como un recurso finito, escaso y de carácter estratégico para el desarrollo del país.

La aplicación del presente reglamento compete a los Gobiernos de los Estados involucrados por conducto de sus Comisiones Estatales de Aguas y en su caso a los municipios a través de los Organismos Operadores.

ARTICULO 2.- Acerca de acciones sujetas a etapas de implementación del Reglamento

Al reconocer la labor requerida para lograr el uso eficiente y sustentable del agua y principalmente la subterránea, el Reglamento del Acuífero se propone en distintas etapas de implementación, que a partir de la evaluación de avances a cargo del Grupo de Seguimiento y Evaluación del Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), definirán su ritmo de ejecución.

TITULO II. USO EFICIENTE DEL AGUA POTABLE A CARGO DE LOS ORGANISMOS OPERADORES

ARTICULO 3.- Todos los usuarios de agua están obligados a reportar las fugas que se identifiquen en la vía pública, utilizando los medios que al efecto ponga a disposición el organismo operador las 24 horas de los 365 días del año.

ARTICULO 4.- Los usuarios de agua potable, tienen la obligación de mantener en buen estado la infraestructura intradomiciliaria, así como el empleo de aditamentos economizadores de agua, en aquellos muebles que sean factibles, para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado, con el objeto de evitar pérdidas, fugas y desperdicios de agua.

No está permitido utilizar técnicas de uso y consumo de agua que tiendan a su desperdicio, como el lavado de vehículos y riego de banquetas sin dispositivos ahorradores.

No esta permitido el lavado de vehículos automotores o cualquier otra actividad dentro de cada predio, que utilice la manguera sin dispositivos ahorradores de agua o cualquier otro sistema que desperdicie agua potable.

ARTICULO 4.- El aprovisionamiento de agua potable en tinacos o cisternas será obligatorio para los diferentes usuarios y se calculará en base a dotaciones de 100 lts/hab/día como mínimo y 250 lts/hab/día como máximo, con el objeto de permitir una mejor distribución en las colonias o fraccionamientos.

ARTICULO 5.- La dotación mínima señalada para usuarios domésticos, en el riego de jardines en cada predio, se calculará un consumo de 5 lts/m²/día.

El horario autorizado para riego de jardines en cada predio deberá ser de 7:00 p.m. a 8:00 a.m.

ARTICULO 6.- Los consumos de agua potable en instalaciones de hospedaje y alojamiento, baños públicos y centros de deporte que cuenten con regaderas, el propietario deberá abocarse a la instalación de dispositivos ahorradores que contengan la certificación del organismo operador y de la dependencia federal competente, así mismo deberán presentar en un lugar visible a todos los usuarios las recomendaciones para el ahorro del agua.

ARTICULO 7.- Identificadas las fugas de agua en las instalaciones intradomiciliarias por personal del organismo operador, el usuario contará con un plazo de 10 días hábiles para su reparación.

ARTICULO 8.- Las fugas de agua hacia el interior de las tomas domiciliarias será responsabilidad del propietario o poseedor del predio donde acontezca, siendo obligación de todo ciudadano reportar al organismo operador dichas fugas para que en sus funciones de autoridad responsable del cuidado del agua, verifique la reparación inmediata de la fuga por parte del usuario.

ARTICULO 9.- Los usuarios de agua destinada a las actividades que se señalan en el presente artículo, estarán obligados a utilizar agua residual tratada, gris, pluvial o una combinación de estas y solo por falta de las mismas podrán utilizar agua potable con sistemas y dispositivos ahorradores que fije el organismo operador.

- Los usos que deberán observar esta disposición son:
- Empresas de lavado y servicios de vehículos.
- Gasolineras para lavado de áreas de circulación.
- Construcción, ampliación, rehabilitación o mejoramiento de inmuebles.

ARTICULO 10.- Se otorga a todos los ciudadanos el derecho a la denuncia pública de todos aquellos usuarios que contravengan las disposiciones contenidas en el presente reglamento.

A cada denuncia, sea pública o privada, presentada por escrito, se tendrá la obligación de atender y realizar los procedimientos de determinación de responsabilidades administrativas que resulten. En cada caso se realizarán las inspecciones necesarias para vigilar el exacto cumplimiento del presente reglamento.

ARTICULO 11.- Compete al organismo operador sancionar las siguientes infracciones:

I.-Desperdiciar ostensiblemente el agua.

II.- Regar parques y jardines fuera del horario establecido.

III.-No permitir el libre acceso o condicionar la utilización de hidrantes colectivos o conectarse a estos clandestinamente.

IV.- Utilizar aguas de primer uso en actividades que no le requieran por su tipo de uso, cuando se disponga de aguas residuales tratadas, grises o pluviales.

V.- No mantener en buen estado la infraestructura intradomiciliaria, así como no reparar con toda oportunidad las fugas de agua que se presenten.

VI.- No instalar los dispositivos de aprovisionamiento o ahorradores que establezca el organismo operador.

VII.- No realizar las obras e instalaciones que permitan dentro de cada toma domiciliaria, la reutilización de las aguas residuales, incluyendo las grises, cuando haya sido recomendado por el organismo operador.

VIII.- No ajustar los consumos y las láminas a las tablas contenidas en el artículo 4 del presente reglamento y provocar con ello desperdicios de agua.

Las sanciones serán aplicadas por el vocal ejecutivo o el director general del organismo operador responsable o la persona a quien le delegue tal atribución.

ARTICULO 12.- Las infracciones se sancionarán con:

1. - Amonestación.

2. - Multa económica hasta de 1000 días de salario mínimo vigente.

3. - Suspensión temporal o definitiva de contratos o concesiones y como consecuencia se podrán suspender los servicios respectivos.

ARTICULO 13.- El procedimiento para la aplicación de las sanciones que se deriven de la no observancia del presente reglamento, será substanciado en los términos de las Leyes Estatales de Aguas y de la Ley de Aguas Nacionales.

En caso de flagrancia en la infracción cometida, el inspector del Organismo procederá de inmediato a fijar la sanción correspondiente, otorgando al infractor en la boleta de infracción la facultad de alegar lo que a su derecho convenga y otorgándole un plazo para el ofrecimiento de las pruebas que estime pertinentes.

TITULO III. USO EFICIENTE DEL AGUA Y ETAPAS DE APLICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ESTABILIZACIÓN A CARGO DEL COTAS

ARTICULO 14.- El uso eficiente del agua, asociado con el carácter finito y en proceso de agotamiento del agua subterránea, exige atención al cumplimiento de las acciones y metas de uso eficiente del agua programadas en el Plan de Manejo del Acuífero. Al reconocer que el cumplimiento de los objetivos será por etapas, se proponen los siguientes tres pasos de implementación, el primero, para aplicarse inmediatamente al ocurrir la publicación del presente reglamento; los siguientes, ante la futura concertación de los usuarios, autoridades y entidades representadas por el COTAS, para definir su fecha inicial de operación.

Las etapas de uso eficiente del agua se clasifican en tres:

ETAPA 1. Erradicación de prácticas de desperdicio del agua, asociadas a las deficiencias en la cultura del agua. Consiste en sensibilizar, concienciar, informar y capacitar a la población beneficiaria del acuífero, haciendo de su conocimiento la importancia de cuidar el agua, así como las sanciones por no hacerlo. Serán sancionables aquellos usuarios infractores que conozcan el marco normativo y la información para un uso más redituable y eficiente del agua.

ETAPA 2. Incorporación a los programas de estabilización del acuífero. Los usuarios agrícolas serán sujetos a un proceso de certificación oficial de los ante el COTAS, con el objeto de confirmar que las condiciones de aprovechamiento y uso del agua sean afines a un proceso de seguimiento y verificación sistemática y periódica.

Entre los aspectos por verificar se encuentran: superficie regada, tipo de cultivo, sistema de riego, eficiencia electromecánica, prácticas de riego y sistemas de instrumentación y medición disponibles.

Será de utilidad práctica contar cuando menos con los instrumentos necesarios para participar en alguno de los programas; en su defecto, participarán en el programa de instrumentación, medición, supervisión y vigilancia del COTAS, a partir del cual, inicialmente los aprovechamientos de mayor volumen concesionado y progresivamente los menores.

Con apoyo del COTAS y de su Gerencia, se procurará la certificación de eficiencia de los usuarios, a partir de la cual los mismos se incorporarán en los programas

de uso eficiente del agua. En principio se partirá de una inspección visual de la modalidad con que se usa o aplica el agua y en segundo término, serán evaluados los sistemas de aplicación del líquido.

- Reconversión hidroagrícola. Se promoverá el cambio de cultivos de mayor lámina de riego, por otros de menor consumo; acción obligada en áreas que cuenten con capacidad comprobada y factible para el aprovechamiento de aguas tratadas.
- Aprovechamiento de aguas tratadas. En aquellas zonas dominadas por obras de tratamiento con infraestructura apropiada para el suministro de agua tratada a zonas agrícolas. Aquellos usuarios beneficiarios de las aguas tratadas reducirán su aprovechamiento de agua subterránea en la misma medida que aprovechen agua tratada.
- Banco de derechos a favor del acuífero. Una vez creado el Banco de Derechos de Agua del Acuífero Interestatal; sus fondos serán objeto, en la medida de su solvencia, de la compra definitiva de derechos de agua a aquellos usuarios certificados oficialmente por el COTAS. El valor de los derechos será establecido por el **grupo de valoración del COTAS**.
- Transferencia de derechos de agua a favor del acuífero. En este programa se incluyen aquellos usuarios que comprueben el aprovechamiento de agua tratada, la reconversión hidroagrícola. Asimismo, aquellos usuarios incorporados al proyecto de banco de derechos a favor del acuífero.
- Transferencia intersectorial de derechos de agua. Consiste en la venta de derechos agrícolas de usuarios de mínima productividad – certificados por el grupo de valoración del COTAS – a usuarios público – urbanos. Este programa únicamente aplicará cuando se realice con la desconcentración de las extracciones de agua subterránea.

ETAPA 3. Una vez que todos los usuarios se encuentren caracterizados y certificados por el **grupo de valoración del COTAS**, se promoverán los programas de estabilización en la medida requerida para evitar la sobreexplotación.

TITULO IV. ACERCA DE LA SUPERVISIÓN, VIGILANCIA Y AUTORIDAD PARA EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO

ARTICULO 15.- Para asegurar una óptima supervisión, vigilancia y autoridad para el cumplimiento del Reglamento, se cuenta con tres instituciones:

- Grupo de valoración del COTAS. Dirigido por el grupo técnico y con capacidad de medir, monitorear y dar un seguimiento con representatividad óptima al registro de información requerida para evaluar el papel de cada usuario en los proyectos de manejo del agua.

- Policía del agua. Instituida por personal coordinado y contratado por el COTAS, en cooperación con representantes civiles de la policía municipal, dirigida a vigilar el cumplimiento del reglamento del acuífero, así como de la legislación federal y estatal que atañe al agua.

TITULO V. ACERCA DE LAS DISTINTAS ZONAS DE OPERACIÓN DEL ACUÍFERO

ARTICULO 16.- Para fines del Reglamento, se distinguen las siguientes zonas de manejo del acuífero, mismas que se representan en la figura del apéndice 1:

- Zonas de recarga. Se les denomina así a aquellas zonas que por la intensidad actual de las extracciones, se determina que la magnitud de éstas resulta inferior a la de la recarga local.
- Zonas vulnerables. Son aquellas donde las condiciones geológicas y la profundidad al nivel estático lo vuelven más vulnerable a la contaminación natural o antropogénica. Destacan aquellas zonas donde se encuentran las fracturas y fallas geológicas¹.
- Zonas de reserva de agua potable. Se definen así, aquellas zonas que circundan las localidades o sus sitios de captación, con una superficie suficiente para el abastecimiento de agua para uso público, de manera sustentable, sin sobreexplotación local y hasta el año 2030. Zonas de reuso. Aquellas donde se definen condiciones viables y sustentables para el aprovechamiento de agua tratada.
- Zonas de estabilización. Son aquellas que de acuerdo con el Plan de Manejo del Acuífero deben reducir la intensidad de sus extracciones para evitar el continuo abatimiento de los niveles piezométricos.

TITULO VI. ACERCA DE LAS TRANSFERENCIAS DE DERECHOS DE AGUA

ARTICULO 17.- :

TITULO VII. ACERCA DEL MANEJO DE LAS AGUAS CRUDAS, TRATADAS Y RESIDUOS SOLIDOS

ARTICULO 18.- :

¹ En las de baja vulnerabilidad, mientras no sean de recarga, se presenta un menor riesgo para el manejo de residuos.

Otras consideraciones por incluir.

En zonas agrícolas:

Sistemas de riego de mínimo consumo, de acuerdo con el tipo de cultivo que se trate.

Calidad de agua que requieren los cultivos por sistema de riego y por su ubicación, para prever posibles afectaciones a la calidad del agua del acuífero.

En redes de agua potable

Válvulas de control, automatización, sectorización, control de presiones,

Instrumentos de seguimiento y evaluación

Medidores volumétricos para cada usuario, en distintas etapas.

Uso Público

1. Macromedición
2. Medición por sectores
3. Micromedición

Uso Industrial

Medición por pozo

Uso Agrícola

1. Medición para usuarios con lámina bruta de riego mayor al promedio y volumen concesionado mayor al promedio.
2. Medición para el resto de los usuarios.
3. Calidad del agua y del suelo.
4. Beneficios y costo de la producción agrícola.

APÉNDICE 2

ANTECEDENTES LEGALES Y REGLAMENTO PRELIMINAR DEL ACUÍFERO

1. REGLAMENTO DEL ACUÍFERO, PROPUESTA PRELIMINAR CONSENSUADA, 1996

ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEON, PRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, EN EJERCICIO DE LA FACULTAD QUE ME CONFIERE LA FRACCION I DEL ARTICULO 89 DE LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, Y CON FUNDAMENTO EN EL PARRAFO QUINTO DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL, ASI COMO EN LO DISPUESTO POR LOS ARTICULOS 32 BIS, FRACCIONES I, II, II, XXIII, XXIV Y XXVI DE LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL; 1°, 4°, 6° FRACCION II, 7° FRACCIONES II Y IV, 18, 19, 38, 39, 42 Y 43 DE LA LEY DE AGUAS NACIONAL; 6°, 73, 74, 75, 76, 79 Y 80 DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES, Y OCTAVO TRANSITORIO DEL DECRETO QUE REFORMO, ADICIONO Y DEROGO DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL DIA 28 DE DICIEMBRE DE 1994, Y

CONSIDERANDO

QUE POR DECRETO PRESIDENCIAL PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, DE FECHA 24 DE MAYO DE 1963, SE DECLARO VEDA POR TIEMPO INDEFINIDO PARA EL ALUMBRAMIENTO DE AGUAS DEL SUBSUELO EN TODO EL ESTADO DE AGUASCALIENTES, EN LA ZONA DELIMITADA CON EL PERIMETRO QUE MARCAN LAS COLINDANCIAS DEL MENCIONADO ESTADO CON LOS ESTADOS LIMITROFES DE ZACATECAS Y JALISCO.

QUE LA COMISION NACIONAL DEL AGUA, LOS ORGANISMOS O DEPENDENCIAS QUE LE ANTECEDIERON EN LA GESTION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS Y EL GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, HAN REALIZADO LOS ESTUDIOS TECNICOS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 38 DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES, PUBLICADOS EN EL **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION** DE FECHA ¿?????, CUYOS RESULTADOS DEMUESTRAN QUE DESDE EL INICIO DE LA DECADA DE LOS SESENTA LA EXTRACCION DE AGUAS DEL SUBSUELO EN EL ESTADO, QUE ACTUALMENTE ES DE UNOS 556 Mm³, REBASO LA RECARGA QUE ES DEL ORDEN DE 300 Mm³ POR AÑO, LO CUAL CONDUCE A ASEVERAR QUE LOS ACUIFEROS SE ENCUENTRAN SOMETIDOS A CONDICIONES DE GRAVE SOBREEXPLOTACION;

QUE LOS MISMOS ESTUDIOS REVELAN QUE LA EXTRACCION EXCESIVA DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO HA PROVOCADO: ABATIMIENTOS PROGRESIVOS DE LOS NIVELES DE AGUA SUBTERRANEA EN LAS 5 ZONAS GEOHIDROLOGICAS LOCALIZADAS EN EL ESTADO DE LA SIGUIENTE FORMA, EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES 2.0 M POR AÑO, VALLE DE CALVILLO 1.84 M/AÑO, VALLE DE CHICALOTE 1.24 M/AÑO, ZONA DEL LLANO 1.00 M/AÑO, Y VALLE DE VENADERO 0.97 M/AÑO, LO ANTERIOR EN LOS ULTIMOS 36 AÑOS CON UN VALOR MEDIO DE 1.41 M AL AÑO EN LOS CINCO ACUIFEROS, Y PARA EL CASO PARTICULAR DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, POR LA CONCENTRACION DE APROVECHAMIENTOS SON HASTA 4.00 MTS/AÑO, LA INUTILIZACION DE POZOS, LA DISMINUCION DE SU CAUDAL, EL INCREMENTO DE LOS COSTOS DE BOMBEO, EL AGOTAMIENTO DE MANANTIALES Y EL ASENTAMIENTO DEL TERRENO, SON EFECTOS PERJUDICIALES TODOS ELLOS QUE HAN SIDO CONSTATADOS POR LOS USUARIOS DEL RECURSO.

QUE EL ACTUAL REGIMEN DE GRAVE SOBREEXPLOTACION AMENAZA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS DESARROLLOS ESTABLECIDOS EN LAS CINCO ZONAS GEOHIDROLOGICAS, CON IMPACTO PREVISIBLE PARTICULARMENTE PERJUDICIAL SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA ZONA URBANO INDUSTRIAL DE LA CAPITAL DEL ESTADO.

QUE EL ARTICULO 39 DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES ESTABLECE QUE EL EJECUTIVO FEDERAL, EN LA REGLAMENTACION DE LA EXPLOTACION, USO O APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS NACIONALES, FIJARA LOS VOLUMENES DE EXTRACCION Y DESCARGA QUE SE PODRAN AUTORIZAR. LAS MODALIDADES O LIMITES A LOS DERECHOS DE LOS CONCESIONARIOS O ASIGNATARIOS, ASI COMO LAS DEMAS DISPOSICIONES ESPECIALES QUE SE REQUIERAN POR CAUSA DE INTERES PUBLICO Y QUE, IGUALMENTE, EN CIRCUNSTANCIAS DE SEQUIAS EXTRAORDINARIAS, DE SOBREEXPLOTACION GRAVE DE ACUIFEROS O EN ESTADOS SIMILARES DE NECESIDAD O URGENCIA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR, PODRA ADOPTAR LAS MEDIDAS QUE SEAN NECESARIAS EN RELACION CON LA EXPLOTACION, USO O APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS NACIONALES, PARA ENFRENTAR ESTAS SITUACIONES.

QUE LA COMISION NACIONAL DEL AGUA HA REALIZADO UNA CAMPAÑA DE CONCERTACION PARA PROMOVER LA PARTICIPACION DE LOS USUARIOS EN LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS, Y DAR A CONOCER A LOS REPRESENTANTES DE TODOS LOS SECTORES USUARIOS DE LAS 5 ZONAS GEOHIDROLOGICAS; EL PROYECTO DEL PRESENTE REGLAMENTO, A FIN DE QUE DEBIDAMENTE INFORMADOS DE LOS COMPROMISOS Y DISPOSICIONES QUE EN EL SE ESTABLECEN, PARTICIPEN EN SU REVISION Y PERFECCIONAMIENTO, Y QUE ES IMPERATIVO REGLAMENTAR LAS EXTRACCIONES Y LOS APROVECHAMIENTOS DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO EN LAS CINCO ZONAS GEOHIDROLOGICAS, TOMANDO EN

CUENTA LAS DEMANDAS DE LOS DIFERENTES SECTORES Y LA DISPONIBILIDAD PERMANENTE DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS SUBTERRANEOS, PARA PRESERVARLOS, GARANTIZAR EL SUMINISTRO EN CANTIDAD SUFICIENTE Y DE CALIDAD ADECUADA, PROCURAR SU DISTRIBUCION EQUITATIVA ENTRE LOS USUARIOS, ESTABLECER DISPOSICIONES DE AHORRO, EFICIENCIA Y AUSTERIDAD E IMPLANTAR MEDIDAS DE CONTROL, ORDEN Y DISCIPLINA, CON EL PROPOSITO DE BUSCAR EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL VALLE, HE TENIDO A BIEN EXPEDIR EL SIGUIENTE:

REGLAMENTO PARA LA EXTRACCION, EXPLOTACION, USO Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO EN LAS ZONAS GEOHIDROLOGICAS DENOMINADAS VALLE DE AGUASCALIENTES, CHICALOTE, EL LLANO, VENADERO, Y CALVILLO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES.

TITULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES

CAPITULO I DEFINICIONES

ARTÍCULO 1.- PARA LOS EFECTOS DEL PRESENTE REGLAMENTO, LOS TERMINOS QUE A CONTINUACION SE RELACIONAN TENDRAN LA CONNOTACION QUE SE INDICA:

ACUIFERO DE AGUASCALIENTES.- EL QUE SUBYACE EN LA ZONA DENOMINADA VALLE DE AGUASCALIENTES, DEFINIDA POR LA POLIGONAL QUE SE DESCRIBE EN EL ARTICULO 4°.

ACUIFERO DE CHICALOTE.- EL QUE SUBYACE EN LA ZONA DENOMINADA VALLE DE CHICALOTE, DEFINIDA POR LA POLIGONAL QUE SE DESCRIBE EN EL ARTICULO 4°.

ACUIFERO DEL LLANO.- EL QUE SUBYACE EN LA ZONA DENOMINADA EL LLANO, DEFINIDA POR LA POLIGONAL QUE SE DESCRIBE EN EL ARTICULO 4°.

ACUIFERO DE VENADERO.- EL QUE SUBYACE EN LA ZONA DENOMINADA VALLE DE VENADERO. DEFINIDA POR LA POLIGONAL QUE SE DESCRIBE EN EL ARTICULO 4°.

ACUIFERO DE CALVILLO.- EL QUE SUBYACE EN LA ZONA DENOMINADA VALLE DE CALVILLO. DEFINIDA POR LA POLIGONAL QUE SE DESCRIBE EN EL ARTICULO 4°.

DISPONIBILIDAD.- DIFERENCIA ENTRE LA RECARGA MEDIA Y EL VOLUMEN DE EXTRACCION DEL ACUIFERO, CUANDO AQUELLA ES MAYOR QUE ESTE.

EL PADRON.- LA RELACION DE USUARIOS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 5°.

LA COMISION.- COMISION NACIONAL DEL AGUA.

LA LEY.- LA LEY DE AGUAS NACIONAL Y SU REGLAMENTO.

RECARGA MEDIA.- VOLUMEN MEDIO ANUAL DE AGUA QUE RECIBE UN ACUIFERO A LARGO PLAZO.

RECARGA NATURAL.- VOLUMEN DE AGUA QUE RECIBE UN ACUIFERO EN SU ESTADO NATURAL, GENERALMENTE ORIGINADO POR LA INFILTRACION DE LA LLUVIA Y DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL VIRGEN; SINONIMO DEL CONCEPTO "CUOTA NATURAL DE RENOVACION" CITADO EN **LA LEY**.

REPDA.- REGISTRO PUBLICO DE DERECHOS DE AGUA.

EL REGLAMENTO.- EL PRESENTE ORDENAMIENTO.

SOBREEXPLOTACION.- REGIMEN DE SOBREEXPLOTACION DE UN ACUIFERO, QUE PROVOCA EFECTOS FISICOS Y ECONOMICOS PERJUDICIALES, LOS CUALES MERMAN LA CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA SUBTERRANEA; GENERALMENTE SE PRESENTA CUANDO LA EXTRACCION REBASA LA **RECARGA MEDIA**.

TITULO(S).- DOCUMENTO(S) QUE ACREDITA(N) ASIGNACION O CONCESION PARA LA EXPLOTACION, USO O APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS NACIONALES DEL SUBSUELO.

ZONAS REGLAMENTADAS.- LAS ZONAS DEL VALLE DE AGUASCALIENTES, CHICALOTE, EL LLANO, VENADEO Y CALVILLO, EN QUE SON APLICABLES LAS DISPOSICIONES DE **EL REGLAMENTO**, DEFINIDAS POR LAS POLIGONALES QUE SE DESCRIBE EN EL ARTICULO 4°.

CAPITULO II AMBITO DE APLICACIÓN

ARTICULO 2.- EL PRESENTE ORDENAMIENTO CUYA ESCENCIA JURIDICA SE SUSTENTA EN EL ARTICULO 6°, FRACCION II, DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES, ES DE INTERES PUBLICO Y TIENE POR OBJETO REGLAMENTAR LA EXTRACCION, EL APROVECHAMIENTO, EL USO Y LA EXPLOTACION DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS VALLES DE AGUASCALIENTES, CHICALOTE, EL LLANO, VENADERO Y CALVILLO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, PARA PRESERVAR EL RECURSO EN

CANTIDAD Y CALIDAD, PROMOVER SU APROVECHAMIENTO INTEGRAL, PROCURAR SU USO EFICIENTE Y PROPICIAR SU DISTRIBUCION EQUITATIVA, PARA CONTRIBUIR AL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LAS ZONAS.

ARTICULO 3.- LA APLICACIÓN DEL PRESENTE REGLAMENTO COMPETE A LA COMISION, QUE PROMOVERA LA ACTIVA PARTICIPACION DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES Y DEL CONSEJO DE CUENTA LERMA SANTIAGO, ASI COMO DE LAS AUTORIDADES MUNICIPALES, DEPENDENCIAS OFICIALES, INSTITUCIONES EDUCATIVAS, AGRUPACIONES DE USUARIOS Y DEMAS ENTIDADES, QUE TENGAN COMPETENCIA DENTRO DE LOS VALLES DE AGUASCALIENTES, CHICALOTE, EL LLANO, VENADERO Y CALVILLO, EN LA REVISION Y PERFECCIONAMIENTO DE LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS EN EL REGLAMENTO Y EN LA VIGILANCIA DE SU CUMPLIMIENTO.

ARTÍCULO 4.- EL REGLAMENTO ES APLICABLE DENTRO DE LAS ZONAS GEOGRAFICAMENTE INSCRITAS EN LAS POLIGONALES CUYOS VERTICES SE ENUMERAN A CONTINUACION:

VALLE DE AGUASCALIENTES

VERTICE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	MUNICIPIO	REFERENCIA GEOGRAFICA
1	22°27'36"	102°18'51"	COSIO	2.2 KM N. DE ZACATEQUILLAS
2	22°27'46"	102°17'50"	COSIO	3.3 KM N.E. DE ZACATEQUILLAS
3	22°25'09"	102°16'54"	COSIO	1.5 KM N.E. DE LOS ADAME
4	22°23'04"	102°14'35"	RINCON DE ROMOS	0.4 KM W. DE EL COECILLO
5	22°19'09"	102°11'54"	TEPEZALA	2.4 KM E. DEL VALLE DE LAS DELICIAS
6	22°21'09"	102°11'26"	TEPEZALA	3.3. KM E. DE LA COL. 16 DE SEP.
7	22°20'48"	102°09'02"	TEPEZALA	4 KM AL N.E. DE MESILLAS
8	22°17'19"	102°09'41"	TEPEZALA	3.6 KM S.E. DE OJO DE AGUA DE LOS MONTES
9	21°57'30"	102°16'00"	SN. FCO. DE LOS ROMO	0.4 KM S.W DE EL PUERTECITO
10	21°45'45"	102°15'30"	AGS	0.8 KM N.E. DE COTORINA
11	21°39'06"	102°18'00"	AGS	1.3 KM S.E. DE EL TURICATE
12	21°39'06"	102°22'11"	AGS	1.1 KM S. DE LOS DOLORES
13	21°42'03"	102°30'20"	AGS	3.3 KM S. DEL TARAY
14	21°45'00"	102°26'00"	AGS	2.3 KM S.W. DE CABECITA 3 MARIAS
15	21°48'00"	102°26'15"	AGS	3.4 KM E. DE LA MORENA
16	21°49'20"	102°23'30"	AGS	1.6 KM S.W. DE LA COTORRA
17	21°53'35"	102°24'30"	JESUS MA.	1 KM S. DE LA TOMATINA
18	22°00'00"	102°22'30"	JESUS MA.	1.6 KM W. DE CHICHIMECO
19	22°02'00"	102°20'00"	JESUS MA.	1.8 KM N.W. DE VALLADOLID
20	22°08'45"	102°21'05"	RINCON DE ROMOS	2.8 KM SUR DE PABELLON DE HIDALGO
21	22°18'20"	102°20'00"	RINCON DE ROMOS	0.4 KM N.E. DEL MUERTO
22	22°19'30"	102°17'45"	COSIO	1 KM N.W. DE LA PUNTA

VERTICE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	MUNICIPIO	REFERENCIA GEOGRAFICA
23	22°22'30"	102°18'40"	COSIO	1.5 KM N.W. DE COSIO
24	22°22'40"	102°20'00"	COSIO	3.5 KM N.W. DE COSIO
25	22°23'18"	102°20'00"	COSIO	1.5 KM W. DE EL SALERO
26	22°23'25"	102°19'35"	COSIO	0.3 KM W. DE EL SALERO

VALLE DE CHICALOTE

VERTICE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	MUNICIPIO	REFERENCIA GEOGRAFICA
1	22°17'03"	102°05'42"	ASIENTOS	5 KM N. DE ASIENTOS
2	22°17'45"	102°04'07"	ASIENTOS	0.1 KM N. DE JARILLAS
3	22°16'48"	102°02'38"	ASIENTOS	1.9 KM N.E. DE NORIAS DE BORREGO
4	22°14'53"	102°01'20"	ASIENTOS	3 KM N. DE BIMBALETES
5	22°14'16"	102°00'36"	ASIENTOS	2.2. KM AL N.E. DE BIMBALETES
6	22°13'35"	102°00'25"	ASIENTOS	2.3 KM E. DE BIMBALETES
7	22°09'13"	102°00'25"	ASIENTOS	1 KM N. DE EL COPETILLO
8	22°09'13"	102°01'09"	ASIENTOS	1 KM N.E. DE LA GLORIA
9	22°07'55"	102°01'48"	ASIENTOS	2.2 KM N.W. DE SN RAFAEL DE OCAMPO
10	22°06'52"	101°58'17"	ASIENTOS	1 KM W. DE SAN JOSE DE TULILLO
11	22°03'00"	101°52'30"	ASIENTOS	0.7 KM N. DE EL EPAZOTE
12	22°03'00"	102°01'00"	ASIENTOS	0.5 KM N. DE AMARILLAS DE ESPARZA
13	22°03'40"	102°02'30"	EL LLANO	1.6 KM N.E. DE SN VICENTE
14	22°03'40"	102°05'00"	ASIENTOS	1.4 KM S.W DE EL LLAVERO
15	22°00'00"	102°07'30"	AGS	1.4 KM S.W. DE LA COYOTERA
16	21°58'30"	102°07'30"	EL LLANO	1.9 KM N. DE MIRANDILLA
17	21°58'30"	102°15'42"	SN. FCO. DE LOS ROMO	1.6 KM N.E. DE EL PUERTECITO
18	22°00'47"	102°14'57"	SN. FCO. DE LOS ROMO	0.9 KM N.E. DE CHICALOTE
19	22°00'47"	102°10'00"	AGS	1.7 KM W. DE JALTOMATE
20	22°05'00"	102°07'00"	ASIENTOS	2 KM N.W. DE EL TULE
21	22°15'00"	102°04'00"	ASIENTOS	2.8 KM N.E. DE ASIENTOS

VALLE DEL LLANO

VERTICE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	MUNICIPIO	REFERENCIA GEOGRAFICA
1	22°02'42"	101°51'53"	ASIENTOS	0.6 KM E. DE EL EPAZOTE
2	22°01'55"	101°50'41"	ASIENTOS	LOS CAMPOS
3	22°00'00"	101°51'35"	ASIENTOS	3 KM N.E. DE LAS NEGRITAS
4	22°01'00"	101°56'00"	ASIENTOS	0.7 KM N.E DE VACIERO
5	22°00'00"	101°58'00"	EL LLANO	3.6 KM E. DE LA LUZ
6	21°57'10"	101°55'30"	EL LLANO	1.2 KM S.E DE JUAN GRANDE
7	21°57'10"	101°57'00"	EL LLANO	0.7 KM S. DE OJO DE A. DE CRUCITAS
8	21°54'20"	101°53'39"	EL LLANO	8 KM S.E. DE PALO ALTO
9	21°51'02"	102°03'28"	EL LLANO	0.1 KM S.E. DE LA FRONTERA
10	21°49'12"	102°03'50"	EL LLANO	0.4 KM S. DE LA LUZ
11	21°47'06"	102°05'03"	AGS	5.6 KM S.E DE LA TINAJA
12	21°47'12"	102°05'19"	AGS	5 KM S.E. DE LA TINAJA
13	21°46'14"	102°06'32"	AGS	0.3 KM E. DE LOS VAZQUEZ
14	21°45'01"	102°07'27"	AGS	2.5 KM S.E. DE LOS DURON
15	21°45'12"	102°08'06"	AGS	1.8 KM E. DE LOS DURON

VERTICE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	MUNICIPIO	REFERENCIA GEOGRAFICA
16	21°43'58"	102°08'12"	AGS	2.8 KM E. DE LOS CUERVOS
17	21°42'56"	102°10'20"	AGS	1.9 KM S.W. DE LOS CUERVOS
18	21°45'00"	102°13'00"	AGS	1.2 KM S.W. DE SAN BARTOLO
19	21°47'30"	102°12'30"	AGS	2.4 KM S. DE CALVILLITO
20	21°51'15"	102°09'15"	EL LLANO	1 KM N. DE SAN SEBASTIAN
21	21°57'30"	102°10'00"	AGS	1.1. KM N.W. DE S. JOSE DE LA ORDEÑA
22	21°57'30"	102°05'00"	EL LLANO	2.8 KM S.W. DE EL MUERTO
23	22°02'00"	102°05'00"	ASIENTOS	0.5 KM. DE JILOTEPEC
24	22°03'10"	102°02'55"	EL LLANO	0.6 KM S.E. DE SAN VICENTE
25	22°02'00"	102°00'00"	EL LLANO	1.6 KM N. DEL NOVILLO

VALLE DE VENADERO

VERTICE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	MUNICIPIO	REFERENCIA GEOGRAFICA
1	21°52'30"	102°33'00"	JESUS MA	2.6 KM N.W. DE PIEDRAS NEGRAS
2	21°52'30"	102°31'00"	JESUS MA	2 KM S.W. DE PEDERNAL 1°
3	21°54'00"	102°30'40"	JESUS MA	1 KM N.W. DE PEDERNAL 1°
4	21°53'15"	102°28'45"	JESUS MA	1.3 KM S.E. DE LA LOMA
5	21°54'00"	102°27'00"	JESUS MA	0.5 KM E. DE LA PRESITA
6	21°52'30"	102°27'00"	JESUS MA	1.5 KM E. DE SN. IGNACIO ZARAGOZA
7	21°50'00"	102°31'15"	JESUS MA	1.2 KM E. DE CANUTILLO
8	21°50'00"	102°32'30"	JESUS MA	1.2 KM W. DE CANUTILLO

VALLE DEL CALVILLO

VERTICE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	MUNICIPIO	REFERENCIA GEOGRAFICA
1	22°00'00"	102°39'30"	CALVILLO	1.4 KM N.E. DE PUERTA DE FRAGUAS
2	21°53'00"	102°39'30"	CALVILLO	1.4 KM N.E. DE COLOMOS
3	21°53'30"	102°36'30"	JESUS MA	2.6 KM N. DE EL SAUZ
4	21°51'30"	102°36'30"	JESUS MA	2.1 KM W. DE LOS PUENTES CUATES
5	21°49'30"	102°40'00"	CALVILLO	6 KM S. DE CALVILLO
6	21°43'52"	102°45'30"	CALVILLO	3.7 KM S.W. DE LOS ALISIOS
7	21°44'04"	102°46'05"	CALVILLO	3.8 KM S.W DE MESA DEL ROBLE
8	21°44'40"	102°47'07"	CALVILLO	3 KM S. DE JALTICHE DE ARRIBA
9	21°47'01"	102°50'43"	CALVILLO	3.8 KM N.W. DE JALTICHE DE ABAJO
10	21°47'47"	102°51'25"	CALVILLO	2 KM S.W. DE PRESA DE LOS SERNA
11	21°55'00"	102°45'00"	CALVILLO	1 KM N.W. DE EL PAPANON
12	21°57'30"	102°45'00"	CALVILLO	1.7 KM S.W DE LA PEDRERA
13	22°00'00"	102°43'00"	CALVILLO	0.1 KM S. DE EL TEMAZCAL

ARTICULO 5.- PARA FINES DE RECONOCIMIENTO Y EJERCICIO DE DERECHOS. **LA COMISION** INTEGRARA EL PADRON DE LOS USUARIOS DEL AGUA SUBTERRANEA ASENTADOS EN LA **ZONA REGLAMENTADA**, EN EL CUAL SE INSCRIBIRAN TODAS LAS PERSONAS FISICAS Y MORALES, CON TITULO DE ASIGNACION O CONCESION INSCRITO EN **EL REPDA**, ASI COMO AQUELLAS QUE TENGAN EN TRAMITE LA EXPEDICION DE SU TITULO DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES VIGENTES. CONSIGNANDO PARA CADA INSCRIPCION, INFORMACION GENERAL SOBRE EL USUARIO Y DATOS RELATIVOS A SU APROVECHAMIENTO: LOCALIZACION, CAUDAL Y VOLUMEN DE EXTRACCION. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS, EQUIPAMIENTO, REGIMEN DE OPERACIÓN Y USO DEL AGUA.

ARTICULO 6.- SE ESTABLECEN ZONAS DE RESERVA DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA SERVICIOS PUBLICOS URBANOS DE LAS CIUDADES DE AGUASCALIENTES Y CALVILLO, LAS QUE SE ENCUENTRAN COMPRENDIDAS POR LAS SIGUIENTES POLIGONALES.

ZONA DE RESERVA I LOCALIZADA AL SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES

VERTICE	NOMBRE DEL POBLADO O SITIO GEOGRAFICO	MUNICIPIO	LATITUD N	LONGITUD W.G.
1	2 KM AL S.W. SALTO DE OJOCALIENTE	AGS	21°51'28"	102°15'40"
2	1.9 KM A. N.E. DE PEÑUELAS	AGS	21°43'50"	102°15'40"
3	4 KM AL W. DE LOS CUERVOS	AGS	21°43'50"	102°12'00"
4	0.5 KM AL S.E. NORIAS DE PASO HONDO	AGS	21°51'28"	102°12'00"

ZONA DE RESERVA II SUR DEL VALLE DE AGUASCALIENTES

VERTICE	NOMBRE DEL POBLADO O SITIO GEOGRAFICO	MUNICIPIO	LATITUD N	LONGITUD W.G.
1	2 KM AL S.W. DE LOS DOLORES	AGS	21°39'32"	102°23'23"
2	1.4 KM AL SUR DE LOS DOLORES	AGS	21°39'06"	102°22'11"
3	3.2 KM AL S.W. DE SAN ANTONIO DE PEÑUELAS	AGS	21°39'06"	102°19'25"
4	2.2 KM AL S.W. DE MONTORO	AGS	21°44'10"	102°19'25"
5	1 KM AL S. DE MONTORO	AGS	21°44'10"	102°18'20"
6	1 KM AL N. DE MONTORO	AGS	21°45'38"	102°18'20"
7	2.2 KM AL N.W. DEL SALTO	AGS	21°45'38"	102°23'23"

ZONA DE RESERVA III ESTE DEL VALLE CALVILLO

VERTICE	NOMBRE DEL POBLADO O SITIO GEOGRAFICO	MUNICIPIO	LATITUD N	LONGITUD W.G.
1	2 KM AL E. DE MALPASO	CALVILLO	21°51'30"	102°38'30"
2	2.6 KM AL S.E DE MALPASO	CALVILLO	21°51'00"	102°38'22"
3	S.9 KM AL S.E. POB. EL SAUZ	CALVILLO	21°51'20"	102°36'08"
4	1.9 KM AL S.E. POB. EL SAUZ	CALVILLO	21°51'50"	102°36'18"

TITULO SEGUNDO
EXTRACCION, EXPLOTACION, USO Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS
SUBTERRANEAS

CAPITULO I
ASIGNACIONES Y CONCESIONES

ARTICULO 7.- EL VOLUMEN TOTAL CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRANEA SERA AJUSTADO POR LA **COMISION**, PREVIA CONCERTACION CON LOS USUARIOS, PARA QUE SU VALOR SEA SIMILAR EN MAGNITUD A LA **RECARGA MEDIA**, QUE EN LA ACTUALIDAD SE ESTIMA PARA EL ACUIFERO DE AGUASCALIENTES EN 225 Mm³/AÑO, PARA CHICALOTE 35 Mm³, VENADERO 5 Mm³ Y CALVILLO 23 Mm³.

ARTICULO 8.- LA DURACION DE LAS CONCESIONES SERA HASTA DE 50 AÑOS, PARA DAR SEGURIDAD JURIDICA A LOS USUARIOS, PERO EL VOLUMEN DE AGUA INICIALMENTE AUTORIZADO EN LOS **TITULOS**, SERA AJUSTADO POR **LA COMISION**, PREVIA CONCERTACION CON LOS CONCESIONARIOS, CONFORME A LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRANEA Y AL PROGRAMA DE REDUCCION DE EXTRACCIONES QUE APLICARA COMO PARTE DEL PROGRAMA DE ESTABILIZACION DEL ACUIFERO, DESCRITO EN EL CAPITULO I DEL TITULO CUARTO DE **EL REGLAMENTO**.

ARTICULO 9.- LAS MODIFICACIONES DE LOS VOLUMENES DE AGUA CONCESIONADOS, ACORDADAS CON LOS USUARIOS, SERAN INSCRITAS EN LOS **TITULOS**, EN **EL REPDA** Y EN **EL PADRON**, Y PUBLICADAS EN EL **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION** Y EN EL BOLETIN DE AGUAS SUBTERRANEAS QUE SE MENCIONA EN EL ARTICULO 31, FRACCION II DE **EL REGLAMENTO**.

ARTICULO 10.- EL OTORGAMIENTO DE NUEVAS CONCESIONES DE AGUA SUBTERRANEA PARA USO DOMESTICO, SERA CONDICIONADO A UN VOLUMEN DE APROVECHAMIENTO ANUAL NO MAYOR QUE METROS CUBICOS, CUYA EXTRACCION DEBERA LLEVARSE A CABO CON AEROMOTOR, BOMBA SOLAR O GUIMBALETE, DE 5.1 CM (2") DE DIAMETRO DE SUCCION COMO MAXIMO, QUEDANDO PROHIBIDA LA INSTALACION DE MOTOR ELECTRICO O DE COMBUSTION INTERNA EN ESTAS CAPTACIONES.

ARTICULO 11.- EL OTORGAMIENTO DE NUEVAS CONCESIONES O ASIGNACIONES DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA USOS DIFERENTES DEL INDICADO EN EL ARTICULO ANTERIOR, ESTARA CONDICIONADO A QUE LOS INTERESADOS ADQUIERAN DERECHOS SOBRE VOLUMENES DE AGUA, CONFORME AL CRITERIO ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 29, FRACCION III, DE **EL REGLAMENTO**.

ARTICULO 12.- LA COMISION PRORROGARA LAS CONCESIONES A LOS USUARIOS QUE LO SOLICITEN, SIEMPRE QUE DEMUESTREN ESTAR AL CORRIENTE EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES CONTENIDAS EN SUS **TITULOS**, EN LA LEY Y EN **EL REGLAMENTO**.

CAPITULO II AUTORIZACIONES Y PERMISOS

ARTICULO 13.- LA COMISION OTORGARA PERMISOS PARA REPONER, RELOCALIZAR, REHABILITAR Y CAMBIAR LAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS O DE EQUIPAMIENTO DE LAS CAPTACIONES EXISTENTES, A AQUELLOS SOLICITANTES QUE CUENTEN CON **TITULOS**, SE ENCUENTREN AL CORRIENTE EN EL CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN ELLOS, EN **LA LEY** Y EN **EL REGLAMENTO** Y, SEGÚN EL CASO, DEMUESTREN:

I.- QUE EL CAUDAL, EL RENDIMIENTO O LA CALIDAD DE AGUA QUE TENIAN ORIGINALMENTE SUS CAPTACIONES, HAN SIDO MERMADOS POR CUALQUIER CAUSA;

II.- QUE SUS CAPTACIONES HAN SUFRIDO UN DETERIORO QUE IMPIDE SU NORMAL FUNCIONAMIENTO.

III.- QUE LAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS O DE EQUIPAMIENTO ESTABLECIDAS EN LOS **TITULOS** RESPECTIVOS, NO PERMITEN EXTRAER AGUA DE LA CALIDAD REQUERIDA O EN LA CANTIDAD CONCESIONADA EN LOS MISMOS;

IV.- QUE LA PROFUNDIDAD DE SUS POZOS O LA LONGITUD DE SUS CAMARAS DE BOMBEO, SE HAN VUELTO INSUFICIENTES PARA CAPTAR EL CAUDAL REQUERIDO, DEBIDO AL ABATIMIENTO REGIONAL DE LOS NIVELES DE AGUA O A LA INTERFERENCIA DE CAPTACIONES CIRCUNVECINAS.

V.- QUE EL POZO DE REPOSICION SERA LOCALIZADO, DENTRO DEL MISMO PREDIO, Y A UNA DISTANCIA IGUAL O MENOR QUE 100 METROS DEL POZO ORIGINAL;

VI.- QUE EL POZO RELOCALIZADO SERA EMPLAZADO A UNA DISTANCIA MAYOR QUE 100 METROS DEL POZO ORIGINAL, DENTRO DE LA ZONA REGLAMENTADA, EN EL MISMO PREDIO O EN OTRO PROPIEDAD DEL SOLICITANTE UBICADO EN UN AREA DE IGUAL O MENOR RITMO DE ABATIMIENTO, Y PARA VERIFICAR LO INDICADO EN LAS FRACCIONES I A LA VI, **LA COMISION** REALIZARA LAS VISITAS DE INSPECCION QUE CONSIDERE PERTINENTES.

ARTICULO 14.- PARA REALIZAR LOS TRABAJOS AUTORIZADOS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO ANTERIOR, **LA COMISION** CONCEDERA UN PERMISO, CUYA VIGENCIA, INCLUYENDO LAS PRORROGAS QUE LOS INTERESADOS SOLICITEN EN SU OPORTUNIDAD, NO PODRA EXCEDER EL PLAZO DE TRES AÑOS QUE SEÑALA EL ARTICULO 27, FRACCION III, DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.

ARTICULO 15.- LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS POZOS QUE SE AUTORICEN Y LOS EXISTENTES, SERA DETERMINADA POR **LA COMISION** EN CADA CASO, TOMANDO EN CUENTA EL REGIMEN DE OPERACIÓN DE UNOS Y OTROS, SUS GASTOS DE EXTRACCION Y LAS CARACTERISTICAS HIDRAULICAS LOCALES DEL ACUIFERO, A FIN DE PREVENIR DAÑOS A TERCEROS POR INTERFERENCIA HIDRAULICA.

ARTICULO 16.- LOS POZOS CUYA CONSTRUCCION SE HAYA AUTORIZADO, PARA SUSTITUIR A OTROS CON CARÁCTER DE REPOSICIONES Y RELOCALIZACIONES O PARA EXTRAER VOLUMENES DE AGUA ADQUIRIDOS MEDIANTE TRANSMISION TOTAL DE DERECHOS, SOLO SE PODRAN OPERAR UNA VEZ QUE **LA COMISION** VERIFIQUE Y LEVANTE ACTA TESTIMONIAL PARA CONSIGNAR, QUE LOS POZOS ORIGINALES HAN SIDO DESTRUIDOS O CLAUSURADOS A SU ENTERA SATISFACCION. POR CUENTA DE LOS USUARIOS UTILIZANTES, EN CUMPLIMIENTO DE LA NOM-004-CNA, Y QUE EL NUEVO POZO SATISFACE LOS REQUISITOS DE CONSTRUCCION QUE ESTABLECE LA NOM-003-CNA.

ARTICULO 17.- NO SE AUTORIZARAN LOS CAMBIOS DEL USO DEL AGUA INDICADOS A CONTINUACION:

I.- DEL DOMESTICO A OTRO USO;

II.- DEL PUBLICO URBANO A OTRO USO;

ARTICULO 18.- FUERA DE LOS CASOS PREVISTOS EN EL ARTICULO ANTERIOR, **LA COMISION** PODRA AUTORIZAR CAMBIOS DE USO DEL AGUA A LOS USUARIOS QUE ESTEN AL CORRIENTE EN EL CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN SUS TITULOS, EN **LA LEY** Y EN **EL REGLAMENTO**, CON LA OBLIGACION DE OBSERVAR LAS CONDICIONES ESPECIFICAS QUE EN CADA CASO SE FIJEN.

ARTICULO 19.- PARA LA CONSTRUCCION DE POZOS U OTRAS INSTALACIONES QUE TENGAN COMO PROPOSITO, CONOCER LA POSICION DE LOS NIVELES Y LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA Y, EN GENERAL, OBTENER INFORMACION ACERCA DEL SUBSUELO, SERA NECESARIO CONTAR CON UN PERMISO EXPEDIDO POR **LA COMISION** Y CUMPLIR CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES.

ARTICULO 20.- PARA LA APLICACIÓN DE POZOS DE INYECCION U OTRO TIPO DE OBRAS QUE TENGAN COMO OBJETIVO LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUIFERO, SERA NECESARIO CONTAR CON PERMISO DE **LA COMISION**, QUE LO OTORGARA CUANDO LOS ESTUDIOS BASICOS Y EL PROYECTO PRESENTADOS POR EL SOLICITANTE, DEMUESTREN QUE LAS OBRAS SON VIABLES, QUE CUENTAN CON LA RESOLUCION AMBIENTAL CORRESPONDIENTE Y QUE SE CUMPLEN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS EMITIDAS AL RESPECTO.

CAPITULO III TRANSMISION DE TITULOS

ARTICULO 21.- LAS CONCESIONES DE AGUA PARA USO DOMESTICO NO PODRAN SER OBJETO DE TRANSMISION DE DERECHOS, QUE IMPLIQUEN CAMBIOS EN EL SITIO DE EXTRACCION O EN EL USO DEL AGUA.

ARTICULO 22.- LOS VOLUMENES DE AGUA PARA USO PUBLICO-URBANO ASIGNADOS A LOS AYUNTAMIENTOS, SOLO SE PODRAN TRANSFERIR A OTRO AYUNTAMIENTO PARA EL MISMO USO Y EN EL MISMO ACUIFERO. LAS ENTIDADES O LAS EMPRESAS PARTICULARES A LAS QUE LOS AYUNTAMIENTOS HAYA CONCESIONADO LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, NO PODRAN GESTIONAR DIRECTAMENTE LA TRANSMISION PARCIAL O TOTAL DE DERECHOS.

ARTICULO 23.- LA COMISION AUTORIZARA LA TRANSMISION TOTAL O PARCIAL DE DERECHOS SOBRE VOLUMENES DE AGUA SUBTERRANEA QUE PERTENEZCAN AL MISMO ACUIFERO, CUANDO SEA COMPATIBLE CON EL PROGRAMA DE ESTABILIZACION DEL ACUIFERO Y NO IMPLIQUE LOS CAMBIOS DE USO A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 17.

CAPITULO IV MEDICION Y CONTROL

ARTICULO 24.- LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRANEA DEBERAN TENER INSTALADO Y OPERANDO UN MEDIDOR VOLUMETRICO TOTALIZADOR EN LA DESCARGA DE SU EQUIPO DE BOMBEO, CON EXCEPCION DE AQUELLAS PARA USO DOMESTICO A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 10; LA FALTA DE ESTE DISPOSITIVO SERA SANCIONADA CONFORME A LO ESTABLECIDO EN **LA LEY Y EN EL REGLAMENTO**.

ARTICULO 25.- A FIN DE PREVENIR LA EXTRACCION DE UN GASTO MAYOR QUE EL AUTORIZADO, EN LOS **TITULOS** Y EN LOS PERMISOS QUE SE OTORGUEN EN LO SUCESIVO, **LA COMISION** FIJARA EL DIAMETRO MAXIMO DE LA CAMARA DE BOMBEO Y DE LA TUBERIA DE SUCCION DE LA BOMBA. CONFORME A LA TABLA SIGUIENTE:

CAUDAL AUTORIZADO LITROS POR SEGUNDO	DIAMETRO MAXIMO			
	DEL ADEME		DE LA BOMBA	
	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS
<=4	203.2	8	50.8	2
5 – 20	254.0	10	101.6	4
21 – 36	304.8	12	154.2	6
37 - 64	355.6	14	203.2	8

TITULO TERCERO PARTICIPACION INSTITUCIONAL Y SOCIAL

CAPITULO UNICO

ARTICULO 26.- PARA EFECTOS DEL ARTICULO 3° DE **EL REGLAMENTO**, SE CONSTITUIRA UN ORGANO DENOMINADO EL CONSEJO TECNICO DEL AGUA SUBTERRANEA (COTAS), QUE ESTARA INTEGRADO POR UN REPRESENTANTE DE **LA COMISION**, QUIEN FUNGIRA COMO PRESIDENTE DEL MISMO, Y UN REPRESENTANTE DE CADA UNA DE LAS ENTIDADES QUE SE ENUMERAN A CONTINUACION:

- I.- SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.
- II.- SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL.
- III.- SECRETARIA DE SALUD.
- IV.- GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES.
- V.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE AGUASCALIENTES.
- VI.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE JESUS MARIA.
- VII.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO DE LOS ROMO.
- VIII.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE PABELLON DE ARTEAGA.
- IX.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE RINCON DE ROMOS.
- X.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE COSIO.
- XI.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE TEPEZALA.
- XII.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE ASIENTOS.
- XIII.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE EL LLANO.
- XIV.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE SAN JOSE DE GRACIA.
- XV.- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CALVILLO.

OTRAS ASOCIACIONES O ENTIDADES PREPONDERANTES DE LA **ZONA REGLAMENTADA**, QUE SE HAYAN OMITIDO EN LA RELACION ANTERIOR, PODRAN SER INCORPORADAS POSTERIORMENTE AL COTAS O INVITADAS A SUS SESIONES.

CADA TITULAR DE ESTAS REPRESENTACIONES DEBERA DESIGNAR OFICIALMENTE POR ESCRITO UN SUPLENTE, QUE TENDRA LAS MISMAS ATRIBUCIONES QUE AQUEL, CUANDO LO SUSTITUYA.

ARTICULO 27.- EL COTAS TENDRA LAS SIGUIENTES FUNCIONES:

I.- COLABORAR CON **LA COMISION** EN LA APLICACIÓN DE **EL REGLAMENTO**, ASI COMO EN LA VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES QUE EN EL SE ESTABLECEN;

II.- DENUNCIAR ANTE **LA COMISION** LAS INFRACCIONES, REALES O APARENTES, QUE CUALQUIERA DE SUS REPRESENTANTES ADVIERTA DE LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS EN **LA LEY** O EN **EL REGLAMENTO**;

III.- RECIBIR INFORMES, SOLICITUDES, DENUNDIAS O QUEJAS DE LOS USUARIOS RESPECTO DE LA APLICACIÓN DE **EL REGLAMENTO**, Y HACERLAS DEL CONOCIMIENTO DE **LA COMISION** PARA QUE DETERMINE LO PROCEDENTE;

IV.- PROPICIAR, PROMOVER Y ORGANIZAR LA COORDINACION INTERINSTITUCIONAL Y LA PARTICIPACION DE LOS USUARIOS PARA LLEVAR A CABO ACCIONES Y PROGRAMAS ORIENTADOS AL USO EFICIENTE DEL AGUA Y A LA PRESERVACION DE LOS **ACUIFEROS DE AGUASCALIENTES, CHICALOTE, EL LLANO, VENADERO Y CALVILLO**.

V.- APOYAR A LOS USUARIOS DE LAS CINCO ZONAS GEOHIDROLOGICAS EN LA OBTENCIÓN DE MECANISMOS DE FUNCIONAMIENTO, PARA EMPRENDER PROGRAMAS ENCAMINADOS AL USO EFICIENTE DEL AGUA Y A LA PRESERVACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS.

VI.- PARTICIPAR EN LAS SESIONES DEL CONSEJO DE CUENTA LERMA SANTIAGO, CON LA REPRESENTACION INSTITUCIONAL DE LOS SECTORES USUARIOS DE LOS CINCO ACUIFEROS ANTES CITADOS Y

VII.- COLABORAR EN LA RESOLUCION DE CONFLICTOS GENERADOS POR EL USO COMPETITIVO DE LAS AGUAS DEL SUBSUELO EN LAS **ZONAS REGLAMENTADAS**.

TITULO CUARTO MANEJO DEL ACUIFERO

CAPITULO I PROGRAMA DE ESTABILIZACION DEL ACUIFERO

ARTICULO 28.- PARA PRESERVAR LOS ACUIFEROS DE LAS **ZONAS REGLAMENTADAS**, LA EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA DEBERA REDUCIRSE GRADUALMENTE HASTA QUE SU MAGNITUD SEA SEMEJANTE A LA **RECARGA MEDIA**, QUE EN LA ACTUALIDAD PARA CADA ACUIFERO ES COMO SIGUE, PARA: EL VALLE DE AGUASCALIENTES 225 Mm³, CHICALOTE 35 Mm³, EL LLANO 12 Mm³, VENADERO 5 Mm³ Y CALVILLO CON 23 Mm³ MEDIANTE EL PROGRAMA DE ESTABILIZACION DE LOS ACUIFEROS.

ARTICULO 29.- EL PROGRAMA DE ESTABILIZACION DEL ACUIFERO ESTARA CONFORMADO POR LAS ACCIONES QUE SE ENUMERAN A CONTINUACION, LAS CUALES SERAN CONCERTADAS ENTRE **LA COMISION Y EL COTAS**:

I.- LOS CONCESIONARIOS DE AGUAS DEL SUBSUELO, SEGÚN CORRESPONDA EN CADA CASO, ESTARAN OBLIGADOS A LA APLICACIÓN PERMANENTE EN SUS RESPECTIVAS ACTIVIDADES, DE MEDIDAS DE CONSERVACION, TALES COMO: DETECCION Y CORRECCION DE FUGAS EN REDES HIDRAULICAS Y CANALES DE RIEGO, ELIMINACION O REDUCCION DE DESPERDICIOS, RECIRCULACION DEL AGUA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES, REDUCCION DEL CONSUMO DE AGUA, TRATAMIENTO Y USO DE AGUAS RESIDUALES, CAMBIOS DE CULTIVOS DE ALTO CONSUMO POR OTROS DE MENOR USO CONSUNTIVO, TECNIFICACION DEL RIEGO Y APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE DEL AGUA;

II.- **LA COMISION** REALIZARA REVISIONES PERIODICAS PARA IDENTIFICAR POZOS CLANDESTINOS Y PARA VIGILAR QUE LOS CONCESIONARIOS SE AJUSTEN A SUS EXTRACCIONES AUTORIZADAS Y, EN SU CASO, APLICARA LAS SANCIONES PREVISTAS EN **LA LEY**;

III.- PARA ALIVIAR LA SOBREEXPLOTACION DEL ACUIFERO Y PROPICIAR UNA DISTRIBUCION MENOS NOCIVA DEL ABATIMIENTO DE LOS NIVELES DEL AGUA SUBTERRANEA, LA TRANSMISION DE DERECHOS SOLO SE AUTORIZARA CONDICIONADA A: QUE NO COINCIDA CON ALGUNO DE LOS CAMBIOS DE USO VETADOS EN EL ARTICULO 17; QUE NO IMPLIQUE LA RELOCALIZACION DEL POZO A UN AREA DE MAYOR RITMO DE ABATIMIENTO.

IV.- QUE EN EL CASO DEL ACUIFERO ALOJADO EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES SE CONSIDERAN 5 ZONAS, LOCALIZADAS EN LA SIGUIENTE FORMA:

ZONA DE EXCLUSION.- EN UN CIRCULO DE RADIO DE 5 KM Y CON CENTRO EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES.

ZONA DE RESERVA 1.- AL SURORIENTE DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, CORRESPONDIENTE AL AREA DE LAS VENAS-SALTO DE MONTORO.

ZONA DE RESERVA 2.- AL SUR-OESTE DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES EN EL AREA DE PEÑUELAS.

ZONA DE RESTRICCIÓN.- AL SUR DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES COMPRENDIENDO EL AREA INTERMEDIA A LAS TRES ANTERIORES.

ZONA LIBRE.- AL NORTE DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES Y HASTA EL LIMITE DEL ACUIFERO CON EL ESTADO DE ZACATECAS.

EN LA ZONA DE EXCLUSION.- SE PROGRAMA LA REDUCCION DEL VOLUMEN DE EXTRACCION DEL ORDEN DEL 50% Y SE ESTABLECE LA TRANSMISION DE DERECHOS HACIA LAS ZONAS DE RESERVA 1 Y 2, ADICIONAL A LA TRANSMISION DE DERECHOS DENTRO DE LA MISMA ZONA PARA TODOS LOS USOS.

PARA LAS **ZONAS DE RESERVA 1 Y 2**, SE ESTABLECE LA TRANSMISION DENTRO DE CADA UNA DE ELLAS, Y TAMBIEN HACIA LA **ZONA LIBRE** AL NORTE DEL VALLE DE AGUASCALIENTES.

EN LA **ZONA DE RESTRICCIÓN**, INTERMEDIA A LAS ANTERIORES, SE ESTABLECE LA TRANSMISION DE DERECHOS DENTRO DE LA MISMA HACIA LA ZONA LIBRE AL NORTE DEL ESTADO.

EN LA **ZONA NORTE**, SE CONSIDERA LA TRANSMISION DE DERECHOS DENTRO DE LA MISMA, PUDIENDO RECIBIR TRANSMISIONES DE CUALQUIERA DE LAS OTRAS CUATRO ZONAS ANTES DEFINIDAS.

SE ESTABLECE REVISAR PERIODICAMENTE ESTE PROGRAMA DE TRANSMISION DE TITULOS Y REALIZAR LAS CORRECCIONES REQUERIDAS DE ACUERDO A LOS CAMBIOS QUE SE PRESENTEN.

V.- CONFORME A LO ESTABLECIDO EN **LA LEY** Y EN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES Y LAS QUE AL RESPECTO SE EMITAN, **LA COMISION** PROMOVERA Y REGULARA EL USO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LA AGRICULTURA, EN SUSTITUCION DE VOLUMENES DE AGUA SUBTERRANEA ACTUALMENTE CONCESIONADOS PARA ESA ACTIVIDAD, CON EL PROPOSITO DE REDUCIR LA SOBREEXPLOTACION DEL ACUIFERO, ASIMISMO, FIJARA LAS AREAS, LOS CULTIVOS Y LOS METODOS DE RIEGO PERMISIBLES, PARA PREVENIR LA CONTAMINACION DEL ACUIFERO Y PROBLEMAS DE SALUD PUBLICA;

VI.- CON BASE EN LOS ESTUDIOS DE LOS CINCO ACUIFEROS, **LA COMISION** PROPONDRA AL COTAS, UN PROGRAMA PARA REDUCIR GRADUALMENTE LAS EXTRACCIONES DE AGUA SUBTERRANEA DENTRO DE UN LAPSO QUE SE CONCERTARA CON LOS USUARIOS. UNA VEZ APROBADO ESTE PROGRAMA POR TODAS LAS PARTES, LAS REDUCCIONES DE LOS VOLUMENES CONCESIONADOS SERAN ASENTADAS EN LOS **TITULOS**, EN **EL REPDA** Y EN **EL PADRON**, Y PUBLICADAS EN LOS DIARIOS ESTATALES Y LOCALES DE MAYOR CIRCULACION Y EN EL BOLETIN DE AGUAS SUBTERRANEAS QUE SE DESCRIBE EN EL ARTICULO 31, FRACCION II, DE **EL REGLAMENTO**, CUANDO LOS CONCESIONARIOS NO PRESENTEN SUS TITULOS PARA ANOTAR EN ELLOS LAS REDUCCIONES CONCERTADAS QUE LES CORRESPONDAN, LOS VOLUMENES AJUSTADOS INSCRITOS EN **EL REPDA** Y EN **EL PADRON** PREVALECERAN SOBRE LOS QUE APAREZCAN EN LOS **TITULOS**;

VII.- **LA COMISION** PROMOVERA, APOYARA O REALIZARA PROYECTOS DESTINADOS A LA RECARGA ARTIFICIAL DE LOS ACUIFEROS.

ARTICULO 31.- LA COMISION, EN COLABORACION CON EL COTAS.

I.- EDITARA PERIODICAMENTE EL BOLETIN DE AGUAS SUBTERRANEAS, PARA DAR A CONOCER A LOS USUARIOS: EL ESTADO ACTUALIZADO DEL ACUIFERO; LAS CONCESIONES, ASIGNACIONES Y PERMISOS OTORGADOS Y LAS TRANSMISIONES DE DERECHOS AUTORIZADAS EN EL LAPSO CORRESPONDIENTE; LAS OFERTAS DE DERECHOS SOBRE VOLUMENES DE AGUA; LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROGRAMA DE ESTABILIZACION DE LOS ACUIFEROS, Y OTRAS ACCIONES EMPRENDIDAS PARA PRESERVAR EL AGUA SUBTERRANEA.

CAPITULO II ACCIONES EN CASOS DE EMERGENCIA

ARTICULO 32.- CUANDO SE PRESENTEN SITUACIONES QUE COMPROMETAN AL ABASTECIMIENTO DE AGUA A CENTROS DE POBLACION, POR SEQUIAS EXTRAORDINARIAS, EFECTOS DE SOBREEXPLOTACION, CONTAMINACION DE ACUIFEROS O CUALESQUIERA OTRAS CAUSAS DE FUERZA MAYOR, **LA COMISION** DE ACUERDO CON EL CONSEJO DE CUENCA LERMA SANTIAGO Y CON **EL COTAS**, DISTRIBUIRA EL AGUA DISPONIBLE CONFORME AL ORDEN DE PRELACION QUE A CONTINUACION SE INDICA:

- 1.- CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO
- 2.- ABREVADERO
- 3.- INDUSTRIAL

4.- AGRICOLA

5.- OTROS

ARTICULO 33.- PARA ATENDER LAS SITUACIONES DE EMERGENCIA, SE CONSIDERARAN LAS SIGUIENTES MEDIDAS:

I.- APROVECHAMIENTO TEMPORAL, PARA SUMINISTRO DE AGUA A USOS PRIORITARIOS, DE POZOS PARTICULARES SELECCIONADOS, QUE PODRAN SER CONECTADOS AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO MUNICIPAL O UTILIZADOS PARA EL LLENADO DE PIPAS, DURANTE EL TIEMPO QUE DURE LA EMERGENCIA; LAPSO EN EL CUAL ESTOS POZOS FUNCIONARAN CON CARGO AL ORGANISMO OPERADOR CORRESPONDIENTE, DE MANERA QUE LOS VOLUMENES DE AGUA CON DESTINO AL SERVICIO PRIORITARIO, NO SE CONSIDEREN COMO EXTRACCION A CUENTA DEL CONCESIONARIO, NI SEAN OBJETO DE GRAVAMEN POR CONCEPTO DE DERECHOS CON CARGO AL MISMO;

II.- OTORGAMIENTO DE PERMISOS TEMPORALES PARA CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE POZOS DE EMERGENCIA, A LOS ORGANISMOS OPERADORES Y/O A LA ENTIDAD FACULTADA PARA DAR EL SERVICIO PUBLICO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA;

III.- OTORGAMIENTO DE PERMISOS TEMPORALES PARA CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE POZOS, CON OBJETO DE ABASTECER COLECTIVAMENTE A LA POBLACION RURAL O PARA ABREVADERO DE GANADO.

IV.- LOS PERMISOS A QUE SE REFIEREN LAS FRACCIONES II Y III SERAN VALIDOS MIENTRAS DURE LA EMERGENCIA, TERMINADA LA CUAL DEBERA SUSPENDERSE LA OPERACIÓN DE LOS POZOS, QUE PODRAN HABILITARSE NUEVAMENTE EN OTRA SITUACION DE EMERGENCIA, Y

V.- LAS DEMAS QUE RESULTEN APLICABLES EN CADA CASO.

CAPITULO III INTERRELACION CON ACUIFEROS CIRCUNVECINOS

ARTICULO 34.- EN EL MANEJO DE LOS ACUIFEROS DE LAS **ZONAS REGLAMENTADAS**, SE TOMARA EN CUENTA QUE ESTOS SE ENCUENTRAN HIDRAULICAMENTE CONECTADOS; EL DE AGUASCALIENTES AL NORTE CON LA ZONA DE OJOCALIENTE EN EL ESTADO DE ZACATECAS Y AL SUR CON LA ZONA DE ENCARNACION DE DIAZ EN EL ESTADO DE JALISCO.

EL ACUIFERO DE CHICALOTE SE ENCUENTRA PARCIALMENTE COMUNICADO EN LA PORCION NORTE CON LA ZONA DE TIERRA BLANCA EN EL ESTADO DE ZACATECAS.

EL ACUIFERO DE CALVILLO SE ENCUENTRA HIDRAULIZAMENTE CONECTADO EN SU PORCION OCCIDENTAL CON EL VALLE DE JALPA EN EL ESTADO DE ZACATECAS.

LA COMISION ANALIZARA LOS PROYECTOS QUE DE MANERA DIRECTA O INDIRECTA PUDIERAN MODIFICAR LA RENOVACION, EXPLOTACION Y CALIDAD DEL AGUA DE LOS ACUIFEROS CITADOS, A FIN DE PREVENIR INTERFERENCIAS MUTUAS PERJUDICIALES Y EN SU OPORTUNIDAD CONCILIARA **EL REGLAMENTO** CON LOS HOMOLOGOS CORRESPONDIENTES DE LAS ZONAS REFERIDAS.

TITULO QUINTO PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LAS GUAS SUBTERRANEAS

CAPITULO UNICO

ARTICULO 35.- LA COMISION REVISARA LAS CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES FIJADAS A LOS CONCESIONARIOS, LAS ADECUARA EN CASO NECESARIO, TOMANDO EN CUENTA LA VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO A LA CONTAMINACION Y LA CAPACIDAD DE ATENUACION DEL SUBSUELO, Y VIGILARA SU CUMPLIMIENTO.

ARTICULO 36.- LOS POZOS QUE EN LO SUCESIVO SE CONSTRUYAN PARA SUMINISTRAR AGUA DESTINADA A USO PUBLICO URBANO, DEBERAN ESTAR SANITARIAMENTE PROTEGIDOS MEDIANTE EL SELLADO DE SU PARTE SUPERIOR, Y EMPLAZADOS A UNA DISTANCIA MINIMA DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACION, EN CUMPLIMIENTO DE LA NOM-003-CNA, O BIEN SATISFACER LAS CONDICIONES QUE FIJE **LA COMISION** EN CADA CASO DE ACUERDO CON LOS ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS, CON OBJETO DE PREVENIR EL ACCESO DIRECTO MEDIANTE EL SELLADO DE SU PARTE SUPERIOR, Y EMPLAZADOS A UNA DISTANCIA MINIMA DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACION, EN CUMPLIMIENTO DE LA NOM-003-CNA, O BIEN SATISFACER LAS CONDICIONES QUE FIJE **LA COMISION** EN CADA CASO, DE ACUERDO CON LO ESTUDIOS GEOHIDROLOGICOS, CON OBJETO DE PREVENIR EL ACCESO DIRECTO A ELLOS DE AGUA SUPERFICIAL O SUBSUPERFICIAL DE MALA CALIDAD, LA CONTAMINACION DEL AGUA SUPERFICIAL Y LOS PROBLEMAS DE SALUD DE ORIGEN HIDRICO.

ARTICULO 37.- CON OBJETO DE PREVENIR O ATENUAR LA CONTAMINACION DE LA FUENTE DE AGUA SUBTERRANEA, ESPECIALMENTE DONDE ESTA ES CAPTADA, PARA EL CONSUMO HUMANO, **LA COMISION** PROMOVERA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y PROCURARA EL ORDENAMIENTO Y LA REGULACION DEL

USO DE LAS MISMAS, FIJANDO LA DISTRIBUCION ESPACIAL, LOS USOS Y LOS METODOS DE APLICACIÓN QUE SERAN PERMITIDOS.

ARTICULO 38.- LA COMISION INSPECCIONARA PERIODICAMENTE LAS INSTALACIONES QUE SE CONSIDEREN COMO FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACION, CON EL FIN DE VERIFICAR QUE SE CUMPLAN LAS CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA O, EN SU CASO, LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS CORRESPONDIENTES, PRESTANDO ESPECIAL ATENCION A LOS TIRADEROS MUNICIPALES DE DESECHOS SOLIDOS, ASI COMO A LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE ESTABLECIMIENTOS EXPENDEDOROS DE HIDROCARBUROS, TALLERES MECANICOS, FABRICAS Y REDES DE ALCANTARILLADO MUNICIPAL.

ARTICULO 39.- CUANDO LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO REVELEN LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES NOCIVOS PARA LA SALUD PUBLICA, EN EL ACUIFERO O EN LAS CORRIENTES Y CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL QUE LO ALIMENTA, **LA COMISION** PROMOVERA O REALIZARA ESTUDIOS PARA CARACTERIZAR LA CONTAMINACION, IDENTIFICAR SU ORIGEN Y DEFINIR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS PERTINENTES, LOS USUARIOS QUE RESULTEN RESPONSABLES DE LA CONTAMINACION, DEBERAN CUBRIR PARCIAL O TOTALMENTE EL COSTO DE LOS ESTUDIOS, ASI COMO DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIERAN PARA REMEDIARLA.

ARTICULO 40.- LA COMISION, EN COLABORACION CON **EL COTAS**, PROMOVERA:

I.- UN PROGRAMA ORIENTADO A PROTEGER LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS POZOS QUE SUMINISTRAN AGUA POTABLE, QUE INCLUIRA LA DELIMITACION DE SUS AREA DE INFLUENCIA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO, LA DEFINICION DE SUS ZONAS ALIMENTADORAS, LA IDENTIFICACION DE LOS FOCOS REALES O POTENCIALES DE CONTAMINACION EMPLAZADOS DENTRO DE ELLAS Y EL CONTROL O LA REMOCION DE ESOS FOCOS;

II.- LA IDENTIFICACION Y SELLADO DE POZOS ABANDONADOS CONFORME A LA **NOM-004-CNA**, QUE PUEDAN CONSTITUIR VIAS PROPIAS PARA EL ACCESO DE LOS CONTAMINANTES AL ACUIFERO, O PARA LA CIRCULACION DE AGUA DE MALA CALIDAD ENTRE DIFERENTES HORIZONTES DEL MISMO;

III.- ANALISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO A LA CONTAMINACION, CON OBJETO DE DEFINIR EL EMPLAZAMIENTO Y LAS AREA DE PROTECCION DE LOS NUEVOS DESARROLLOS, IDENTIFICAR AREAS PRIORITARIAS DE MONITOREO Y PROGRAMAR ESTUDIOS ENCAMINADOS A CARACTERIZAR LA CONTAMINACION PROVOCADA POR FOCOS ESPECIFICOS.

TITULO SEXTO EVALUACION Y VIGILANCIA

CAPITULO UNICO

ARTICULO 41.- LOS USUARIOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LAS **ZONAS REGLAMENTADAS** ESTAN OBLIGADOS, EN LOS TERMINOS DE **LA LEY**, A PROPORCIONAR A **LA COMISION** LA INFORMACION QUE LES SOLICITE Y A PERMITIR AL PERSONAL DE LA MISMA, DEBIDAMENTE ACREDITADO Y OFICIALMENTE FACULTADO PARA EFECTUAR LA INSPECCION, EL ACCESO A SUS PREDIOS E INSTALACIONES, PARA REALIZAR LAS OBSERVACIONES, MEDICIONES, MUESTREOS Y DEMAS ACTIVIDADES ENCAMINADAS A VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS EN LOS **TITULOS**, EN **LA LEY** Y EN **EL REGLAMENTO**.

ARTICULO 42.- **LA COMISION** INSPECCIONARA PERIODICAMENTE LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRANEA EN OPERACIÓN, PARA VERIFICAR EL CABAL CUMPLIMIENTO DE LO ESTABLECIDO EN **LA LEY** Y EN **EL REGLAMENTO**, LAS FALTAS IDENTIFICADAS SERAN SANCIONADAS CONFORME A LO PREVISTO EN **LA LEY**.

ARTICULO 43.- **LA COMISION** OBTENDRA DATOS RELATIVOS A EXTRACCIONES, NIVELES Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA, Y LLEVARA EL CONTROL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES, CON EL PROPOSITO DE EVALUAR ANUALMENTE EL COMPORTAMIENTO DE LOS ACUIFEROS, HACER LOS AJUSTES PERTINENTES EN SU MANEJO Y VERIFICAR QUE LOS USUARIOS NO REBASEN LOS VOLUMENES DE AGUA CONCESIONADOS, COMO RESULTADO DE LA EVALUACION, **LA COMISION** EMITIRA UN INFORME QUE SERA DADO A CONOCER A TODOS LOS SECTORES POR CONDUCTO DEL BOLETIN DE AGUAS SUBTERRANEAS.

ARTICULO 44.- LA INFORMACION OBTENIDA MEDIANTE LOS ESTUDIOS Y LOS PROGRAMAS DE OBSERVACION Y MONITOREO ANTES REFERIDOS, SERA INCORPORADA A LA BASE DE DATOS Y AL SISTEMA DE INFORMACION DESARROLLARA **LA COMISION** EN COLABORACION CON **EL COTAS**, DE ACUERDO CON LO QUE ESTABLECE EL ARTICULO 31, FRACCION III, DE **EL REGLAMENTO**.

ARTICULO 45.- **EL COTAS** PROPONDRA A **LA COMISION** LAS ACCIONES COMPLEMENTARIAS QUE SEAN PERTINENTES, PARA REFORZAR LA VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LO DISPUESTO EN **EL REGLAMENTO**.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.- EL PRESENTE **REGLAMENTO** ENTRARA EN VIGOR AL DIA SIGUIENTE DE LA FECHA DE SU PUBLICACION EN EL **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION**.

ARTICULO SEGUNDO.- DENTRO DE LOS 30 DIAS SIGUIENTES A LA ENTRADA EN VIGOR DEL PRESENTE **REGLAMENTO**, LA **COMISION** PUBLICARA EL PADRON DE USUARIOS EN EL DIARIO DE MAYOR CIRCULACION DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, Y OTORGARA UN PLAZO DE 180 DIAS, PARA QUE AQUELLOS USUARIOS QUE SE SUPONGAN AFECTADOS EN SUS DERECHOS, MANIFIESTEN LO QUE A SUS INTERESES CONVenga.

ARTICULO TERCERO.- LOS USUARIOS DE AGUAS SUBTERRANEAS QUE SEAN REGULARIZADOS O SE ENCUENTREN EN PROCESO DE TRAMITE, DE CONFORMIDAD CON Y DENTRO DE LA VIGENCIA DE LOS TRES DECRETOS PRESIDENCIALES POR LOS CUALES SE CONCEDEN FACILIDADES ADMINISTRATIVAS Y CONDONAN ALGUNAS CONTRIBUCIONES A LOS USUARIOS DE LAS AGUAS NACIONALES, PUBLICADOS EN EL **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION** DE FECHA 11 DE OCTUBRE DE 1995 Y 11 DE OCTUBRE DE 1996, SERAN INCLUIDOS EN **EL PADRON**.

ARTICULO CUARTO.- SE OTORGA A LOS USUARIOS DEL AGUA SUBTERRANEA, CONTEMPLADOS EN EL ARTICULO 24 DE **EL REGLAMENTO**, UN PLAZO DE 180 DIAS HABILIS, PARA QUE INSTALEN POR SU CUENTA UN MEDIDOR VOLUMETRICO TOTALIZADOR EN LA DESCARGA DE SUS POZOS, CON EL PROPOSITO DE PRECISAR LOS VOLUMENES DE AGUA EXTRAIDOS DEL ACUIFERO, EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA DISPOSICION SERA SANCIONADO CONFORME A LOS PRECEPTOS DE **LA LEY**.

ARTICULO QUINTO.- LOS TRAMITES PENDIENTES DE RESOLUCION EN LA FECHA DE INICIO DE LA VIGENCIA DEL PRESENTE **REGLAMENTO**, SE RESOLVERAN EN LO QUE FAVOREZCA A LOS USUARIOS CONFORME A LO ESTABLECIDO EN **LA LEY** Y EN **EL REGLAMENTO**.

DADO EN LA RESIDENCIA OFICIAL DEL PODER EJECUTIVO FEDERAL, EN LA CIUDAD DE MEXICO, DISTRITO FEDERAL, EN LA CIUDAD DE MEXICO, DISTRITO FEDERAL, A LOS DIAS DEL MES DE ¿? DEL AÑO DE 1996.

2. UNIDAD DE RIEGO CON AGUA TRATADA “FELIPE GONZÁLEZ GONZÁLEZ” DEL MUNICIPIO DE RINCÓN DE ROMOS, AGS. REGLAMENTO INTERNO DE OPERACIÓN.

ÍNDICE.

- CAPITULO I.- ANTECEDENTES Y BASES LEGALES.
- CAPITULO II.- RECURSOS DE LA UNIDAD.
- CAPITULO III.- ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES.
- CAPITULO IV.- ÓRGANOS DE GOBIERNO DE LA UNIDAD.
- CAPITULO V.- DE LA OPERACIÓN DE LAS OBRAS Y DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS.
 - CAPITULO VI.- DE LA CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS.
 - CAPITULO VII.- PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO.
 - CAPITULO VIII.- DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS.
 - CAPITULO XI.- DE LAS SANCIONES.
 - CAPITULO X.- TRANSITORIOS.

CAPITULO I.- ANTECEDENTES Y BASES LEGALES.

ARTICULO 1°.- EL PRESENTE REGLAMENTO DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO CON AGUA TRATADA “FELIPE GONZALEZ GONZALEZ”, DEL MUNICIPIO DE RINCÓN DE ROMOS, AGS., SE FORMULA BASÁNDOSE EN LO DISPUESTO EN EL ARTICULO 58, SECCION TERCERA, DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES, QUE ESTABLECE QUE: “LOS PRODUCTORES RURALES SE PODRÁN ASOCIAR ENTRE SI LIBREMENTE PARA CONSTITUIR PERSONAS MORALES, CON OBJETO DE INTEGRAR SISTEMAS QUE PERMITAN PROPORCIONAR SERVICIOS DE RIEGO AGRÍCOLA A DIVERSOS USUARIOS PARA LO CUAL CONSTITUIRÁN UNIDADES DE RIEGO EN LOS TÉRMINOS DE ESTA SECCIÓN”; ASÍ COMO EN LOS CONVENIOS DE INTENCIÓN SUSCRITOS POR EL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES CON CADA UNO DE LOS USUARIOS QUE FORMAN EL PADRÓN DE USUARIOS, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DENOMINADO “INTERCAMBIO DE VOLÚMENES DE AGUA TRATADA PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE RINCÓN DE ROMOS, AGS., POR SIMILARES VOLÚMENES DE AGUA DE EXTRACCIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS EN EJERCICIO DE LOS DERECHOS EJERCIDOS ACTUALMENTE POR LOS PROPIETARIOS”.

CAPITULO II.- DE LOS RECURSOS DE LA UNIDAD DE RIEGO.

ARTICULO 2°.- LA UNIDAD DE RIEGO CON AGUA TRATADA “FELIPE GONZALEZ GONZALEZ”, DEL MUNICIPIO DE RINCÓN DE ROMOS, AGS., CONSIDERA UNA SUPERFICIE DE RIEGO DE 128-00-00 HA., DE LAS CUALES 90-00-00 HA., SE BENEFICIARAN CON LA PRIMERA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y LAS OTRAS 38-00-00 HA., RESTANTES SE BENEFICIARAN CON LA SEGUNDA ETAPA DE CONSTRUCCION DE LA OBRA.

ARTICULO 3°.- LAS AGUAS QUE SE UTILIZARAN PARA LA UNIDAD DE RIEGO, SERAN LAS AGUAS TRATADAS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE RINCÓN DE ROMOS, AGS., SU APROVECHAMIENTO SE REALIZARA MEDIANTE EL BOMBEO DEL AGUA TRATADA DEPOSITADA EN EL LAGO ECOLÓGICO, HACIA EL TANQUE ELEVADO PARA SU DISTRIBUCIÓN A LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN QUE ALIMENTAN A LAS TOMAS PARCELARIAS DE LOS PREDIOS AGRÍCOLAS BENEFICIADOS.

ARTICULO 4°.- EL AGUA TRATADA PARA USO AGRÍCOLA, SOLO SERÁ PARA LOS CULTIVOS PERMITIDOS POR LA NORMATIVIDAD VIGENTE, CORRESPONDIÉNDOLE AL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE RINCÓN DE ROMOS, AGS., PARA GARANTIZAR SU CUMPLIMIENTO.

ARTICULO 5°.- EL GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES POR CONDUCTO DEL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO, EMITIRA LOS TITULOS DE CONCESIÓN DE AGUA TRATADA A CADA UNO DE LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO, VIA INTERCAMBIO DE VOLÚMENES EQUIVALENTES DE DERECHOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA DE MANTOS ACUÍFEROS DE POZOS AGRÍCOLAS LOCALIZADOS EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN LOS CONVENIOS DE INTENCIÓN SUSCRITOS POR LOS USUARIOS Y EL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS.

ARTICULO 6°.- LAS OBRAS DE LA UNIDAD DE RIEGO CON AGUA TRATADA FUERON CONSTRUIDAS POR EL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, SEGÚN CONVENIOS DE INTENCIÓN FIRMADOS CON CADA UNO DE LOS USUARIOS QUE PARTICIPAN EN EL PROYECTO DE INTERCAMBIO DE AGUA TRATADA POR AGUA DE POZOS AGRICOLAS, CON LA INFRAESTRUCTURA SIGUIENTE:

TANQUE ELEVADO DE 150.00 M³ DE CAPACIDAD Y ALTURA DE 25.00 M.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 75 K.V.A.

BOMBA SUMERGIBLE DE 62 H.P. PARA UN GASTO DE 100 L.P.S.

8.34 KM. DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE TUBERÍA DE ACERO SOLDABLE CON DIÁMETROS DE 14", 12", 10", 8" Y 6".

23 TOMAS PARCELARIAS INDIVIDUALES CON DESCARGA Y MEDIDOR DE GASTO DE 6" DE Ø, PARA CUANTIFICACIÓN DE VOLÚMENES.

PIEZAS ESPECIALES PARA PROTECCIÓN Y OPERACIÓN DE LAS LÍNEAS DE CONDUCCIÓN COMO: JUNTAS DE EXPANSIÓN, VÁLVULAS DE COMPUERTA, VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE Y MEDIDORES DE GASTO.

12 CRUCES DE CAMINO DE MAMPOSTERÍA Y LOSA DE CONCRETO ARMADO.

ARTICULO 7°.- LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO CON AGUA TRATADA, ESTÁN REGISTRADOS EN EL PADRÓN DE USUARIOS RESPECTIVO EN UN NUMERO DE 27 PARA LA PRIMERA ETAPA Y EL RESTO SE IRAN INTEGRANDO CONFORME SE CONSTRUYA LA SEGUNDA ETAPA.

CAPITULO III.- ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DE LA ASOCIACIÓN.

ARTICULO 9°.- LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO CON AGUA TRATADA ESTÁN ORGANIZADOS EN UNA ASOCIACIÓN DE USUARIOS, QUE EN REUNION DEL DIA 15 DE ENERO DEL 2004, ACORDARON CONSTITUIRSE Y DE ACUERDO A LA MINUTA PARA EL OTORGAMIENTO DEL ACTA CONSTITUTIVA, ESTA QUEDO INTEGRADA POR UN PRESIDENTE, UN SECRETARIO, UN TESORERO Y UN PRESIDENTE DEL CONSEJO DE VIGILANCIA, CON SUS RESPECTIVOS SUPLENTE PARA CADA CASO.

LA ASOCIACIÓN FIJA SU DOMICILIO SOCIAL EN LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE RINCON DE ROMOS, AGS.

LA DENOMINACION OFICIAL SERÁ ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO CON AGUA TRATADA “**FELIPE GONZALEZ GONZALEZ**”, DEL MUNICIPIO DE RINCÓN DE ROMOS, AGS., CUYO LEMA ES “**POR LA CONSERVACIÓN DEL ACUÍFERO**”, Y SE REGIRA PARA LA OPERACIÓN DE LA OBRA BAJO EL PRESENTE REGLAMENTO.

ARTICULO 10o.- LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS, TENDRA UNA VIGENCIA DE TRES AÑOS, AL TERMINO DE LOS CUALES O ANTES DE ASÍ REQUERIRLO EL QUÓRUM MAYORITARIO DE LA ASAMBLEA, ENTREGARAN EL CARGO Y SE PROCEDERA A ELEGIR OTRA REPRESENTACIÓN, PREVIA CONVOCATORIA DE ASAMBLEA, LA CUAL SERÁ VALIDA CON LA ASISTENCIA DEL 50% MAS UNO DE LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN.

EN CASO DE NO REUNIRSE EL QUÓRUM NECESARIO, SE LANZARA UNA SEGUNDA CONVOCATORIA PARA QUE SE CELEBRE LA ASAMBLEA A LOS OCHO DIAS DE HABERSE CONVOCADO LA PRIMERA VEZ Y SE EFECTUARA CON EL NUMERO DE MIEMBROS QUE SE REUNAN Y LOS ACUERDOS QUE SE TOMEN SERAN VALIDOS Y DE OBSERVANCIA PARA LOS PRESENTES AUSENTES Y LOS DISIDENTES.

ARTICULO 11o.- SERÁ LA ASOCIACION DE USUARIOS EL ORGANISMO INTERESADO EN VIGILAR QUE LOS BENEFICIADOS CON LA OBRA SEAN PRECISAMENTE LOS QUE CONSIGNE EL PADRÓN DE USUARIOS. EN CASO DE CUALQUIER CAMBIO EN EL USUFRUCTO DE LA TIERRA O DE PROPIETARIO PARA SU RECONOCIMIENTO SERÁ CON LA AUTORIZACIÓN DE LA ASOCIACIÓN Y DEL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALINTES.

ARTICULO 12o.- LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN, DEBERA CONVOCAR A ASAMBLEA A LOS USUARIOS CADA MES, CUANDO SE REQUIERA CELEBRAR ASAMBLEA EXTRAORDINARIA, DEBERA CONVOCAR A LOS

USUARIOS CON OCHO DIAS DE ANTICIPACIÓN. EN CASO DE NO REUNIRSE EL QUÓRUM NECESARIO, SE LANZARA UNA SEGUNDA CONVOCATORIA, PARA QUE SE CELEBRE LA ASAMBLEA A LOS OCHO DIAS DE HABERSE CONVOCADO LA PRIMERA VEZ Y SE EFECTUARA CON EL NUMERO DE USUARIOS QUE SE REUNAN Y LOS ACUERDEOS QUE SE TOMEN SERAN VALIDOS Y DE OBSERVANCIA PARA TODOS LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO.

ARTICULO 13o.- SON ATRIBUCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS.

- ❖ REPRESENTAR A LA ASOCIACIÓN ANTE ORGANISMOS Y ENTIDADES AJENOS A ESTA Y ANTE EL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES.
- ❖ CUMPLIR Y HACER CUMPLIR EL REGLAMENTO DE LA ASOCIACIÓN Y LOS ACUERDOS LEGALES TOMADOS EN LAS ASAMBLEAS.
- ❖ PRESIDIR LAS ASAMBLEAS, ACORDAR CON EL SECRETARIO LA CORRESPONDENCIA Y AUTORIZAR LOS PRESUPUESTOS CONJUNTAMENTE CON EL TESORERO.
- ❖ CONVOCAR A LOS DEMÁS MIEMBROS DE LA DIRECTIVA CUANDO HAYA ASUNTOS QUE REQUIERAN SER ATENDIDOS.
- ❖ CONJUNTAMENTE CON EL SECRETARIO Y EL TESORERO, ASIGNAR O REMOVER AL PERSONAL CONTRATADO POR LA ASOCIACIÓN, APEGÁNDOSE A LO DISPUESTO EN LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO, CUANDO LA MAYORÍA LO REQUIERA.
- ❖ ATENDER LOS REPORTES QUE LE PROPORCIONE EL PERSONAL DE LA ASOCIACIÓN SOBRE LOS TRABAJOS QUE TIENEN ENCOMENDADOS, RESOLVER LAS DIFICULTADES QUE SE PRESENTEN Y DICTAR LAS ORDENES CONVENIENTES PARA EL MEJOR FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD.
- ❖ PROPORCIONAR LA INFORMACIÓN QUE SOLICITE EL INSTITUTO DEL AGUA.
- ❖ VIGILAR EL CUMPLIMIENTO DEL CALENDARIO DE RIEGO APROBADO POR LOS USUARIOS.
- ❖ ATENDER A LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN CUANDO ESTOS REQUIERAN DE ALGÚN SERVICIO EN LA UNIDAD DE RIEGO.

ARTICULO 14o.- SON ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DEL SECRETARIO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS.

- ❖ MANEJAR EL PADRÓN DE USUARIOS Y CONSIGNAR TODOS LOS CAMBIOS QUE EN EL SE ORIGINEN.

- ❖ ELABORAR ACTAS DE ASAMBLEAS Y DEMÁS DOCUMENTOS RELACIONADOS CON LAS FUNCIONES DE LA ASOCIACIÓN.
- ❖ ATENDER EL CUIDADO DE LAS OFICINAS DE LA ASOCIACIÓN, ARCHIVO, ALMACENES, LIBROS DE ACTAS E INVENTARIOS, ETC.
- ❖ AUXILIAR AL PRESIDENTE EN SUS LABORES Y FIRMAR CONJUNTAMENTE LA CORRESPONDENCIA DE LA ASOCIACIÓN.
- ❖ EN CASO DE AUSENCIA TEMPORAL DEL PRESIDENTE, ASUMIR LAS FUNCIONES DE ESTE (EN SU CASO DE AUSENCIA PERMANENTE SERÁ EL SUPLENTE DEL PRESIDENTE QUIEN ASUMA LAS FUNCIONES).

ARTICULO 15o.- SON ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DEL TESORERO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS.

- ❖ FORMULAR ANUALMENTE EL PRESUPUESTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA UNIDAD, EL CUAL SE INTEGRARA CON LOS REQUERIMIENTOS GENERALES, LAS EROGACIONES CORRESPONDIENTES A LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA, LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS Y LAS DEMÁS NECESIDADES.
- ❖ LLEVAR EL CONTROL DE LAS CUOTAS RECAUDADAS POR SERVICIO DE RIEGO, MANEJAR LOS FONDOS, LLEVAR LA CONTABILIDAD, RENDIR CORTES DE CAJA CADA BIMESTRE E INFORMAR A LA ASAMBLEA DE USUARIOS.
- ❖ FIRMAR CON EL PRESIDENTE Y EL SECRETARIO LOS CORTES DE CAJA BIMESTRALES.
- ❖ FIRMAR CON EL PRESIDENTE LOS DOCUMENTOS REFERENTES A NOMINAS DEL PERSONAL, PRESUPUESTOS, PAGOS DIVERSOS, ETC.
- ❖ VERIFICAR Y APROBAR LOS TALONARIOS DE RECIBOS DE PAGO POR SERVICIOS DE RIEGO DEBIDAMENTE FOLIADOS Y SELLADOS PARA SU CONTROL, ASÍ COMO EXTENDER RECIBOS POR CONCEPTO DE MULTAS, COOPERACIONES, ETC.
- ❖ VERIFICAR Y MANEJAR LA CUENTA BANCARIA MANCOMUNADA PARA DEPOSITAR Y RETIRAR LOS FONDOS DE LA ASOCIACIÓN, CONTARA CON UNA CAJA CHICA O FONDO REVOLVENTE NO MAYOR DE \$ 2,000.00 PARA EFECTUAR GASTOS MENORES.

ARTICULO 16o.- SON ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DEL CONSEJO DE VIGILANCIA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS.

- ❖ VIGILAR QUE SE CUMPLAN EN TODAS SUS PARTES EL PRESENTE REGLAMENTO.
- ❖ VIGILAR QUE SE CUMPLAN LOS ACUERDOS TOMADOS EN ASAMBLEA GENERAL.

- ❖ VIGILAR QUE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA SE REALICE DE ACUERDO A LOS DERECHOS DE RIEGO DE CADA USUARIO Y EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN DISPONIBLE DEL AGUA TRATADA.
- ❖ VIGILAR QUE SE LLEVEN A CABO LOS PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE ACUERDO A LAS INDICACIONES ESTABLECIDAS POR EL INSTITUTO DEL AGUA.
- ❖ VIGILAR QUE LA CUOTA POR SERVICIO DE RIEGO SEA SIEMPRE SUFICIENTE PARA CUBRIR LOS COSTOS DE OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.
- ❖ VIGILAR QUE EL TESORERO CUMPLA CON SU OBLIGACIÓN DE INFORMAR CLARA Y OPORTUNAMENTE DEL MANEJO Y APLICACIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS DE LA ASOCIACIÓN.
- ❖ EN GENERAL VIGILAR QUE LOS MIEMBROS DE LA DIRECTIVA CUMPLAN CON SUS FUNCIONES Y OBLIGACIONES.

CAPITULO IV.- ÓRGANOS DE GOBIERNO.

ARTICULO 17o.- EL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES SERÁ LA AUTORIDAD COMPETENTE PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS Y CONFLICTOS QUE NO PUEDAN RESOLVER EN LA ASAMBLEA DE USUARIOS POR LO CUAL FALLO ES INAPELABLE.

ARTICULO 18o.- LA ASAMBLEA GENERAL DE USUARIOS ES LA MÁXIMA AUTORIDAD DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS, EN LA CUAL VENTILARAN Y RESOLVERÁN LOS PROBLEMAS Y CONFLICTOS QUE PRESENTEN EN LA UNIDAD Y EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE LA MISMA, EN CASO DE QUE NO SOLUCIONEN ALGUNOS ASPECTOS EN EL SENO DE LA ASOCIACIÓN SE ACUDIRÁ AL INSTITUTO DEL AGUA, COMO ÓRGANO MÁXIMO DE GOBIERNO.

CAPITULO V.- DE LA OPERACIÓN DE LAS OBRAS Y DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS.

ARTICULO 19o .- LA OPERACIÓN DE LA OBRA LA LLEVARA A CABO LOS USUARIOS APEGÁNDOSE AL CALENDARIO DE RIEGO ESTABLECIDO, FIJÁNDOSE EL INICIO DEL TANDEO DE RIEGO A LAS 7:00 HORAS CON CAMBIO A LAS 19:00 HORAS, AJUSTÁNDOSE CUANDO ASÍ SE REQUIERA. EN CASO DE INTERRUPTON DEL RIEGO, SU REANUDACION SERÁ CON EL ROL ESTABLECIDO.

ARTICULO 20o.- PARA TENER DERECHO A RIEGO, LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DEBEN ESTAR INSCRITOS EN EL PADRÓN DE USUARIOS CORRESPONDIENTE.

ARTICULO 21o.- LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE ACUERDO A LA DISPONIBILIDAD DEL VOLUMEN SE CONSIDERA EL RIEGO DE 3 SOCIOS AL MISMO TIEMPO, DETERMINÁNDOSE UN TIEMPO DE RIEGO DE 6.0 HORAS POR HECTÁREA CADA 8 DIAS. ESTA DISTRIBUCIÓN ES TENTATIVA PARA EL INICIO DE OPERACIÓN DE LAS OBRAS, AFINÁNDOSE UNA VEZ QUE SE TENGAN LOS DATOS REALES DE OPERACIÓN.

ARTICULO 22o.- PARA LOGRAR UNA EFICIENTE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EVITAR ENTORPECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE SOLICITUDES DE RIEGO, LOS USUARIOS OBSERVARAN LAS SIGUIENTES INDICACIONES.

- ❖ HACER LA SOLICITUD DE RIEGO CON 3 DÍAS DE ANTICIPACIÓN MÍNIMO EN LAS OFICINAS DE LA ASOCIACIÓN O PUNTO DE CONTROL.
- ❖ CUBRIR LA CUOTA DE RIEGO ESTABLECIDA, PARA TENER DERECHOS DE SERVICIO.
- ❖ ENTREVISTAR AL PERSONAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA, EL QUE LE NOTIFICARA EL DIA Y LA HORA EN QUE SE ENTREGARA EL SERVICIO.

ARTICULO 23o.- BAJO NINGÚN CONCEPTO SE PROPORCIONARA EL SERVICIO DE RIEGO A AQUELLOS USUARIOS QUE NO HAYAN REALIZADO EL PAGO CORRESPONDIENTE.

ARTICULO 24o.- EL PERSONAL DESIGNADO POR LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS, DEBERÁ OBSERVAR LAS SIGUIENTES DISPOSICIONES.

- I. PROCURAR DAR ESTRICTO CUMPLIMIENTO A LA ENTREGA DEL SERVICIO EN LA FECHA Y HORA SEÑALADA.
- II. NOTIFICAR OPORTUNAMENTE A LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN LOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTEN.
- III. BAJO NINGÚN CONCEPTO QUEDA AUTORIZADO AL PERSONAL DE DISTRIBUCIÓN, PARA COBRAR EL SERVICIO O RECIBIR DINERO COMO PAGO, NI COMO GRATIFICACIÓN, A EXCEPCIÓN DE LOS HONORARIOS QUE RECIBIRÁ DE LA ASOCIACIÓN.
- IV. CUMPLIR Y HACER CUMPLIR TODAS LAS ORDENES QUE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS LE PROPORCIONE.
- V. PROCURAR QUE SE MANTENGAN LIMPIAS Y EN CONDICIONES ADECUADAS TODAS LAS ESTRUCTURAS DE LA UNIDAD, EN EL CASO DEL EQUIPO DE BOMBEO PREVIO A LA PUESTA EN MARCHA ASÍ COMO AL TERMINO DE LAS OPERACIONES DEL DIA, DEBERÁN VERIFICAR LAS CONDICIONES DE LA SUBESTACIÓN Y CONTROLES ELÉCTRICOS.

CAPITULO VI.- CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA OBRA.

ARTICULO 25o.- LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS SERÁ RESPONSABLE DE LLEVAR A CABO LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA UNIDAD DE RIEGO TOMANDO EN CUENTA LAS DISPOSICIONES QUE PARA EL EFECTO DICTE BAJO LA SUPERVISIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO DEL INSTITUTO DEL AGUA.

ARTICULO 26o.- LAS TAREAS DE USUARIOS QUE SEAN NECESARIO REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS, SERÁN SEÑALADAS EN ASAMBLEA DE USUARIOS, EN LA QUE DETERMINARAN LOS TRABAJOS Y LAS FECHAS PARA REALIZARLAS, ASÍ COMO LAS SANCIONES A QUE SE HARÁN ACREEDORES EN CASO DE NO CUMPLIR CON LO APROBADO POR LA ASAMBLEA.

CAPITULO VII.- PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO.

ARTICULO 27o.- LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEBERÁ FORMULAR LOS PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS EN FORMA ANUAL, BAJO LA SUPERVISIÓN Y ASESORAMIENTO DEL PERSONAL TÉCNICO DEL INSTITUTO DEL AGUA, DEBIÉNDOSE DAR A CONOCER A LA ASAMBLEA DE USUARIOS PARA SU DISCUSIÓN Y APROBACIÓN.

ARTICULO 28o.- EL MONTO DE LAS EROGACIONES POR CONCEPTO DE ADQUISICIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS Y OTROS BIENES Y SERVICIOS DESTINADOS A LA CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA UNIDAD, SERÁN SUFRAGADOS POR LA PROPIA ASOCIACIÓN MEDIANTE EL USO DE LOS FONDOS QUE PARA ELLOS RECAUDE LA TESORERÍA. EN CASO QUE LOS FONDOS REUNIDOS FUERAN INSUFICIENTES PARA REALIZAR LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN, ESTOS PODRÁN SER LLEVADOS A CABO DIRECTAMENTE POR LOS USUARIOS EN FORMA PROPORCIONAL A LA SUPERFICIE BENEFICIADA CON QUE CUENTAN.

ARTICULO 29o.- SIN EXCEPCIÓN, TODOS LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO ESTÁN OBLIGADOS A CUBRIR LOS COSTOS DE OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO, MEDIANTE UNA CUOTA QUE SE DESIGNA CON EL NOMBRE DE CUOTA POR SERVICIO DE RIEGO.

ARTICULO 30o.- LA CUOTA POR SERVICIO DE RIEGO DEBERÁ SER CUBIERTA OPORTUNAMENTE POR TODOS LOS USUARIOS BENEFICIADOS A LA TESORERÍA DE LA ASOCIACIÓN OBTENIENDO EL RECIBO DE PAGO CORRESPONDIENTE, EL CUAL ES IMPRESCINDIBLE PARA SOLICITAR Y RECIBIR EL SERVICIO.

ARTICULO 31o.- LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS A TRAVÉS DE LA MESA DIRECTIVA, LLEVARA UNA CUENTA POR CADA UNO DE LOS USUARIOS EN DONDE SE REGISTRARAN TODOS SUS PAGOS.

ARTICULO 32o.- LA FALTA DE PAGO DE LA CUOTA POR SERVICIO DE RIEGO, SERÁ SUFICIENTE PARA QUE LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN SUSPENDA EL SERVICIO DE RIEGO A LOS USUARIOS QUE NO CUBRAN SUS CUOTAS.

ARTICULO 33o.- LAS CUOTAS EXTRAORDINARIAS QUE SE FIJEN EN LA ASAMBLEA DE USUARIOS SERÁN CUBIERTAS EN LA CANTIDAD Y PLAZO QUE LA MISMA DETERMINE.

CAPITULO VIII.- DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS.

ARTICULO 34o.- LOS DERECHOS DE LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO SERÁN LOS SIGUIENTES:

- ❖ RECIBIR EL SERVICIO DE RIEGO EN FORMA OPORTUNA Y ADECUADA DE ACUERDO A LOS VOLÚMENES DE AGUA QUE LE CORRESPONDAN, DESPUÉS DE HABER PAGADO SU CUOTA.
- ❖ VOTAR Y SER VOTADO EN LA ELECCIÓN DE LA MESA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN.
- ❖ TENER VOZ Y VOTO EN LA ASAMBLEA DE LA ASOCIACIÓN.
- ❖ HACER PROPUESTAS PARA EL MEJOR FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE RIEGO.
- ❖ PRESENTAR SUS QUEJAS RESPECTO A POSIBLE MAL SERVICIO PRESENTADA POR EL PERSONAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS DE LA ASOCIACIÓN O DE CUALQUIER OTRO SERVICIO A QUE TENGA DERECHO.
- ❖ SOLICITAR LOS SERVICIOS TÉCNICOS DEL INSTITUTO DEL AGUA.
- ❖ SER ATENDIDO POR LA MESA DIRECTIVA Y POR EL INSTITUTO DEL AGUA EN LA PRESENTACIÓN DE LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA UNIDAD DE RIEGO.
- ❖ SER INFORMADO CUANDO LO REQUIERA, SOBRE LOS ASPECTOS CONTABLES DE LA UNIDAD.
- ❖ EXIGIR QUE SE APLIQUE EN TODAS SUS PARTES, EL PRESENTE REGLAMENTO.

ARTICULO 35o.- SON OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS.

- ❖ CUMPLIR Y HACER CUMPLIR EL PRESENTE REGLAMENTO.

- ❖ APOYAR Y RESPETAR A SUS REPRESENTANTES DIRECTIVOS, QUE SON LA MÁXIMA AUTORIDAD EN LA UNIDAD.
- ❖ ASISTIR PUNTUALMENTE A LAS ASAMBLEAS DE USUARIOS.
- ❖ CUMPLIR CON LAS DISPOSICIONES QUE DICTE LA ASAMBLEA DE USUARIOS.
- ❖ MANTENER EN BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN LAS OBRAS LOCALIZADAS DENTRO DE SU DERECHO DE RIEGO.
- ❖ EVITAR DESPERDICIOS DE AGUA AL APLICARLA A LOS TERRENOS DE RIEGO.
- ❖ ACATAR EL ORDEN DE RIEGO ESTABLECIDO POR LA ASOCIACIÓN.
- ❖ NO ABRIR VÁLVULAS DE COMPUERTA QUE NO ESTÉN A SU CARGO O VIOLAR CANDADOS PARA EXTRAER AGUA Y REGAR SIN PERMISO.
- ❖ INFORMAR A LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS Y EL INSTITUTO DEL AGUA SOBRE TRASPASOS, O CESIÓN DE DERECHOS DE RIEGO.
- ❖ RESPETAR LOS DERECHOS DE VÍA QUE TIENEN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS Y LA RED DE CAMINOS.
- ❖ NO ALTERAR EL ORDEN PARA EL USO DE LAS AGUAS DE RIEGO.
- ❖ CUBRIR LAS CUOTAS EN FORMA OPORTUNA A LA ASOCIACIÓN.
- ❖ COLABORAR CON LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS PARA EVITAR QUE SE CAUCEN PERJUICIOS A LAS OBRAS EXISTENTES.
- ❖ REGAR DURANTE EL DÍA O LA NOCHE O DÍA FERIADO, CUANDO LA ORDEN DE RIEGO ASÍ LO ESTABLEZCA.

CAPITULO IX.- SANCIONES.

ARTICULO 36o.- LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS PODRÁ SANCIONAR ECONÓMICAMENTE EN LOS SIGUIENTES CASOS:

- a) HACER MAL USO DEL AGUA DURANTE EL SERVICIO DE RIEGO.
- b) CAUSAR DETERIORO A LAS OBRAS, ORIGINARA LA REPARACIÓN DEL DAÑO Y MULTA QUE SERÁ FIJADA EN LA ASAMBLEA.
- c) POR IMPEDIR LAS LABORES ENCOMENDADAS AL PERSONAL CONTRATADO POR LA ASOCIACIÓN.
- d) POR ACTUAR DOLOSAMENTE EN PERJUICIO DE TERCEROS.

e) POR EJECUTAR OBRAS SIN AUTORIZACIÓN DE LA DIRECTIVA Y DEL INSTITUTO DEL AGUA.

ARTICULO 37o.- LAS FALTAS COMETIDAS POR PERSONAS AJENAS A LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS, TALES COMO ROBO DE AGUA O DETERIORO DE OBRAS EN GENERAL, LA DIRECTIVA PODRÁ DEMANDARLAS ANTE EL AGENTE DEL MINISTERIO PUBLICO CON RESPALDO DEL INSTITUTO DEL AGUA.

ARTICULO 38o.- LAS FALTAS O DELITOS NO PREVISTOS EN EL PRESENTE REGLAMENTO, QUEDAN SUJETOS A LA SANCIÓN DE LA ASAMBLEA DE USUARIOS.

CAPITULO X.- TRANSITORIOS.

ARTICULO 39o.- EL PRESENTE REGLAMENTO SERA DADO A CONOCER EN LA ASAMBLEA DE USUARIOS, QUIENES LO HARAN DEL CONOCIMIENTO DE TODOS LOS USUARIOS, DEBIENDO CONTAR CON LA APROBACIÓN MINIMA DEL 66% DE LOS USUARIOS, CONTEMPLADOS EN EL PADRÓN.

ARTICULO 40o.- LAS MODIFICACIONES AL PRESENTE REGLAMENTO PODRAN HACERSE A SOLICITUD DE LA MAYORIA DE LOS USUARIOS Y CON LA INTERVENCIÓN DEL INSTITUTO DEL AGUA SIEMPRE Y CUANDO NO SE CONTRAVENGA LA LEGISLACIÓN EXISTENTE.

ARTICULO 41o.- EL TANDEO DE RIEGO ESTABLECIDO ESTARA EN UN PERIODO DE PRUEBA, PARA SU AFINE Y APLICACIÓN DEFINITIVA.

ARTICULO 42o.- SE CONSIDERAN COMO DIAS FESTIVOS EL 1° DE ENERO, VIERNES SANTO, 12 DE DICIEMBRE Y 25 DE DICIEMBRE, ESTOS DIAS NO SE CONSIDERARAN PARA EL CALENDARIO DE RIEGO.

ARTICULO 42o.- EL PRESENTE REGLAMENTO, INVALIDA TODOS LOS ACUERDOS ANTERIORES EN LAS PARTES QUE SE OPONGAN A LO QUE EL PROPIO REGLAMENTO ESTABLECE.

ARTICULO 43o.- EL PRESENTE REGLAMENTO ENTRA EN VIGOR A PARTIR DEL DIA _____ DEL 2004, EN QUE FUE APROBADO Y SANCIONADO POR LA ASAMBLEA DE USUARIOS.

POR LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL.

PRESIDENTE

SECRETARIO

C. GREGORIO HERNÁNDEZ MARMOLEJO.

C. ARTURO LUEVANO SOTO.

SUPLENTE

SUPLENTE

C. TRANQUILINO AGUILAR TORRES.

**C. MANUEL DE JESÚS ROMO
CASTORENA**

TESORERO

C. MARIO SUTTI MARIN.

SUPLENTE.

C. AMADEO CASTOREÑA HERNÁNDEZ.

CONSEJO DE VIGILANCIA.

PRESIDENTE

SUPLENTE

ING. ANTONIO GONZALEZ MUÑIZ.
DIRECTOR DE LA UNIVERSIDAD TEC. DEL
NORTE DE AGUASCALIENTES.

C. LUIS NAJERA BARRAGÁN.

POR EL INSTITUTO DEL AGUA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES.

DIRECTOR GENERAL

ING. JORGE ALBERTO CASTAÑEDA ALVARADO.

EL PRESIDENTE MUNICIPAL DE RINCÓN DE ROMOS,
AGS.

C. JOSE MANUEL VALDEZ GOMEZ.

APÉNDICE 3 SÍNTESIS DE ESTUDIOS PREVIOS

Estudios geohidrológicos previos

A continuación se describe brevemente los objetivos y resultados de estudios que fueron realizados con anterioridad, resaltando la importancia que tienen para este estudio. Como se puede ver, no existe hasta el momento un estudio en donde se justifiquen los límites que actualmente se manejan para este acuífero, ni tampoco un balance hidráulico subterráneo que involucre toda el área del sistema acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.

SARH. 1977. Estudio geohidrológico de evaluación y censo en los Estados de San Luis y Zacatecas. 2ª parte Zona de Ojo Caliente, Zac. Este estudio tuvo como objetivos: Conocer de manera preliminar el esquema general de flujo subterráneo, el tipo de calidad y distribución del agua, las condiciones de extracción y la potencialidad del acuífero de Ojocaliente. Un documento muy antiguo pero bien estructurado, en el cual se obtiene como resultado del balance de agua subterránea una infiltración de 61 Hm³/año, bastante aceptable para el área de estudio que se manejó. También se describe la geología del acuífero, lo que da origen a verificar la continuidad del acuífero de Aguascalientes hacia el norte. Las zonas de recarga las ubican hacia la porción noreste, sureste y suroeste. La extracción para el año de 1977 fue cuantificada en 73.5 Hm³/año. Se menciona que este acuífero se encontraba en equilibrio para este año. Las pruebas de bombeo llevadas a cabo indican que el acuífero es de baja transmisividad. También se menciona el aporte de agua termal que recibe el acuífero, procedente de rocas riolíticas fracturadas. El cambio de almacenamiento anual fue calculado en 527.8 Hm³.

Secretaría de Economía y de Finanzas 1998. Estudio para la optimización de la explotación del acuífero del Valle de Aguascalientes. Fue elaborado por una empresa consultora francesa llamada Burgéap, en el marco de un acuerdo entre la embajada francesa y el Estado de Aguascalientes. En este estudio se realizó un modelo de simulación hidrodinámica del acuífero por medio del software MOSAIC, el cual fue perfeccionado por la misma empresa francesa. Uno de los principales resultados de esta modelación fue validar el esquema de funcionamiento hidrogeológico y los componentes del balance global del acuífero. El modelo también se utilizó como base para la construcción de una herramienta informática de gestión y seguimiento del acuífero al que se le denominó MASAGUAS; una de las funciones de esta herramienta es simular la explotación futura del acuífero y predecir el comportamiento del mismo. El estudio presenta varias inconsistencias dentro del balance de agua subterránea sobre todo en el cálculo de la infiltración de lluvia útil, la cual representa según el estudio el 60% de la precipitación total anual. Lo más rescatable del estudio son los valores de extracción para diferentes años, así como la descripción de la geología del acuífero. El estudio se centra exclusivamente en el Estado de Aguascalientes.

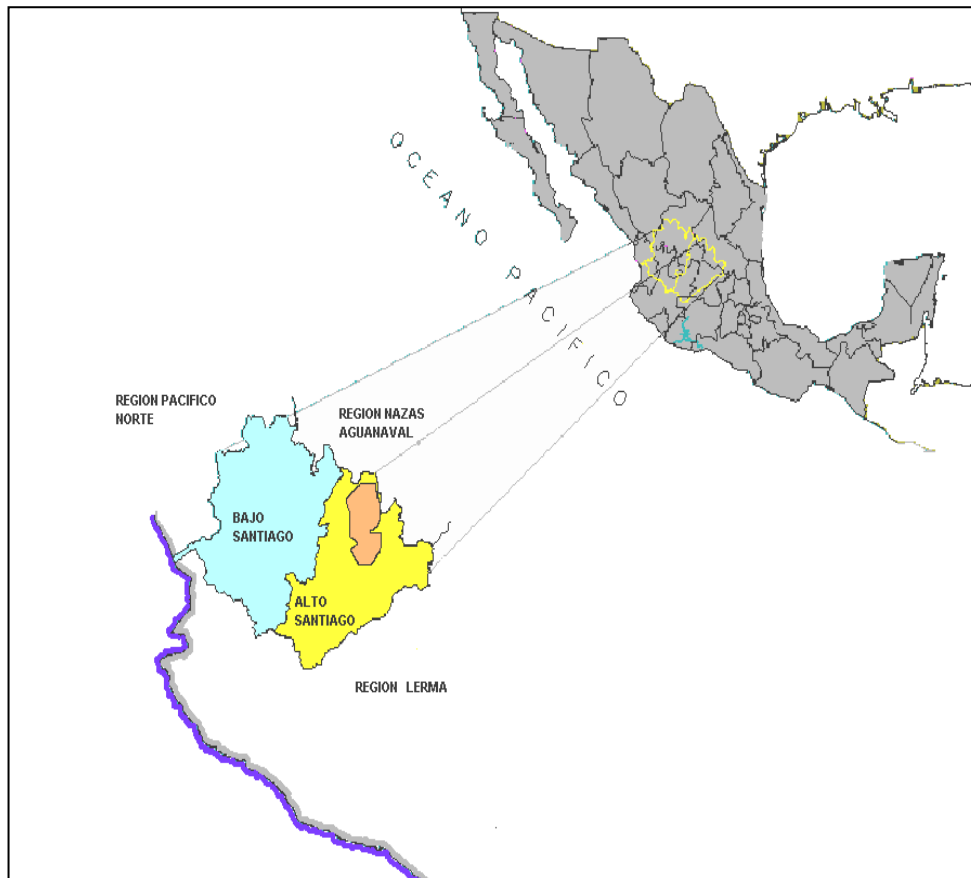
Jessica V. Briceño R., Hector D. Camacho G., Erick Ramírez F. 2000. Recalibración del modelo hidrodinámico del flujo subterráneo y obtención de políticas de manejo del sistema acuífero de Aguascalientes. Tesis de Licenciatura del IPN. Este estudio presenta gráficas y figuras muy bien elaboradas, así como datos que servirán para integrarse al modelo de simulación que se está realizando; sin embargo, el balance de agua subterránea lo calculan con datos de un año, lo cual no es conveniente, sobre todo cuando existen datos para varios años. Se presenta la misma inconsistencia en cuanto a la lluvia útil infiltrada, del estudio anterior, la cual es muy elevada con respecto a la precipitación anual que se presenta en la zona. No toma en cuenta la porción del acuífero en Zacatecas y en Jalisco. Presentan una serie de planos de curvas de igual temperatura del agua, para diferentes años, en donde se verifica un incremento gradual de la temperatura con respecto al tiempo.

APÉNDICE 1

1. PARTICIPACIÓN DE LOS INVOLUCRADOS

Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, A. C.

Grupo Técnico Consultivo



PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL ACUÍFERO INTERESTATAL OJOCALIENTE-AGUASCALIENTES- ENCARNACIÓN. NIVEL GRAN VISIÓN.

APÉNDICES

Elaborado bajo la supervisión de la Comisión Nacional del Agua, aplicando el Método de Planeación Participativa ZOPP.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Presentación

El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente, tiene un valor económico, social y ambiental en todos los usos a que se destina; sin embargo, pese a ser un recurso natural tan importante y vital, los seres humanos se empeñan en degradarlo y usarlo ineficazmente. Por ello, al aumentar la población, y con ella la demanda de agua, son cada vez más las regiones en las que se registra una presión creciente sobre los recursos hídricos.

Un ejemplo claro de esta situación son las regiones ubicadas en el centro norte del país, donde se asienta una parte mayoritaria de la producción y población mexicana y donde la escasez y períodos recurrentes de sequía son mayores.

El territorio conformado por los valles de Ojocaliente, Zac., Aguascalientes, Ags., y Encarnación, Jal., es parte de esas regiones, por su clima y características geográficas, sociales y demográficas, enfrenta complejos problemas para satisfacer los requerimientos de agua. La explotación del agua subterránea se ha dado en una forma intensa, debido a que el agua superficial está plenamente comprometida o no existe permanentemente. En el acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, que subyace a esta región, se sustenta el abastecimiento de agua potable de todas las grandes y medianas ciudades, y localidades del medio rural, casi la totalidad de la planta industrial y prácticamente en las tres cuartas partes de la agricultura de riego.

Por ello, se considera necesario establecer una estrategia que propicie la preservación y el abasto del recurso para sostener el desarrollo actual de esta región, sin afectar a las generaciones futuras. La estrategia debe partir de la base de la participación de todos los involucrados en la problemática, es decir, los tres niveles de gobierno, los usuarios de aguas subterráneas, las instituciones académicas y la sociedad en general, conjuntamente, con voluntad e iniciativa deberán definir y establecer un programa de trabajo que permita la estabilización del acuífero y mitigue los efectos de la sobreexplotación.

Para lograr esta participación, los usuarios de las aguas nacionales de esta región, convocados por la Comisión Nacional del Agua, decidieron conformar, en el mes de Abril del 2000, un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), organismo auxiliar del Consejo de Cuenca del Río Santiago, para plantear acciones consensuadas y concertadas que permitan la estabilización del acuífero, apoyándose en un Grupo Técnico Consultivo integrado por las dependencias de los tres niveles de gobierno que realizan actividades relacionadas con las aguas subterráneas y por algunas instituciones de Educación Superior.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

El presente documento elaborado por el Grupo Técnico Consultivo coordinado por la Comisión Nacional del Agua, mediante la aplicación del Método ZOPP (Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos) contiene el Proyecto “Plan de Manejo del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación”, y es el resultado del esfuerzo del Grupo mencionado para la organización de un Plan de Trabajo integral y consistente, que permita en el corto y mediano plazos hacer un uso sustentable del agua subterránea.

Este documento se somete a consideración de los involucrados en el desarrollo oportuno de las acciones contempladas para lograr el objetivo, especialmente las instituciones y Organismos sean Públicos o Privados, a las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación, a las organizaciones sociales, productivas y comunitarias, incluyendo las “no gubernamentales”, quienes deberán aportar, además de voluntad, los recursos humanos, tecnológicos, materiales y financieros para facilitar e inducir a los usuarios para que con el concurso de los esfuerzos de los Gobiernos de los Estados y Consejo de Cuenca ejecuten individual y colectivamente las acciones que es corresponden para su mejoramiento y ejecución.

Aguascalientes, Ags., Abril de 2002

Ing. Jorge Alberto Castañeda Alvarado

Presidente del Comité Técnico de Aguas Subterráneas

del Acuífero Interestatal

Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, A. C.

ÍNDICE

		Página
1	Antecedentes	1
2	Diagnóstico	5
3	Problema Central	11
4	Objetivo General	14
5	Metodología General	15
6	Coordinación de la Planeación del Programa	18
7	Etapas y Fechas de los Talleres de Planeación	18
8	Bibliografía	19
	Anexos	20
9	Comentarios emitidos por los usuarios durante la reunión llevada a cabo el día 19 de Febrero de 2004	53
10	Gestión de Proyectos de Estabilización del Acuífero	54

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

1. ANTECEDENTES

El acuífero de Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación permaneció casi inalterado hasta principios de la década de los 40's, cuando se inició en mayor escala su explotación, que se incrementó sustancialmente en los años cincuenta, por lo que en la década de los sesenta fue necesario declarar veda por tiempo indefinido en gran parte del territorio de este acuífero. No obstante, en las décadas de los 70's y 80's, los gobiernos federal y estatales de Aguascalientes y Zacatecas alentaron y financiaron programas para impulsar la agricultura de riego mediante la explotación del agua subterránea.

Por su parte, el sector industrial presentó un fuerte crecimiento en la porción correspondiente al estado de Aguascalientes, motivado por el asentamiento de corredores industriales en las cercanías de la ciudad capital y ocasionando con ello la inmigración de los estados vecinos de Jalisco y Zacatecas para cubrir la demanda de mano de obra. Esta situación se presentó en las dos últimas décadas (80's y 90's) y vino a generar una mayor demanda de agua para usos Público-Urbano, Industrial y Servicios, agravando la condición de sobreexplotación que ya presentaba el acuífero.

La extracción de agua subterránea en el acuífero de Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación se realizó sin ningún control hasta finales de los ochenta, cuando con la creación de la Comisión Nacional del Agua se estableció un control más estricto en la perforación de pozos y en la extracción de volúmenes concesionados, pero sin lograr detener los efectos de la sobreexplotación.

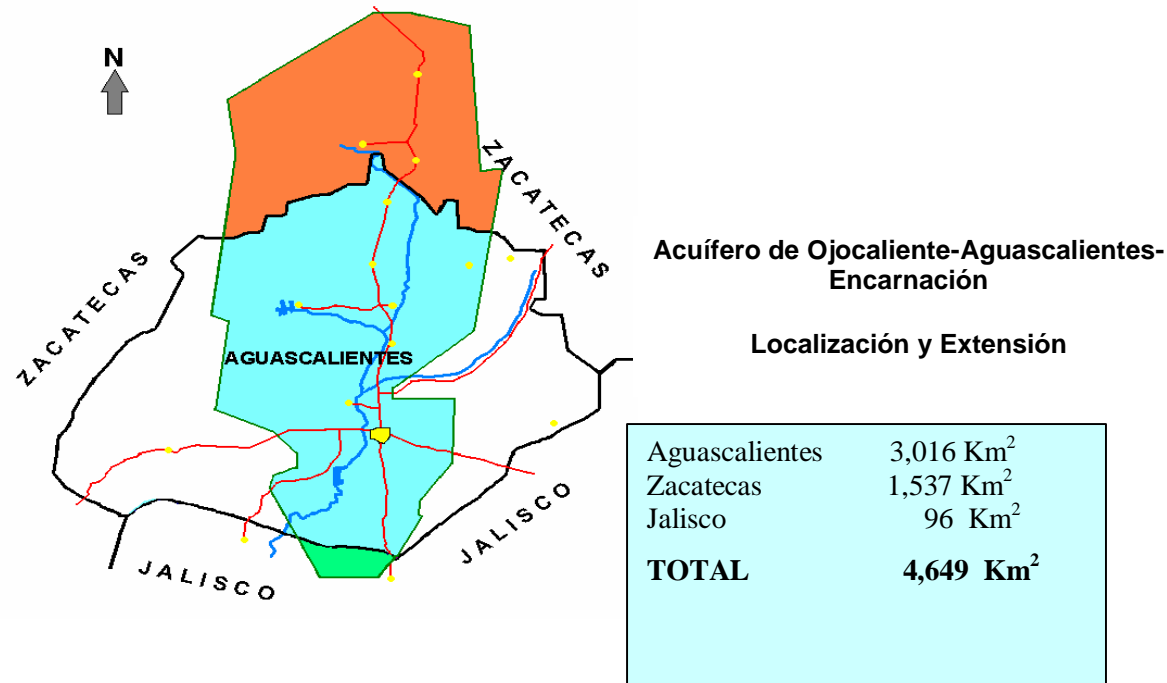
1. 1. Marco Geográfico

El acuífero regional Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación se constituye esencialmente por dos valles, el de Ojocaliente y el de Aguascalientes, y por una pequeña porción del valle de Encarnación de Díaz; consecuentemente es compartido por tres estados: Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco. Ocupa la porción suroriental del estado de Zacatecas, la porción central del estado de Aguascalientes y la zona noroeste de la región Altos Norte del estado de Jalisco. Conforman una franja con orientación norte-sur de 165 Km de largo por 15 Km de ancho en promedio. Comprende parcialmente los municipios de Cuauhtémoc, Genaro Codina y Trancoso (Guadalupe), Luis Moya, Ojocaliente y Gral. Pánfilo Nátera del Estado de Zacatecas; parcialmente los municipios de Aguascalientes, Jesús María, San Francisco de los Romo y San José de Gracia, y totalmente los de Cosío, Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga y Tepezalá del Estado de Aguascalientes; y parcialmente los municipios de Encarnación de Díaz, Teocaltiche y Villa Hidalgo del Estado de Jalisco.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

El acuífero interestatal abarca una superficie de 4,649 Km², de los cuales el 65% corresponde a Aguascalientes, 33% a Zacatecas y el resto al estado de Jalisco.

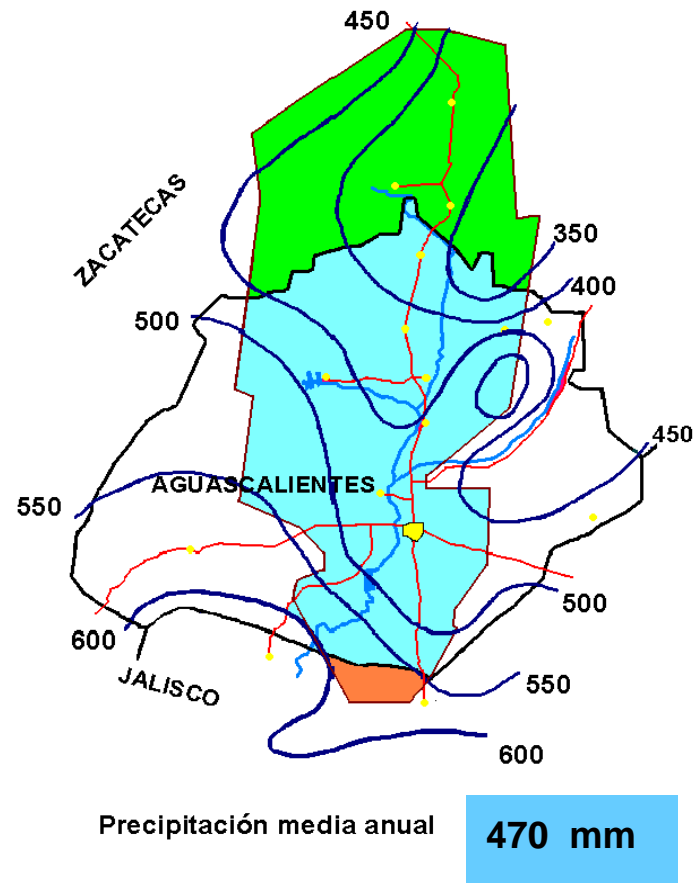
Territorialmente pertenece a la Región Hidrológica 12 Lerma-Chapala-Santiago, Subregión Alto Santiago, específicamente a la subcuenca del río San Pedro, cuyos afluentes por margen izquierda ríos Chicalote y San Francisco y por margen derecha ríos Santiago y Morcinique, así como su cauce principal, drenan el acuífero en dirección norte sur.



Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

1. 2. Climatología

El clima que prevalece en la zona se clasifica como semidesértico a templado, con precipitación media anual de 470 mm, valor que representa el 60% de la media nacional (779 mm). Su temperatura media anual oscila alrededor de los 17 °C y la evaporación potencial media anual es de aproximadamente 2000 mm.



Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

1. 3. Características del Acuífero

Abarca dos provincias fisiográficas importantes. La porción oriental queda incluida dentro de la Meseta Central, mientras que el flanco occidental pertenece a las estribaciones de la Sierra Madre Occidental. El ambiente fisiográfico está compuesto por sierras bajas, pequeñas mesetas y lomeríos. Hacia la porción oriental del Valle afloran rocas volcánicas de edad terciaria (tobas, ignimbritas, brechas volcánicas) de composición predominantemente riolítica. En la porción oriental afloran rocas calizas del cretácico, rocas intrusivas que consisten en un granito, el cual intrusionó y mineralizó las calizas; las rocas más antiguas que afloran en la zona son esquistos de edad triásico-jurásico. Las principales estructuras que afectan estos paquetes son fallas normales de alto ángulo que ocasionan la formación de fosas y pilares tectónicos. Una de estas fosas es la que define el Valle de Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.

De conformidad con su composición geohidrológica es de tipo libre en su parte superior y semiconfinado en su parte inferior; el flujo subterráneo tiene una dirección preferencial Norte-Sur; sin embargo, alrededor de la Cd. de Aguascalientes la dirección del flujo se invierte conformando localmente un círculo con dirección concéntrica hacia la mancha urbana.

En las porciones de Aguascalientes y Zacatecas el acuífero está constituido en su parte superior por materiales aluviales no consolidados como gravas, arenas, limos y arcillas que forman estratos interdigitados de geometría irregular, cuyo espesor varía desde unos cuantos metros hasta 400 m en el centro del valle con predominio de los más gruesos y permeables en las proximidades del cauce principal; subyacen al relleno de aluvión los conglomerados y rocas ígneas fracturadas con espesores de 200 a 300 m y finalmente el basamento constituido por una secuencia volcano-sedimentaria con metamorfismo regional del Jurásico. En la porción sur del acuífero, correspondiente al estado de Jalisco, se constituye en su parte superior por rocas sedimentarias aluviales no consolidadas, materiales volcanoclásticos conglomerados y brechas volcánicas, y en su parte inferior rocas ignimbritas de fracturadas a poco fracturadas cuyos espesores varían de 250 m a profundidades no definidas.

La precipitación pluvial que captan las rocas fracturadas ampliamente expuestas en las sierras y lomeríos y la que se infiltra en el propio valle, los escurrimientos superficiales que alimentan el subsuelo en época de lluvias a lo largo de cauces y piamontes, y el agua subterránea proveniente de los acuíferos Chicalote y El Llano son las principales fuentes de recarga natural del acuífero. Asimismo, los retornos agrícolas y pérdidas en canales de riego, así como las fugas en las redes de agua potable, forman parte de la recarga inducida que en volumen es bastante significativa.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

El agua del acuífero es dulce tolerable y presenta una temperatura que va de los 18 a los 45 °C que la clasifica como agua termal; sin embargo, algunas zonas en el estado de Aguascalientes, presentan concentraciones de flúor superiores a la norma establecida por la Secretaría de Salud (1.5 mg/l) debido al contacto entre el agua y el material por el que circula. Hasta ahora no existen indicios de que el agua del acuífero esté contaminada por causas de origen antropogénico.

Por otro lado, en la porción de Ojocaliente, Zac., el descenso del nivel piezométrico fue de 80 m en las zonas más explotadas, con un ritmo de 1.8 m/año en promedio; en la zona del Distrito de Riego 01 Pabellón, el nivel se ha profundizado hasta 79 m en los últimos 28 años, mientras que en la zona centro del Valle de Aguascalientes, de 1950 a la fecha, el nivel ha descendido a la profundidad de 95 m y de 40 m en las partes cercanas a las serranías. En este valle, el abatimiento se ha presentado a un ritmo de 2.0 m/año, con valores de hasta 4.0 m/año en la zona urbana de la Cd. de Aguascalientes, ocasionando que el agua se localice a 140 m de la superficie del terreno. En la porción del estado de Jalisco, la explotación disminuye sustancialmente ocasionando abatimientos de unos 4.0 m en los últimos 7 años a un ritmo de 0.5 m/año.

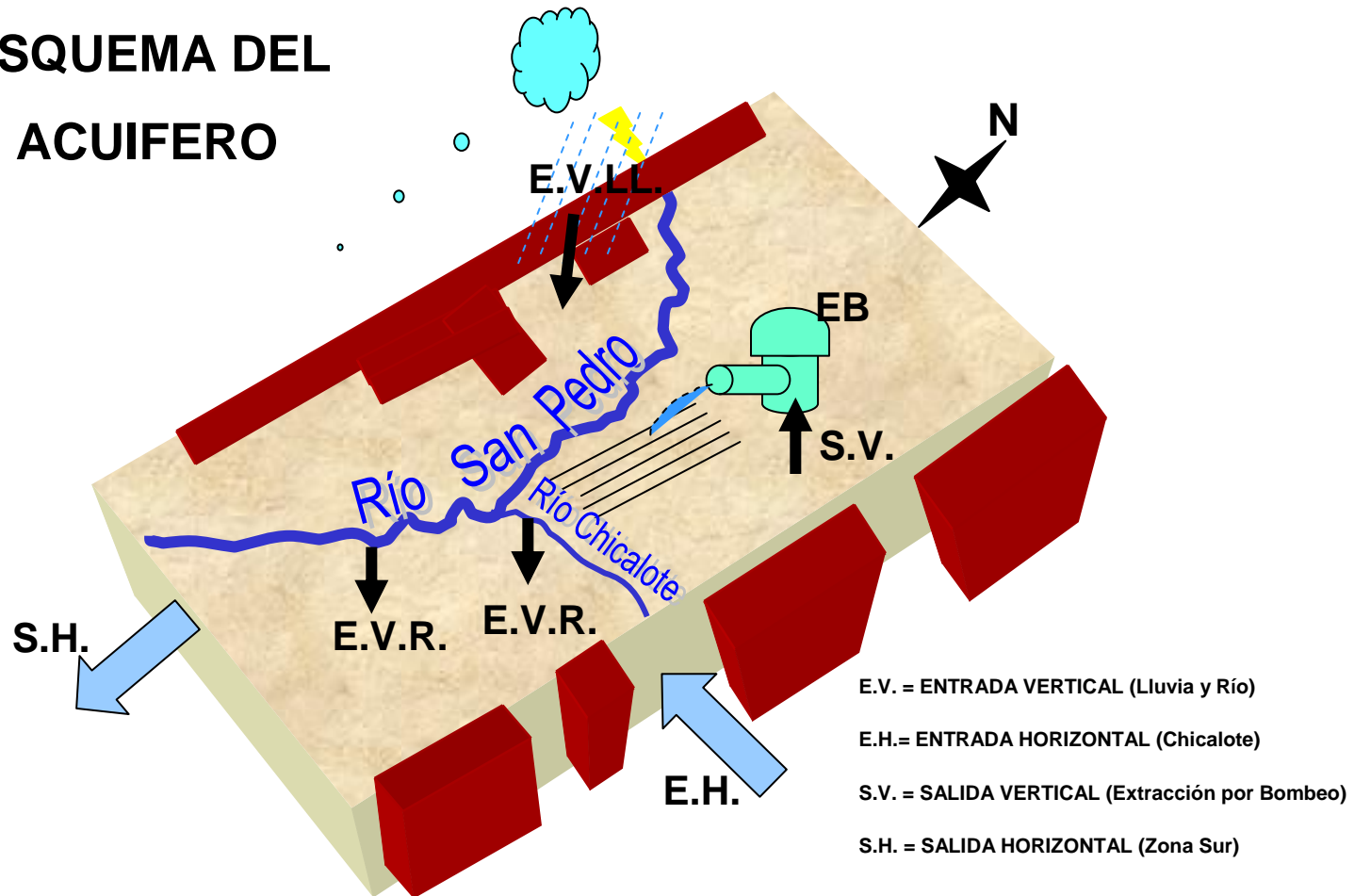
2. DIAGNÓSTICO

Actualmente el acuífero que más se explota es el que se encuentra en el medio granular (libre), aunque hace algunos años que se empezó a explotar el acuífero del medio fracturado (semiconfinado).

La disponibilidad del recurso en el acuífero se ha estimado con base en las extracciones contabilizadas en los censos de pozos y a los descensos de los niveles piezométricos. De esta forma conforme al balance preliminar para el período 1995 -1998 la recarga media anual se estimó en 293.0 Millones de metros cúbicos.

El último censo de pozos indica que actualmente existen alrededor de 2358 aprovechamientos, entre pozos y norias; de los cuales, 1884 (80%) se localizan en el estado de Aguascalientes, 63 (3%) en Jalisco y 411 (17%) en Zacatecas.

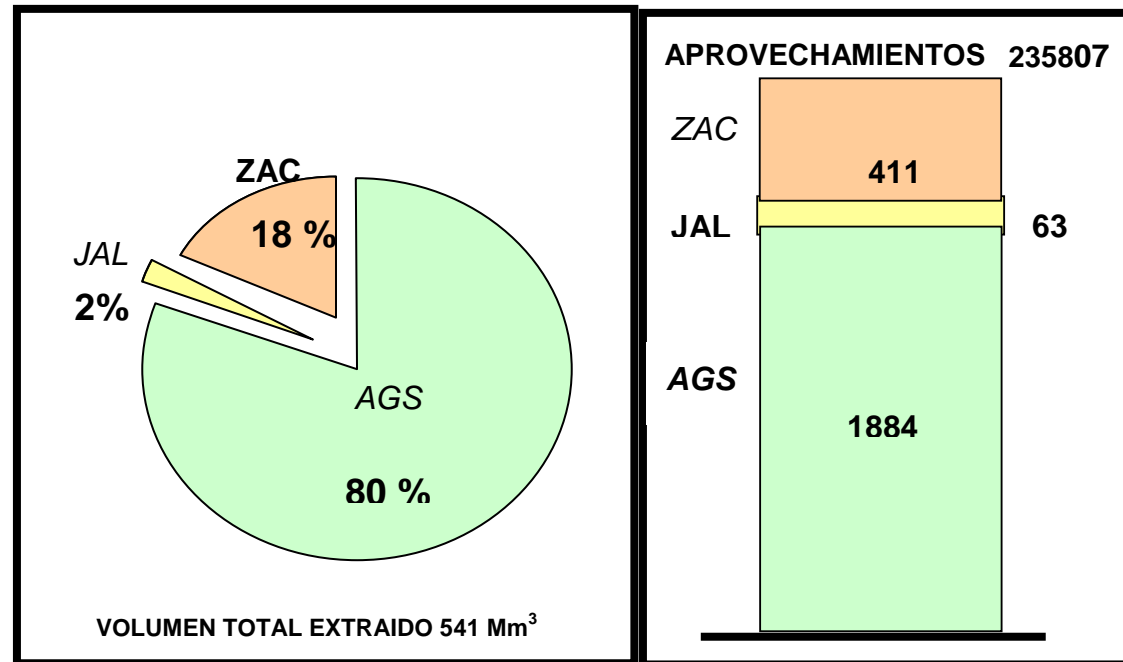
ESQUEMA DEL ACUIFERO



Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

2. 1. Usos del Agua¹

Con dicha infraestructura se extrae un volumen total de 541 Mm³/año, de los cuales el 80% se utiliza en el estado de Aguascalientes, el 18% en el de Zacatecas y el resto en Jalisco.



2.1.1. Uso Agrícola

La extracción anual en este sector es de 393 Mm³, que representa el 74% del volumen total extraído. En el estado de Aguascalientes se utilizan casi tres cuartas partes de este volumen, en Zacatecas un 24% y el resto en el estado de

¹ Todas las cifras relativas a los componentes de los balances son preliminares y están sujetas a revisión por la Comisión Nacional del Agua (CNA)

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Jalisco. Se tienen censados un total de 1771 aprovechamientos en este uso: 1366 en Aguascalientes, 53 en Jalisco y 352 en Zacatecas.

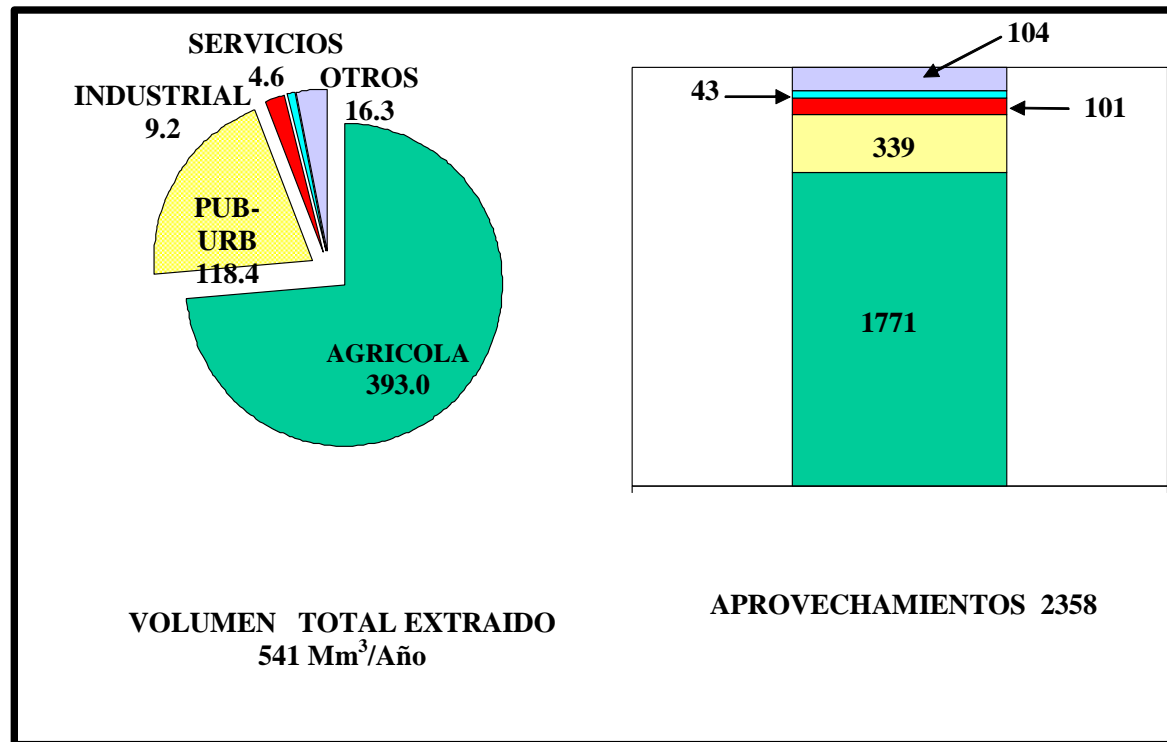
2.1.2. Uso Público-Urbano

Para el abastecimiento de los centros de población se extrae del acuífero un volumen anual de 118.4 Mm³, lo que representa cerca del 22% de la extracción total y en cantidad es el segundo uso en importancia. De este volumen, el 96% se utiliza en el estado de Aguascalientes, en donde su principal usuario es la Ciudad Capital que demanda poco más del 78%. La infraestructura establecida para este uso es de 339 aprovechamientos.

2.1.3. Uso Industrial

El uso industrial sólo se presenta en los estados de Aguascalientes y Zacatecas, en los cuales se extraen volúmenes de 9.2 y 0.2 Mm³/año, respectivamente. Este uso representa el 2% del volumen total extraído. Destacan los corredores industriales cercanos a la Cd. de Aguascalientes. La extracción se realiza mediante 101 aprovechamientos, 88 de los cuales se localizan en el estado de Aguascalientes.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.



2.1.4. Uso en Servicios

En el sector servicios se extrae un volumen total de 4.6 Mm³/año, distribuido en los estados de Aguascalientes y Zacatecas en 96% y 4%, respectivamente. El uso en servicios tan solo representa el 1% del volumen total extraído en el acuífero. Los usuarios en este sector cuentan con 43 aprovechamientos para su suministro.

2.1.5. Otros Usos

En este concepto se incluyen 142 aprovechamientos de usos pecuario, doméstico y acuícola. El volumen anual suministrado a éstos asciende a 16 Mm³, que representan el 3% de la extracción total. En el estado de Aguascalientes se extrae un 97% del total para este concepto.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

2. 2. Balance del Acuífero²

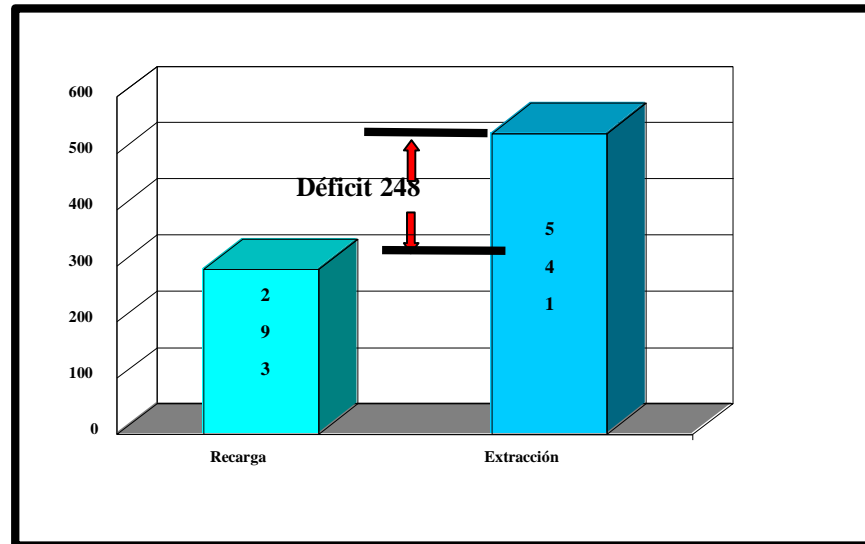
La sobreexplotación del acuífero se ha venido dando desde la década de los sesenta, por lo que desde entonces fue necesario establecer vedas por tiempo indefinido para el alumbramiento de las aguas del subsuelo. En el estado de Aguascalientes fue establecida en todos los municipios mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1963; en Zacatecas, se declararon tres vedas de control, el 16 de mayo de 1960 para los municipios de Cuauhtémoc, Guadalupe, Ojocaliente, Genaro Codina y Luis Moya, el 10 de febrero de 1978 en el municipio de Ojocaliente (parcial) y el 5 de agosto de 1998 en el municipio de Genaro Codina (parcial); mientras que en el estado de Jalisco, se declaró veda de control el 7 de diciembre de 1987.

No obstante, las extracciones siguieron incrementándose aceleradamente provocando abatimientos medios anuales que van de 0.5 m/año en el estado de Jalisco a 1.8 y 2.0 en los estados de Zacatecas y Aguascalientes, respectivamente, con máximos de 4 m/año en la zona urbana de la Cd. de Aguascalientes. Situación que ha ocasionado que el nivel del agua se encuentre entre 80 y 140 m de profundidad.

La recarga media anual del acuífero se estima en 293 Mm³/año que equivale solamente al 55% del volumen de agua extraída mediante pozos. Más aún, la irregularidad de las precipitaciones impide contrarrestar el efecto acumulado de décadas de sobreexplotación, y en consecuencia, presenta un déficit de 248 Mm³/año que se está cubriendo a costa de la reserva subterránea no renovable.

² Todas las cifras relativas a los componentes de los balances son preliminares y están sujetas a revisión por la Comisión Nacional del Agua (CNA)

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.



3. PROBLEMA CENTRAL

3. 1. Efectos de la sobreexplotación del acuífero

El desequilibrio entre la recarga y la extracción ha dado como resultado serios problemas que actualmente enfrentan los usuarios, entre ellos destacan los siguientes:

- **Descenso drástico de los niveles de agua.-** La profundidad de los niveles del agua, originalmente a unos cuantos metros, se localiza ahora a varias decenas de metros y en algunos casos se encuentra a profundidades que alcanzan los 140 m.
- **Reducción en el rendimiento de los pozos.-** Al reducirse severamente el espesor de los estratos explotables por la baja de niveles, los rendimientos se reducen considerablemente.
- **Incremento en los costos de extracción.-** Los exagerados abatimientos presentados en las zonas agrícolas, acumulados a través del tiempo, inciden en costos de bombeo mayores, tan altos que para muchos cultivos ya no son redituables bajo las condiciones de riego tradicionales (por gravedad), razón por la cual la actividad agrícola pierde

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

capacidad de supervivencia ante otros usos que todavía soportan los altos costos de bombeo. Estudios económicos realizados al respecto indican que en los valles de Aguascalientes y de Ojocaliente desde el año de 1986 los costos son superiores a los beneficios en el sector agrícola, específicamente en cultivos básicos.

- **Pozos fuera de operación.-** Al descender los niveles piezométricos las cámaras de bombeo de los pozos pocos profundos quedan por sobre dichos niveles y ello impide que los pozos puedan seguir extrayendo agua del subsuelo, quedando muchos fuera de operación y en la necesidad de profundizarlos.
- **Asentamiento del terreno y agrietamiento.-** Este efecto puede apreciarse de manera impactante en la zona urbana de la Ciudad de Aguascalientes, en donde se han identificado un sinnúmero de grietas y se ha detectado un asentamiento diferencial del terreno del orden de los 0.044m/año, situación que ha provocado serios daños a la infraestructura civil como calles y avenidas, edificios, casas-habitación y redes de agua potable y alcantarillado. El costo estimado de reparación de los daños asciende aproximadamente a veinte millones de pesos por año.
- **Mayor riesgo de contaminación.-** La presencia de grietas, sobretudo en cuerpos de agua receptores de aguas residuales municipales, provoca que éstas tengan una mayor facilidad para infiltrarse hacia el acuífero, haciéndolo más vulnerable a la contaminación, aunque a pesar de este efecto, todavía se conservan la mayoría de los índices químicos dentro de la normatividad para agua potable.
- **Degradación de la calidad del agua.-** Al extraerse el agua a mayores profundidades aumenta la proporción de las aportaciones profundas que pueden, en un futuro, contener elementos como el Flúor y el Litio.
- **Freno al desarrollo de sectores productivos.-** La sobreexplotación provocó que se establecieran vedas de control desde la década de los sesentas, y que actualmente ya no se permitan nuevas explotaciones de aguas subterráneas que incrementen los volúmenes de extracción. Estas medidas frenan el desarrollo productivo de algunos sectores, sobretudo el industrial, el cual tiene actualmente que adquirir derechos de agua legalmente reconocidos para poder cubrir sus demandas. Lo mismo sucede con el sector servicios y con el uso público-urbano. En cuanto al sector agropecuario, los altos costos de bombeo impuestos por la sobreexplotación representan un freno para su desarrollo.
- **Fuerte competencia por el uso del agua.-** Dado que la demanda continúa en aumento y ésta no puede seguir cubriéndose a costa de la reserva no renovable del acuífero, se tiene que suministrar en detrimento de algún otro uso; en el caso del acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, la competencia se está dando entre los usuarios

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

agrícolas y los de uso público-urbano e industrial, en algunos casos la competencia se observa entre los mismos usuarios agrícolas.

- **Afectación al entorno natural.-** Definitivamente, el descenso de los niveles de agua ha provocado la desaparición de los manantiales antaño existentes y también ha revertido el proceso de alimentación entre ríos y arroyos con el propio acuífero, desapareciendo totalmente el flujo base en los mismos y por lo tanto la flora y fauna acuáticas que en algún tiempo existieron en dichos cuerpos de agua, tal es el caso de los ríos San Pedro y Chicalote incluyendo todos sus afluentes.
- **Impacto Social.-** La emigración de la población económicamente activa del sector rural hacia los centros urbanos en busca de mejores y mayores ingresos, representa un conflicto social que día con día va dejando al sector agrícola sin mano de obra, y agravando los problemas de servicios en los centros concentradores de esa población.

3. 2. Causas del problema

Se han identificado varias causas que originan el desequilibrio del acuífero, entre las más impactantes podemos citar las siguientes:

- *Uso Ineficiente del agua en todos los sectores usuarios*
 - El hecho de que no se otorguen los recursos federales necesarios, aunado a la baja capacidad de inversión de los usuarios agrícolas y a la baja disposición del sector privado en inversiones para obras, ocasiona que no se tengan recursos económicos suficientes para conservar, rehabilitar y modernizar la infraestructura hidroagrícola y la de agua potable, estimándose actualmente eficiencias globales del 40 y 50%, respectivamente.
 - Los programas de capacitación y asesoría técnica son insuficientes debido al gran número de productores establecidos en el acuífero
- *Cultura del Agua inadecuada*
 - Los usuarios desconocen el valor real del agua.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

- La falta de conocimiento de los usuarios de la disponibilidad del agua y la falta de conocimiento del calendario óptimo de riego.
- La falta de difusión del manejo del agua y la falta de educación y concientización para el ahorro de agua.
- *Deficiente Administración y Planeación del aprovechamiento del Agua*
 - La información geohidrológica existente no está actualizada y es insuficiente para tener un conocimiento preciso del acuífero.
 - No existe medición de los volúmenes extraídos por los usos agrícola y pecuario, por lo que no se tiene control sobre los mismos y por lo tanto los balances actuales son estimados
 - La coordinación institucional ha sido inadecuada provocando el establecimiento de desarrollos industriales y crecimiento de los centros urbanos sin considerar la disponibilidad de agua y el uso del suelo, así como un fuerte crecimiento de la industria lechera
 - El marco jurídico es inadecuado y no se aplica eficientemente por lo que existen irregularidades en cuanto a los volúmenes de extracción y a la medición de los mismos.

4. OBJETIVO GENERAL

El objetivo planteado por el Grupo Técnico Consultivo del COTAS es formular un Plan de Manejo Integral para adecuar el desarrollo de la región a la disponibilidad del agua, el cual a su vez tiene como objetivo central frenar la sobreexplotación del acuífero, reduciendo gradualmente la extracción hasta alcanzar su estabilización y garantizar el uso sustentable del agua.

El Plan debe integrar todas las acciones para reducir la demanda y manejar la oferta, teniendo en cuenta todos los aspectos geohidrológicos, hidrológicos, técnicos, financieros, sociales, institucionales, legales, protección ambiental y de desarrollo sustentable.

Bajo este contexto, y con base en los estudios realizados a la fecha y la participación de expertos, se aplicó el Método ZOPP para diseñar el programa de acciones que contribuyan al desarrollo del Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

El programa de acciones deberá considerar los responsables de cada una de las acciones y programas establecidos, e involucrando a las diferentes dependencias federales, estatales y municipales, así como a los usuarios e instituciones académicas y civiles con el objeto de lograr la aplicación exitosa de las acciones definidas.

5. METODOLOGÍA GENERAL

Con el fin de llevar a cabo el diseño del Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, se utilizó el Método de planeación participativa ZOPP. Este método (de sus siglas en alemán **Z**iel **O**rientierte **P**rojekt **P**lanung, en español: Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos), es un método participativo de reflexión y toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo interdisciplinarios y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada. Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes.

La metodología fue aplicada por el Grupo Técnico Consultivo (GTC) del COTAS del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, creado en octubre de 2001 y constituido por representantes de diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno, vinculadas con las actividades productivas de los usuarios de las aguas nacionales, Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación y Organizaciones no Gubernamentales, así como usuarios, todos ellos con probada capacidad de análisis de la problemática de sobreexplotación del acuífero. Se espera que este grupo, en la continuación del proceso de planeación, apoye las gestiones necesarias para la generación o aportación de recursos técnicos, financieros y materiales, para la ejecución de las acciones establecidas, así como para promover la integración de comisiones de trabajo para el análisis y atención de asuntos específicos, relacionados con el Manejo Integral del Acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.



El trabajo fue moderado por el Lic. Juan Antonio Martínez Blanco, de la Comisión Nacional del Agua, quien aseguró la consistencia de los siguientes instrumentos, elaborados participativamente:

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

- a) **Árbol de Problemas.-** Es el diagnóstico de la situación, realizado a partir de la identificación del problema central. Se vierten todos los problemas principales existentes en el área de análisis, relacionados con el problema central identificado. Estos problemas están a su vez vinculados entre sí mediante relaciones de causa-efecto, siendo los niveles inferiores causas de los problemas situados en los niveles superiores, con los cuales tiene una relación directa, expresada mediante una línea de unión. **Anexo 1.**
- b) **Árbol de Objetivos.-** Es un instrumento para la toma de decisiones, por ello, también se le llama Árbol de Decisiones. Se elabora a partir de la solución de los problemas identificados en el diagnóstico. Las situaciones factibles y deseables que se derivan de la solución (virtual) de cada uno de los problemas del diagnóstico, son situaciones objetivos, que pueden llegar a ser objetivos dentro de un proyecto. El conjunto de estos objetivos conforma el Árbol de Objetivos, del cual podemos seleccionar una estrategia óptima para el proyecto. **Anexo 2.**
- c) **Matriz de Involucrados.-** Es el análisis de involucrados del proyecto y estructura de ejecución del Programa. Con la estructura básica del proyecto, se identificaron todas las instituciones y organizaciones, así como los grupos que tuvieran algún tipo de relación o interés especial en el Manejo Integral del Acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. **Anexo 3.**

Por su importancia y relación con cada una de las áreas de trabajo del proyecto, se conformó una posible estructura de ejecución con responsables e instituciones y organizaciones de apoyo. **Anexo 3.**

- d) **Matriz de Planeación de Proyecto (MPP).-** En ella, se expresa de manera integrada, la estrategia de ejecución del proyecto, con sus objetivos, sus resultados/productos, actividades principales, indicadores verificables objetivamente, fuentes de verificación y los supuestos. La matriz contiene la formulación estratégica del proyecto, es decir, sus formulaciones son de carácter general. **Anexo 4.**



Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

- e) **Planeación Operativa de Proyecto.**- Contiene una desagregación de las actividades principales contenidas en la MPP en subactividades, con una asignación de atributos que permiten hacer administrables o monitoreables las actividades, como fechas de ejecución, responsables, etc. La Planeación Operativa del Proyecto no contiene aún información sobre costos, éstos deben ser calculados posteriormente, cuando exista una claridad en los compromisos de ejecución de los involucrados. **Anexo 5.**

Los resultados obtenidos en cada una de las fases del método ZOPP, se incorporaron en un sistema de cómputo denominado SIZOPP proporcionado por la CNA.

Los integrantes del Grupo Técnico Consultivo que participaron activamente en los talleres se enlistan a continuación: ingenieros Pedro de Jesús Toledo Echegaray, Miguel Mendoza Campos, Salvador Antillón Chávez, Dafne Fausto Díaz de León, y Lic. Francisco Álvarez Jiménez de la CNA en



Aguascalientes; Ing. Jesús Miguel Cervantes Rodríguez de la CNA en Zacatecas, Ings. Adolfo Madrid Alanís y Víctor Manuel Parada Chávez del Instituto del Agua de Aguascalientes, Ing. Socorro L. Sierra Legarreta de la Comisión para el Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Aguascalientes; Ing. Alejandro A. Alba Maciel de la SEMARNAT Aguascalientes; C. Eliseo Cruz Santos de la PROFEPA Aguascalientes; Ings. Roberto de Luna Huerta y J. Antonio López Calderón de la SAGARPA Aguascalientes; LCF. José Juan González Pérez de la CONAFOR Aguascalientes; Ing. Ricardo Castorena Hernández y Biol. René Hernández López de la Secretaría de Planeación de Aguascalientes; Ings. Jairo H. Carrillo García y Luis Felipe Huizar Botello de la Comisión Ciudadana de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Aguascalientes; Ing. Jaime Ruiz Giles de la Secretaría de Planeación y Desarrollo de

Zacatecas; Ing. Armando Muñoz Juárez de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Jalisco; Ing. Ricardo Mauricio Leguizarro del Ayuntamiento de Luis Moya, Zac.; Dr. Javier Llamas Viramontes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; el Tec. José Luis Calderón Limón y Biol. Jesús G. Estrada H. de la ONG "Los Cuartos A.C".

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

6. COORDINACIÓN DE LA PLANEACIÓN DEL PROGRAMA

La Coordinación del proceso de la Planeación del Proyecto estuvo a cargo de los ingenieros Adolfo Madrid Alanís del Instituto del Agua de Aguascalientes, Jesús Miguel Cervantes Rodríguez de la CNA en Zacatecas y Miguel Mendoza Campos de la CNA en Aguascalientes.

La conducción y coordinación de la aplicación del método ZOPP estuvo a cargo del Lic. Juan Antonio Martínez Blanco, Jefe de Proyecto de Modelos de Optimización y Estrategias, de la Gerencia de Planeación Hidráulica (GPH) de la CNA.

La integración de la información generada en los talleres de discusión, análisis y consenso, en un documento formal, estuvo a cargo del Instituto del Agua de Aguascalientes.

7. ETAPAS Y FECHAS DE LOS TALLERES DE PLANEACIÓN

Los talleres se realizaron en tres etapas; la primera etapa se desarrolló los días 30 de noviembre y 1º de diciembre del 2001, en los cuales se dio la integración del Grupo Técnico Consultivo, capacitación en la Metodología ZOPP, y se elaboraron los primeros tres instrumentos en el proceso de planeación del proyecto: El Árbol de Problemas, El Árbol de Objetivos, determinación de Alternativas y Matriz de Involucrados.

En la segunda etapa, realizada los días 17 y 18 de diciembre del 2001, se realizó un taller participativo en el que se concluyó la Matriz de Planeación.

En la tercera etapa, llevada a cabo los días 17 y 18 de enero del 2002, se elaboró el Programa de Operaciones del Proyecto y la estructura de ejecución del proyecto.

Después de los talleres mencionados, fueron revisados los productos en su consistencia metodológica y de presentación. Ya revisados estos productos, se integraron en un documento, el cual, se puso a disposición de los miembros del GTC, para su revisión. Una cuarta etapa del Taller realizada los días 7 y 8 de marzo, consistió en una revisión integral de los resultados obtenidos en las etapas anteriores para realizar mayores aportaciones al documento, revisión de la planeación operativa del proyecto e integración final.

En este cuarto taller, se integró la presente versión del documento, el cual de acuerdo con el procedimiento de planeación participativa establecido, se continuará evaluando de manera permanente.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. CNA Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025 Región VIII Lerma-Santiago-Pacífico .-Noviembre de 2000
2. Presidencia de la República.- Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.
3. Sistema computarizado para los proyectos elaborados con el método ZOPP – SIZOPP. Gerencia de Planeación Hidráulica

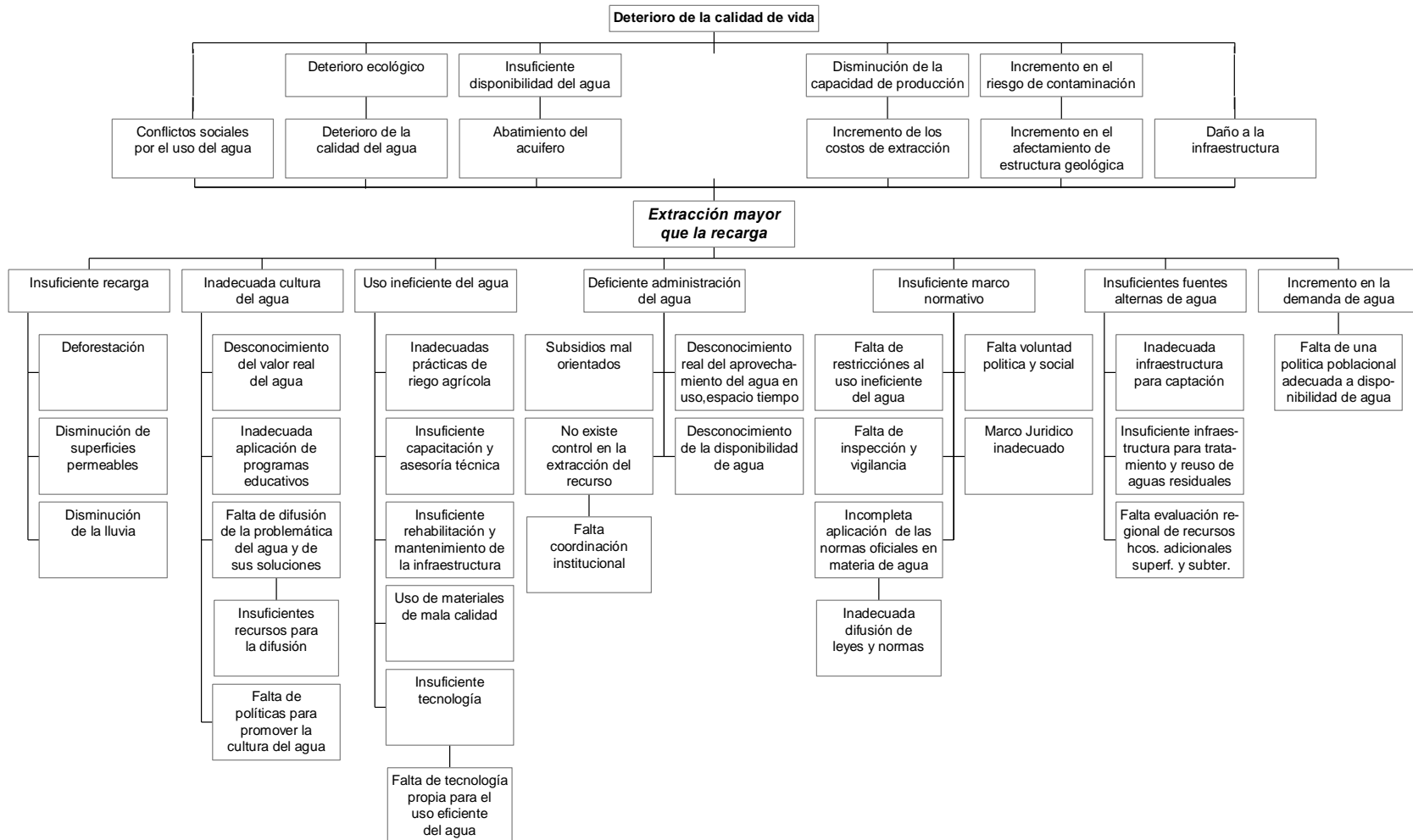
ANEXOS

- 1. Árbol de Problemas (diagnóstico participativo)**
- 2. Árbol de Objetivos**
- 3. Estructura de Ejecución del Proyecto**
- 4. Matriz de Planeación del Proyecto**
- 5. Planeación Operativa del Proyecto**

ANEXO 1

Árbol de Problemas

ÁRBOL DE PROBLEMAS

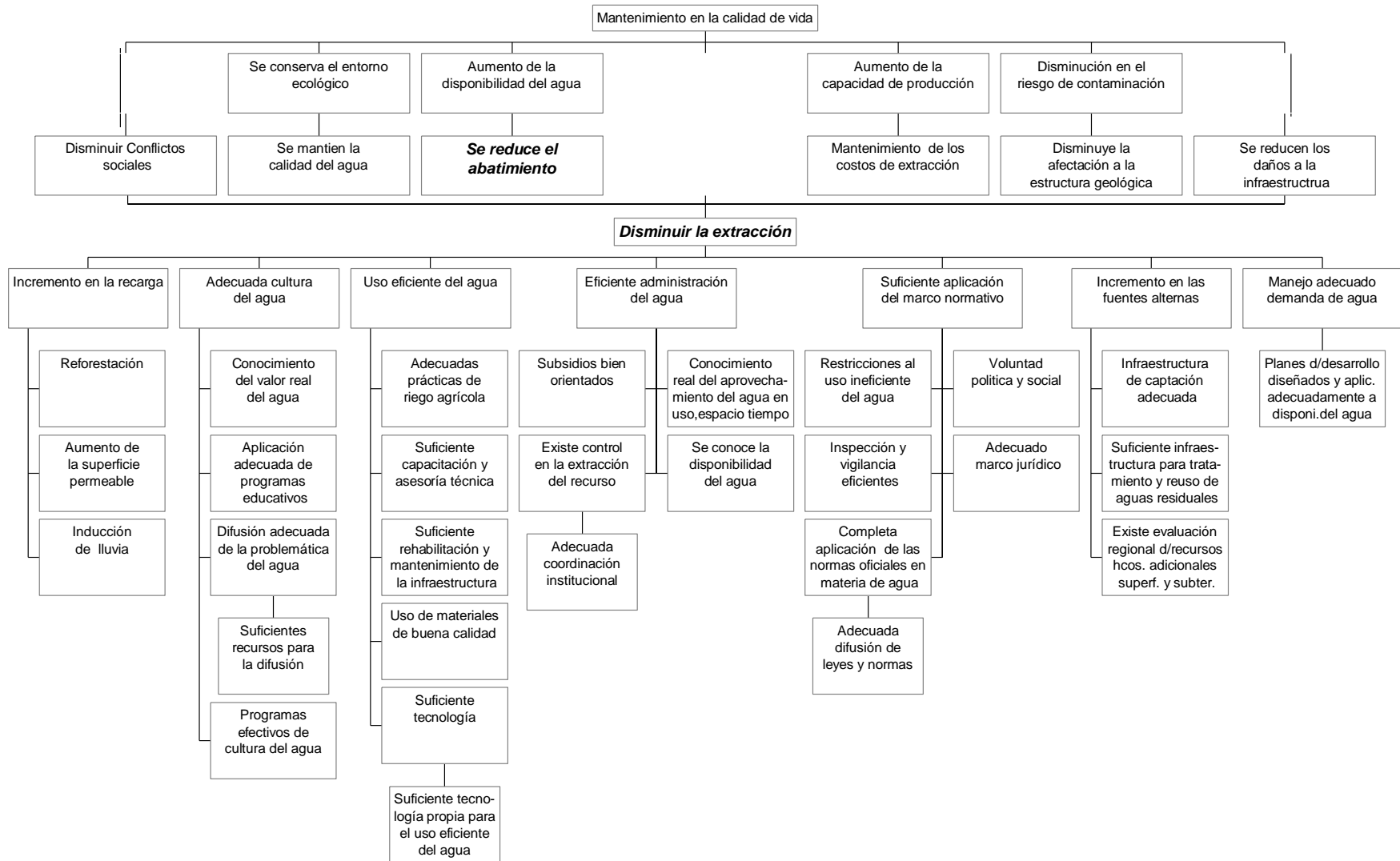


ANEXO 2

Árbol de Objetivos

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

ÁRBOL DE OBJETIVOS



ANEXO 3

Estructura General de Ejecución del Proyecto

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Estructura de Ejecución del Proyecto

Dirección General del Proyecto						
Coordinación General:						
Resultados/Productos						
1. Se logra incrementar la recarga del acuífero	2. Se cuenta con una adecuada cultura del agua	3. se hace un uso eficiente del agua	4. Se tiene una eficiente administración del agua	5. Existe una eficiente aplicación del marco jurídico	6. Se desarrollan fuentes alternas de abastecimiento	7. Se maneja adecuadamente la demanda
Responsable: • CONAFOR	Responsable: • Movimiento Ciudadano por el agua	Responsable: • CNA	Responsable: • CNA	Responsable: • CNA	Responsable: • Gobiernos estatales	Responsable: • Gobiernos estatales
Apoyo: • PROFEPA • INAGUA • CNA • UAA • ITA – 20 • INIFAP • IMTA • UAG • UdeG • UAZ	Apoyo: • CNA • O. Operadores • Gob. Estatales • IEA • SEMARNAT • SEC • ONG'S • SE • INAGUA • SEDESOS	Apoyo: • CEAPA • SEDAGRO • CODAGEA • INAGUA • CEAS • SEDER • INIFAP • FIRCO • O. Operadores • SAGARPA	Apoyo: • COTAS • IMTA • FIRCO • INEGI • INAGUA • CEAS • CEAPA	Apoyo: • Poder Legislativo • COTAS • PROFEPA • SEMARNAT	Apoyo: • CNA • IMTA • UAA • UdeG • UAZ • UAG • ITA - 20 • O. Operadores	Apoyo: • CNA • SEPLAN • SEDESOS • SEPLADER • Municipios • COTAS • SEDEC • SAGARPA
	INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR					

ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

Involucrados	Función /Actividad	Interés	Fortalezas	Debilidades
PROFEPA	Cuidado y protección de los recursos naturales y verificación industrial	Cuidar que se mantengan los recursos forestales y la flora en áreas naturales de recarga, evitar la deforestación	Aplicación de la normatividad en materia ambiental y los Recursos humanos con perfil y capacitación	Falta de suficientes inspectores federales, pocos recursos económicos, no hay adecuada cultura forestal en la población
COPLADE	Planeación de obra pública, así como estudios y proyectos de demanda social	Sea factible la aplicación de recursos en comunidades, colonias y fraccionamientos, tanto pozos como redes de agua	Ordenamiento territorial para la distribución y aprovechamiento del agua de acuerdo a la demanda	Insuficientes de recursos técnicos y económicos
SAGARPA	Seguimiento de los diversos programas federales de apoyo al sector agrícola, ganadero, pesquero y de alimentación	Elevar la productividad de los sectores agropecuarios y pesqueros a través de los programas federales implementados en el estado y normarlos	Experiencia en programas agropecuarios e infraestructura	Insuficiencia de recursos financieros
CODAGEA	Programas de apoyo para productores agropecuarios	Mejorar calidad de vida de los productores utilizando mejor los recursos disponibles	Aplicación de recursos económicos y humanos	Insuficientes recursos económicos y técnicos
UAA	Desarrollo de proyectos de investigación	Generar conocimiento que permita caracterizar la problemática asociada al agua	Recursos humanos calificados. Infraestructura científica. Actitud participativa	Limitaciones económicas, desarrollo de proyectos, uni-personales y/o uni-institucionales
SEPLADER	Programar y coordinar los recursos del ramo 33 en apoyo al desarrollo regional	Mejorar el desarrollo regional, agrícola y urbano	Cabeza de sector, puede normar	Pocos recursos económicos
Luis Moya	Atención a productores agropecuarios mediante diferentes programas institucionales y de asistencia técnica	Llevar y tratar de aplicar lo aquí acordado para el municipio y para el sector agropecuario en particular	Recursos y proyectos de desarrollo agropecuario	Recursos Insuficientes
CNA	Administrar y preservar las aguas nacionales con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable del recurso	Promover e inducir la participación social, gubernamental y de usuarios para el desarrollo sustentable del agua	Recursos humanos, técnicos y financieros para el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de saneamiento	Inmadurez en la participación de los usuarios, pragmatismos y dependencias

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Involucrados	Función /Actividad	Interés	Fortalezas	Debilidades
CCAPAMA	Organismo operador de agua potable, alcantarillado y saneamiento del Municipio de Aguascalientes	Dotar de agua potable a la población del Mpio así como el alcantarillado y saneamiento en el municipio de Ags.	Regular y normar el servicio de agua potable a la población del municipio	Infraestructura vieja y recursos limitados
INAGUA	Normar, operar, apoyar y asesorar, los diferentes usos del agua	Desarrollar de manera racional y sustentable los recursos hidráulicos del estado	Organismo de nueva creación con posibilidades de cambiar el enfoque actual del uso del agua	Lentitud en la transferencia de funciones de las instituciones relacionadas con el agua hacia el instituto
Ojo Caliente	Suministrar agua potable a la población	Promover el uso adecuado del agua en la población y capacitación en los diferentes sectores de la población	Poder de convocatoria	Recursos insuficientes, falta de capacitación en el org. Operador
SEMARNAT	Cuidado y protección de los recursos naturales	Cuidar que se aprovechen de manera sustentable los recursos naturales	Difusión y aplicación de la normatividad vigente en materia ambiental	Insuficientes recursos financieros
ONG'S	Desarrollar de estrategias de participación y beneficio social	Propiciar la participación social de manera activa en los programas Apoyar en la difusión de los mismos	Interés y disponibilidad por participar en la solución de los problemas . Experiencias	Falta de recursos económicos Falta de capacitación Falta de oportunidades reales de participación en los programas
Ceapas Jalisco	Administración y planeación de los recursos hidráulicos en el estado	Que se lleve	Gestora de recursos humanos (personal con experiencia y equipo)	

ANEXO 4

Matriz de Planeación del Proyecto

Matriz de Planeación

Objetivos y actividades	Indicadores verificables objetivamente	Fuentes de verificación	Supuestos importantes
Objetivo Superior: Se reduce el ritmo de abatimiento anual del acuífero hasta alcanzar su estabilización			
Objetivo del Proyecto: Se disminuye el volumen de extracción de agua subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del ritmo de abatimiento medio anual hasta alcanzar un promedio de 0-0.5 m en un plazo de 25 años. • Reducción del volumen de extracción anual en un 50% en un plazo de 25 años • Se mantienen las características de potabilidad del agua subterránea 	<ul style="list-style-type: none"> • CNA • INAGUA • Organismos operadores • ISEA 	Para alcanzar el Objetivo Superior: <ul style="list-style-type: none"> • Existe voluntad política para realizar el proyecto
Resultados/Productos			
1. Se logra incrementar la recarga del acuífero	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del ritmo de abatimiento medio anual hasta alcanzar un promedio de 0-0.5 m en un plazo de 25 años. • Se reforestan 700 Ha por año • Se recuperan 200 Ha erosionadas por año • Se logra incrementar la precipitación media anual en un 15 % en 25 años 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAFOR, CONAZA SAGARPA, CODAGEA, CNA, SEDAGRO 	Para alcanzar el Objetivo del Proyecto: <ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con voluntad política.
2. Se cuenta con adecuada cultura del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Se disminuye la dotación per capita en un 25% en 25 años en uso público urbano. • Se reducen las láminas de riego en un 30-50% para un mismo cultivo y el mismo sistema de riego en 25 años 	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos operadores, SAGARPA, INIFAP, ISEA, CODAGEA, CNA, CEAS, INAGUA 	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtienen los recursos económicos en tiempo y forma
3. Se hace un uso eficiente del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Se disminuye la dotación per capita en un 25% en 25 años en uso público urbano. • Se incrementa la producción en un 50% con el menor consumo de agua en 25 años • Se reduce las descargas industriales al colector en un 100% en 25 años • Se reducen las pérdidas de conducción de uso público -urbano en 20% en 25 años 	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos operadores, SAGARPA, INIFAP, ISEA, CODAGEA, CNA, CEAS, INAGUA 	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con la participación activa de los usuarios

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Objetivos y actividades	Indicadores verificables objetivamente	Fuentes de verificación	Supuestos importantes
4. Se tiene una eficiente administración del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Se tiene el 100% de la regularización de las fuentes de abastecimiento en 10 años. • El ordenamiento del 60% del agua extraída se logra en un periodo de 10 años. • Se mantienen las características de potabilidad del agua subterránea 	<ul style="list-style-type: none"> • CNA 	
5. Existe una eficiente aplicación del marco normativo	<ul style="list-style-type: none"> • Se tiene el 100% de la regularización de las fuentes de abastecimiento en 10 años • El 95% de los usuarios extraen su volumen concesionado, tienen medidor volumétrico y no contaminan 	<ul style="list-style-type: none"> • CNA 	
6. Se desarrollan fuentes alternas de abastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se incrementa al 90% las coberturas de tratamiento y alcantarillado en 25 años • Se incrementa la capacidad de almacenamiento superficial en 25% en 25 años • Se incrementan las prácticas de conservación de agua y suelo en 80% en 15 años 	<ul style="list-style-type: none"> • SAGARPA, CNA, INAGUA, CODAGEA, SEDAGRO, CONAZA, CEAS, SALUD, CCAPAMA, Organismos operadores 	
7. Se maneja adecuadamente la demanda.	<ul style="list-style-type: none"> • El suministro al sector agrícola se reduce un 40% en 25 años, manteniendo la superficie cultivada • Se cuenta con planes de ordenamiento en función de agua y suelo en el 100% de las ciudades con población mayor a 20,000 habitantes • Se garantiza la comercialización rentable de tres productos de la región 	<ul style="list-style-type: none"> • SAGARPA, CNA, SEMARNAT, INAGUA, CODAGEA, SEDAGRO, CEAS, CCAPAMA, SEDESOL, SECRETARIAS DE COMERCIO EXTERIOR 	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades principales	
<p>Resultado 1: <i>Se logra incrementar la recarga del acuífero.</i></p> <p>1.1 Establecer un programa de incremento y mantenimiento de la cubierta vegetal</p> <p>1.2 Establecer programas de inducción de lluvia.</p> <p>1.3 Establecer programas de rehabilitación y desazolve de presas y bordos para captar e inyectar al acuífero los escurrimientos extraordinarios</p> <p>1.4 Implementar un Programa de Manejo y Conservación de Suelos</p>	<p>Para alcanzar los Resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe coordinación entre los involucrados en el proyecto. • Se dispone de suficientes recursos humanos.
<p>Resultado 2: <i>Se cuenta con adecuada cultura del agua.</i></p> <p>2.1. Establecer un programa obligatorio y prioritario de cultura del agua en los planes y programas de educación</p> <p>2.2. Concientizar a la sociedad sobre la problemática local del agua, su valor y las soluciones</p> <p>2.3. Inducir la participación de la sociedad en la solución de la problemática</p>	
<p>Resultado 3: <i>Se hace un uso eficiente del agua</i></p> <p>3.1 Aplicar un programa de capacitación y asesoría técnica en los sectores agropecuario y público-urbano</p> <p>3.2 Implementar un programa de rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura hidroagrícola, de agua potable e industrial</p> <p>3.3 Incorporar tecnología de ahorro y reuso del agua en los sectores público-urbano, industrial y servicios</p> <p>3.4 Incorporar tecnología de ahorro de agua en el sector agrícola y pecuario</p> <p>3.5 Establecer un sistema de estímulos a los productores agropecuarios que comprueben ahorros de agua</p> <p>3.6 Reuso del agua</p> <p>3.7 Consolidar los organismos operadores de agua potable</p>	
<p>Resultado 4: <i>Se tiene una eficiente administración del agua</i></p> <p>4.1 Establecer un centro de información y consulta del agua</p> <p>4.2 Elaborar un inventario de aprovechamientos hidráulicos</p> <p>4.3 Realizar un estudio de disponibilidad y evaluación de la reserva subterránea del acuífero</p> <p>4.4 Adecuar el volumen concesionado de acuerdo a la disponibilidad (cantidad y calidad) del acuífero</p> <p>4.5 Monitoreo constante de la cantidad del agua</p> <p>4.6 Monitoreo constante de la calidad del agua</p>	
<p>Resultado 5: <i>Existe una eficiente aplicación del marco normativo</i></p> <p>5.1 Establecer una normatividad adecuada a los distintos usos del agua</p> <p>5.2 Crear un organismo de inspección y vigilancia o intensificarla</p> <p>5.3 Elaborar un programa de difusión del marco normativo</p> <p>5.4 Implementar un verdadero mercado del agua, justo y equitativo, que propicie el desarrollo y no la especulación</p>	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades principales	
<p>Resultado 6: <i>Se desarrollan fuentes alternas de abastecimiento</i></p> <p>6.1. Estudio regional de los recursos hidráulicos</p> <p>6.2. Intercambiar aguas residuales tratadas por aguas de primer uso</p> <p>6.3. Importar forrajes de otras regiones y otros países</p>	
<p>Resultado 7: <i>Se maneja adecuadamente la demanda</i></p> <p>5.5 Establecer un ordenamiento territorial en base a la disponibilidad del agua</p> <p>5.6 Establecer una coordinación interinstitucional para respetar las políticas de desarrollo sustentable</p> <p>5.7 Elaborar un estudio de mercadotecnia de la producción agrícola regional</p> <p>5.8 Establecer un Sistema financiero que permita la adquisición de derechos de agua en beneficio del acuífero</p> <p>5.9 Programa de cambio de cultivos de riego menos rentables a temporal</p> <p>5.10 Cambio de patrón de cultivos</p>	

ANEXO 5

Planeación Operativa del Proyecto

Plan de Operaciones

Resultado 1: Se logra incrementar la recarga del acuífero.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
1.1 Establecer un programa de incremento y mantenimiento de la cubierta vegetal	Restituir la capacidad de absorción e infiltración de los suelos degradados por la deforestación y erosión				
1.1.1. Establecer un programa de reforestación con especies nativas y mantenimiento	Reforestar 700 has por año	Abril 2002 – marzo 2012	CONAFOR	CODAGEA, SEDENA, CONAZA, SEDESO, MUNICIPIOS, ONG,s, SEMARNAT, IEA, PROFEPA, INIFAP	Capacitación a las personas que reforestan y mantenimiento de los árboles. Seguimiento y evaluación anual.
1.1.2. Identificar áreas de recarga natural y artificial y diseñar metodología para su instrumentación	Identificar el 100% de las áreas de recarga natural y artificial	2002-2003	INAGUA	CNA, Gobiernos estatales (ecología), IMTA, SEDESO, CONAFOR	Dependencias proporcionen información oportunamente
1.1.3 Preservar áreas de recarga	Preservar el 100% de las áreas de recarga	2003	CONAFOR	CODAGEA, SEDENA, CONAZA, SEDESO, MUNICIPIOS, ONG's, PROFEPA	Considerar como zonas naturales protegidas. Convenios de participación con los usuarios. Seguimiento y evaluación anual.
1.1.4 Definir e implementar estrategias que permitan proteger las áreas de infiltración en zonas urbanas	Superficie protegida en Ha/año	2003-2005	INAGUA, CEAPAZ, CEAS, ORGANISMOS OPERADORES	CNA, IMTA, Institutos de investigación nacional e internacional	De ser necesario, legislar para su obligatoriedad
1.1.5 Definir e implementar opciones para establecer acciones de reforestación en los perímetros de parcelas agrícolas	Superficie reforestada	2003	CONAFOR	SEDESO, INIFAP, SAGARPA, Instituciones de investigación, Congreso de la Unión	De ser necesario, legislar para su obligatoriedad

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
1.1.6 Modificar el Reglamento de Construcción para obligar la recolección e infiltración de agua de lluvia en nuevos desarrollos habitacionales y aumentar las áreas de donación		2004	IVEA	Municipio, Colegio de Ingenieros	
1.2 Establecer programas de inducción de lluvia.	Incrementar artificialmente la precipitación				
1.2.1 Elaborar estudios de factibilidad para aplicación de tecnología inductora de lluvia	Listado de tecnologías factibles de aplicar en la región	2003-2004	CEAS, SEDER, SEDAGRO, CEAPAZ, INAGUA, CODAGEA	Proveedores, Universidades, Tecnológicos, IMTA	Verificar los estudios y resultados de experimentos anteriores
1.2.2 Aplicación de la tecnología dependiendo de la factibilidad (Diseño, metodología, adquisición e instalación del equipo)	Incremento de la precipitación media anual en 15 % en un período de 25 años	2005	CEAS, SEDER, SEDAGRO, CEAPAZ, INAGUA, CODAGEA	CNA, IMTA, Universidades	Acuerdo entre los tres gobiernos para adquisición y operación del equipo
1.2.3 Modernización y rehabilitación de la red climatológica	Red climatológica confiable para evaluar el incremento de la precipitación	2003-2008	CNA, CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, INIFAP	IMTA, Universidades y Empresas especializadas	CNA integre información de diferentes dependencias para dar seguimiento
1.2.4 Desarrollo de una metodología para dar seguimiento al incremento de lluvia esperado					
1.3 Establecer programas de construcción y rehabilitación de infraestructura para captar e infiltrar escurrimientos extraordinarios en zonas rurales y aguas pluviales en zonas urbanas.	Captar e inyectar al acuífero el 70% de las aguas pluviales en zonas urbanas y un 10% de los escurrimientos extraordinarios				
1.3.1 Definir y caracterizar las presas y bordos existentes	Diagnostico de las presas y bordos	2003-2004	INAGUA, CODAGEA, SEDAGRO, SEDER	CNA, SAGARPA, FIRCO, CONAZA, MUNICIPIO	Que cada dependencia aporte la información actualizada con que cuente
1.3.2 Rehabilitación y desazolve de presas y bordos con la tecnología y los métodos adecuados	Captar un 20% de los escurrimientos no captados actualmente	2003	INAGUA, CODAGEA, SEDAGRO, SEDER	Municipios, usuarios CNA, CONAZA, FIRCO	Aprovechar los programas existentes actualmente
1.3.3 Programa de construcción obras para infiltración de escurrimientos extraordinarios en zonas no urbanas	Infiltrar el 10% de los escurrimientos extraordinarios no captados actualmente	2004	INAGUA, CODAGEA, SEDAGRO, SEDER	CNA	Verificar estudios anteriores

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
1.3.4 Programa de construcción de obras para infiltrar aguas pluviales en zonas urbanas	Captar e infiltrar el 70% de las aguas pluviales en zonas urbanas	2005	INAGUA, CEAS, CEAPAZ	CNA, Organismos Operadores	Contratar los estudios correspondientes y dar seguimiento
1.3.5 Programa de infiltración de aguas pluviales en casas-habitación	Captar el 50% de la precipitación ocurrida sobre las casas-habitación	2003	Organismos Operadores	INAGUA, CEAS, SOCIEDAD CIVIL	Considerar primero almacenamiento para satisfacer otras necesidades como riego de jardines y limpieza de casas
1.4 Implementar un Programa de Manejo y Conservación de Suelos	Restituir la capacidad de absorción y producción de los suelos erosionados				
1.4.1 Diagnóstico de la superficie erosionada	Identificar el 100% de la superficie erosionada	2003-2004	CODAGEA	SEMARNAT, SEDES, SEDAGRO, SEDER, SAGARPA, MUNICIPIOS	
1.4.2 Determinar técnicas de manejo y conservación de suelos	Metodologías e instructivos de aplicación	2003-2005	CODAGEA	SEMARNAT, SEDES, SEDAGRO, SEDER, SAGARPA, MUNICIPIOS	
1.4.3 Programa de recuperación de suelos y capacitación en manejo y conservación a usuarios	Superficie recuperada en Ha/año	2005	CODAGEA	SEMARNAT, SEDES, SEDAGRO, SEDER, SAGARPA, MUNICIPIOS	Considerar la participación de los usuarios con mano de obra

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Resultado 2: Se cuenta con adecuada cultura del agua

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
2.1 Establecer un programa obligatorio y prioritario de cultura del agua en los planes y programas de educación					Cobertura en los tres estados en especial en las comunidades y poblaciones del acuífero
2.1.1. Implementar un programa integrado único de cultura del agua para educación básica, preparatoria, normal, universidad, tecnológica.	El 100% de la población escolar adquiere una cultura del agua adecuada a las condiciones y problemática del acuífero	2003	INAGUA, IEA (Ags), SEC (Zac), SE (Jal), CEAPAZ, CEAS, SEDES0(Ags)	Instituciones de educación superior, organismos del sector público y privado	Disposición para la integración de los programas y presupuestos
2.1.2. Implementar un programa integrado único de cultura del agua para instituciones y dependencias gubernamentales, sectores industria y agropecuario, y ONG,s	La población escolar adquiere una cultura del agua adecuada a las condiciones y problemática del acuífero	2003	INAGUA, IEA (Ags), SEC (Zac), SE (Jal), CEAPAZ, CEAS, SEDES0(Ags)	Cámaras, Asociaciones, organizaciones e instituciones de los diferentes sectores	Disposición para la integración de los programas y presupuestos
2.1.3. Programa de capacitación a maestros, educadores ambientales e instructores en la cultura del agua	Contar con el personal capacitado y concientizado para tener una cobertura del 100% de las instituciones educativas.	2003	INAGUA, IEA (Ags), SEC (Zac), SE (Jal), CEAPAZ, CEAS, SEDES0(Ags)	Instituciones educativas, culturales, deportivas, sociales y de servicio, centros de educación ambiental, presidencias municipales	Integrar la materia de educación ambiental y de cultura del agua en todas las escuelas de educación básica y las carreras de profesionistas de normales, tecnológicos y universidades en forma obligatoria
2.1.4 Conformar un equipo de profesionales que diseñen, adapten, operen, supervisen y asesoren los diferentes programas	Contar con un equipo especializado que promueva y genere de manera permanente programas de cultura del agua	2003	INAGUA, IEA (Ags), SEC (Zac), SE (Jal), CEAPAZ, CEAS, SEDES0(Ags)	Dependencias gubernamentales, organismos operadores e instituciones educativas	
2.2 Concientizar a la sociedad sobre la problemática local del agua, su valor y las soluciones					
2.2.1 Diagnóstico y diseño de campañas de difusión en el medio urbano y rural	Problemática real del impacto de las campañas actuales, al menos 3 alternativas de campañas integrales de difusión	2003-2004	INAGUA, SEDAGRO, CEAS, DIRECCIONES DE DIFUSIÓN, ORGANISMOS OPERADORES	SAGARPA, COADGEA, CEAS, CEAPAZ, CNA, IMTA, MEDIOS DE COMUNICACIÓN, MCAA	Convenir con medios masivos de comunicación y MCAA
2.2.2 Establecer un programa intensivo de difusión masiva	Información veraz y confiable sobre el recurso. Propiciar la participación activa y conciente de la sociedad en la solución	2004	Gobierno estatales a través de sus áreas de comunicación, Organismos Operadores	IEA (Ags), SEC (Zac), SE (Jal)	Disposición para participar en el diseño e implementación de las campañas

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
2.2.3 Diseñar y establecer un mecanismo de evaluación del impacto del programa de difusión masiva	Mecanismo de evaluación y seguimiento	2005	MCAA, medios masivos de comunicación	INAGUA, CEAS, CEAPAZ, ORGANISMOS OPERADORES, SEDAGRO, CODAGEA, CNA, SEDER	Evaluación anual
2.3 Inducir la participación de la sociedad en la solución de la problemática					
2.3.1 Fortalecimiento de las ONG'S	Participación organizada de la sociedad en __ campañas, __ foros, __ eventos / año	2004	SEDESOL, ONG'S,	INAGUA, MCAA, CEAS, CEAPAZ	
2.3.2 Consolidación del Movimiento Ciudadano por el agua	Estructura de información y participación que permita fomentar la cultura del agua a nivel municipal y comunitario	2002 - 2004	Movimiento ciudadano por el agua en los tres estados	CNA, INAGUA, CEAS, CEAPAZ	
2.3.3 Implementar un programa integrado único de participación activa en actividades de cultura del agua	Transmitir la responsabilidad de los mecanismos de la cultura del agua a la sociedad	2004	Movimiento ciudadano por el agua	Sociedad civil en los tres estados	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Resultado 3: Se hace un uso eficiente del agua

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
3.1 Elaborar un programa de capacitación y asistencia técnica para productores y organismos operadores	Capacitar el 100% de los organismos operadores y al 60% de los productores.				
3.1.1 Definir temas y Contenidos	Listado de temas y contenidos de acuerdo a las necesidades de los organismos operadores y productores	2003 - 2004	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, CEAS, INAGUA, CEAPAZ	CNA, SAGARPA, FIRCO, INIFAP	Enfocar los contenidos del sector agropecuario, de tal manera que el productor sepa cuánto y cuándo regar, y a utilizar racionalmente el recurso
3.1.2 Formar instructores	Grupo permanente de personas capacitadas, técnica y pedagógicamente	2004 - 2005	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, CEAS, INAGUA, CEAPAZ	CNA, SAGARPA, FIRCO, INIFAP	
3.1.3 Implementación del programa de capacitación y asistencia técnica diseñados para los distintos sectores	Capacitar el 100% de los organismos operadores y al 60% de los productores.	2004	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, CEAS, INAGUA, CEAPAZ	CNA, SAGARPA, FIRCO, INIFAP	Debe aprovecharse los diferentes programas de capacitación ya establecidos por las diferentes dependencias
3.2 Elaborar un programa de rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura.	Rehabilitar el 80% de la infraestructura dañada en el sector público – urbano y el 29% en el sector agrícola y pecuario				
3.2.1 Realizar un inventario del estado actual de la infraestructura hidráulica	Identificación y Diagnóstico del estado operativo del 100% de la infraestructura hidroagrícola y de agua potable	2003 - 2004	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, CEAS, INAGUA, CEAPAZ	Organismos operadores, CONAZA, SAGARPA, CNA, FIRCO	Enfocar hacia la determinación de necesidades de rehabilitación, proyectos ejecutivos, nivelación de tierras, etc.
3.2.2 Definir prioridades costos y financiamientos	Programa de trabajo con calendario de acciones, presupuestos y responsables	2004 - 2005	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, CEAS, INAGUA, CEAPAZ CNA	Organismos operadores, CONAZA, SAGARPA, CNA, FIRCO	Evaluar conforme la normatividad vigente. Considerar las fuentes de financiamiento y programas de apoyo existentes

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
3.2.3 Ejecutar el programa de rehabilitación y mantenimiento	80% de la infraestructura hidráulica del sector público urbano rehabilitada y el 50% de la hidroagrícola	2003	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, CEAS, INAGUA, CEAPAZ, Organismos Operadores, Usuarios	CNA, CONAZA, SAGARPA, F IRCO	
3.2.4 Programa integrado de detección de fugas intradomiciliarias	Reducir dotación per cápita en un 10%	2003	Organismos Operadores	INAGUA, CEAS, CEAPAZ, CNA	
3.2.5 Programa de modernización del sistema de agua potable de la Ciudad de Aguascalientes	Sistema de agua potable moderno y funcional	2005	CCAPAMA - CAASA	INAGUA, CNA	
3.3 Incorporar tecnología de ahorro y reuso del agua en el sector público-urbano, industrial y servicios					
3.3.1 Identificar y probar dispositivos ahorradores de agua en el sector público-urbano, industrial y servicios	Listado de dispositivos eficientes y validados, e instructivos de uso	2003-2004	INAGUA, CEAS, CEAPAZ	CNA, IMTA, Centros de investigación, Órganos colegiados, Órganos operadores, Cámaras industriales, de comercio y de construcción	
3.3.2 Adecuar marco jurídico para obligar el uso de dispositivos de ahorro de agua	Contar con la normatividad adecuada para el uso de DAA	2004-2006	INAGUA, CEAS, CEAPAZ	CNA, IMTA, Centros de investigación, Órganos colegiados, Órganos operadores, Cámaras industriales, de comercio y de construcción	
3.3.3 Desarrollar un programa operativo para la instalación de dispositivos ahorradores de agua	Instalación de Dispositivos ahorradores de agua y mecanismos de reuso en el 75% usuarios de la red de Agua potable, 100% de las industrias y 100% de las empresas de servicios	2003	Órganos operadores, industriales, empresas de servicios	CNA, INAGUA, CEAPA, CEAS	Se puede iniciar el programa antes de que se adecúe el marco jurídico

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
3.4 Incorporar tecnología de ahorro de agua en el sector agrícola y pecuario					
3.4.1 Investigar, probar y validar tecnología para el ahorro de agua en el sector agropecuario	Catálogo de sistemas de riego validados	2003-2004	INIFAP	UAA, ITA 20, UAZ, UdeG, CODAGEA, SEDER, SEDAGRO, Sector privado	Enfocar la investigación a sistemas de riego que reduzcan la Evapotranspiración y mejoren la eficiencia de aplicación
3.4.2 Realizar levantamiento de campo para determinar necesidades de tecnificación	Identificar el 100% de la superficie tecnificada y no tecnificada.	2003-2004	SAGARPA, CODAGEA, SEDER, SEDAGRO	CNA, FIRCO, Usuarios	Diagnóstico de la situación de la tecnificación en el sector agropecuario para definir los cambios a los sistemas de riego actuales
3.4.3 Ejecutar un programa de tecnificación	Incrementar la superficie tecnificada al 95%	2003...	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, USUARIOS	CNA, FIRCO, SAGARPA,	Proponer diferentes niveles de tecnificación de acuerdo con el tipo de cultivo y grado de tecnificación actual
3.5 Establecer un sistema de estímulos a los productores agropecuarios que comprueben ahorros de agua					
3.5.1 Establecer un programa de medición de volúmenes de extracción	Medir la extracción en el 90% de los aprovechamientos	2003...	CNA	CODAGEA, SEDER, SEDAGRO, Usuarios	
3.5.2 Definir esquema operativo del sistema de estímulos y aplicar	Incrementar la eficiencia en el riego agrícola en un 10% con este esquema	2004....	CNA, SEDER, SEDAGRO, CODAGEA, FIRCO	USUARIOS, SAGARPA	Se requiere estudio para analizar un sistema de estímulos basado en la tarifa 09 o en mayores beneficios en otros programas de apoyo

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
3.6 Reuso del agua					
3.6.1 Investigar, probar, validar y difundir tecnología para el reuso del agua a nivel doméstico y en los sectores industrial y servicios	Listado de tecnologías susceptibles de implementarse	2003-2004	INAGUA, CEAPAZ CEAS	CNA, IMTA, Centros de investigación, Órganos colegiados, Órganos operadores, Cámaras industriales, de comercio y de construcción	
3.6.2 Adecuar marco jurídico para obligar al uso de tecnologías de reuso del agua	Contar con la normatividad adecuada para instalar tecnología de reuso	2004-2006	INAGUA, CEAS, CEAPAZ	CNA, IMTA, , Órganos colegiados, Órganos operadores, Cámaras industriales, de comercio y de construcción	
3.6.3 Desarrollar un programa operativo para la instalación de tecnología de reuso del agua	Instalación de tecnología de reuso del agua en el 75% usuarios domésticos, 100% de las industrias y 100% de las empresas de servicios	2003	Órganismos operadores, industriales, empresas de servicios	CNA, INAGUA, CEAPA, CEAS	Se puede iniciar el programa antes de que se adecúe el marco jurídico
3.7 Consolidación de organismos operadores					
3.7.1 Elaboración y/o actualización de planes maestros para organismos operadores con más de 20,000 habitantes	Definición de necesidades para mejorar calidad del servicio y eficiencia comercial	2003-2005	INAGUA, CEAS, CEAPAZ	CNA, ORGANISMOS OPERADORES	
3.7.2 Programa de mejoramiento de eficiencia técnica y comercial	Organismos operadores autosuficientes	2004	Organismos operadores	CNA, CEAS, CEAPAZ, INAGUA	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Resultado 4: Se tiene una eficiente administración del agua

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
4.1 Establecer un centro de información y consulta del agua	Ofrecer información veraz y confiable a los usuarios para la toma de decisiones				
4.1.1 Dotar de personal, equipo suficiente y espacio para operar el centro de información	Personal contratado y capacitado y , equipo adquirido	2003-2004	COTAS	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS, Instituciones, educativas, proveedores de equipos, IMTA.	
4.1.2 Establecer enlaces y procedimientos en el suministro de la información	Información puntual, veraz, y oportuna en el centro. Procedimientos y diagramas de flujo para el acopio y suministro de información al interior y exterior	2004-2005.	COTAS	CNA, INEGI, Instituciones gubernamentales, municipios y universidades	Convenir el suministro de información con las diferentes dependencias que la acopian
4.1.3. Desarrollo de programas y sistemas de procesamiento de información	Sistema de información geográfico del agua	2005	COTAS	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS, Instituciones, educativas, proveedores de equipos, IMTA	
4.1.4 Desarrollar un mecanismo financiero para autosostenimiento del Centro	Esquema de financiamiento del Centro	2005	COTAS	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS	
4.2 Elaborar un inventario de aprovechamientos hidráulicos					
4.2.1. Recopilar información existente sobre aprovechamientos de agua subterránea	Información existente clasificada	2002-2003	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS	CODAGEA, FIRCO, SAGARPA, INEGI, CFE	
4.2.2 Definir parámetros y estrategias para realizar el censo	Logística definida	2002-2003	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS	CODAGEA, FIRCO, SAGARPA, CFE	
4.2.3 Realizar recorridos y visitas de campo	100% de la información de campo recabada y validada	2003-2004	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS	CODAGEA, FIRCO, SAGARPA, CFE	
4.2.4 Procesar información	100% de aprovechamientos inventariados	2004	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS	CODAGEA, FIRCO, SAGARPA, CFE	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
4.3 Realizar un estudio de disponibilidad y evaluación de la reserva subterránea del acuífero	Definir con la mayor precisión posible el rendimiento seguro y el volumen almacenado en el acuífero	2003-2004	CNA	INAGUA, SEDAGRO, CEAS IMTA, Empresas especializadas, instituciones de investigación	
4.4 Adecuar el volumen concesionado de acuerdo a la disponibilidad del acuífero					
4.4.1 Concluir regularización y actualizar y depurar el REPGA	Registro Público	2002-2003	CNA	COTAS, INAGUA, SEDAGRO, CEAS, MUNICIPIOS, USUARIOS	
4.4.2 Caducidad y ajuste de volúmenes conforme a la ley y a resultados del censo	Reducir en un 10% el volumen concesionado	2003 – 2010	CNA	COTAS, INAGUA, SEDAGRO, CEAS, MUNICIPIOS, USUARIOS	
4.4.3 Acuerdo concertado con usuarios para reducción gradual de volúmenes concesionados	Reducir la sobre concesión	2005	COTAS	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS, MUNICIPIOS, USUARIOS	
4.4.4 Reglamento del acuífero	Mayor control en la explotación y aprovechamiento del acuífero	2005	COTAS	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS, MUNICIPIOS, USUARIOS	El reglamento debe incluir el acuerdo concertado para reducción gradual de volúmenes concesionados
4.5 Monitoreo constante de la cantidad de agua subterránea					
4.5.1 Instalación y mantenimiento de medidores en pozos	100% de pozos con medidor funcionando	2002-2006	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER	CNA, IMTA, INAGUA, CEAS, CEAPAZ	Sensibilizar a los usuarios agrícolas y pecuarios
4.5.1 Monitoreo de volúmenes extraídos	Medir el 100% de los volúmenes extraídos	2003	CNA, COTAS	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, IMTA, INAGUA, CEAS, CEAPAZ, CANACINTRA, CANACO, USUARIOS	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
4.5.2 Modernización red piezométrica	El 100% de pozos de observación adecuados y funcionando	2005-2010	CNA, COTAS	INAGUA, SEDAGRO, CEAS, INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN, ORGANISMOS OPERADORES	
4.5.3 Monitoreo constante de niveles estáticos y dinámicos	Seguimiento del comportamiento del acuífero	2002	CNA	COTAS, NAGUA, SEDAGRO, CEAS, INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN, ORGANISMOS OPERADORES	Se requiere participación de usuarios
4.6 Monitoreo constante de la calidad de agua subterránea					
4.6.1 Estudio de clasificación de calidad del agua del acuífero	Identificación de zonas vulnerables a la contaminación	2003-2004	INAGUA, SEDAGRO, CEAS	CNA, IMTA, CEAPAZ, INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	
4.6.2 Regular la explotación en zonas vulnerables	Proteger la calidad del agua subterránea	2005	CNA,	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER, IMTA, INAGUA, CEAS, CEAPAZ, CANACINTRA, CANACO, USUARIOS	Se puede incluir esta regulación en el Reglamento del acuífero
4.6.3 Adecuar la red de monitoreo de calidad del agua	Monitoreo confiable y representativo	2005-2010	CNA	INAGUA, SEDAGRO, CEAS, ORGANISMOS OPERADORES	
4.6.4 Monitoreo constante de calidad del agua subterránea	Seguimiento del comportamiento de la calidad del agua del acuífero	2002	CNA, COTAS, INAGUA, SEDAGRO, CEAS, INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN, ORGANISMOS OPERADORES	USUARIOS, CANACINTRA, CANACO	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Resultado 5: Existe una eficiente aplicación del marco normativo

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
5.1 Establecer una normatividad adecuada a los distintos usos del agua	Normatividad adecuada a las condiciones de escasez de la región				
5.1.1 Elaborar y/o modificar un marco normativo que complemente las leyes vigentes en la materia	Regular el aprovechamiento del agua en función de los tipos de uso y el medio físico, económico y social	2002 - 2004	CNA	Congreso, Usuarios	Modificaciones a la ley que promuevan un uso eficiente, el reuso, el pago del agua y la condición de escasez. Incluir en la ley a la especulación con los derechos de agua como un delito grave, castigo ejemplar.
5.2 Inspección y vigilancia	Aplicación eficiente de las leyes en la materia				
5.2.1 Crear un organismo de inspección y vigilancia	Organismo responsable de inspección y vigilancia	2004	CNA	INAGUA, CEAPAZ, CEAS, Congreso, COTAS	
5.2.2 Programa de inspección y vigilancia	Hacer cumplir el marco	2003	CNA	INAGUA, CEAPAZ, CEAS, Congreso, COTAS	
5.3 Elaborar un programa de difusión del marco normativo.	Conocimiento social de leyes y normas para facilidad de cumplimiento	2003	CNA	COTAS, INAGUA, CEAPAZ, CEAS, Congreso, CANACINTRA, CANACO, MCAA	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Resultado 6: Se desarrollan fuentes alternas de abastecimiento

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
6.1 Estudio regional de los recursos hidráulicos	Definir fuentes potenciales de abastecimiento externas	2003	CNA	INAGUA, CEAS, SEDAGRO, CCAPAMA, Instituciones de educación, investigación y consultores	
6.1.1. Evaluación de técnicas económicas y sociales de opiniones y alternativas	Factibilidad de aumentar la oferta de agua de fuentes alternas	2003 - 2006	CNA	INAGUA, CEAS, SEDAGRO, CCAPAMA	
6.1.2 Programa de construcción de infraestructura	Incremento de disponibilidad para diferentes usos	2010 -2020	CNA	INAGUA, CEAS, SEDAGRO, CCAPAMA	
6.2 Reuso de aguas residuales tratadas	Reusar el 90% de las aguas residuales tratadas intercambiándolas por aguas de primer uso				Inducir el mayor porcentaje de reuso de las aguas residuales tratadas a través de intercambio por aguas de primer uso
6.2.1 Cuantificar volúmenes y caracterizar las aguas residuales	Conocer y cuantificar los volúmenes susceptibles de tratamiento y su calidad	2003	INAGUA, CEAS, SEDAGRO, ORGANISMOS OPERADORES, INDUSTRIAS Y EMPRESAS DE SERVICIOS	CNA, CANACINTRA, CANACO, SEDESO (y homólogos en Zacatecas y Jalisco)	
6.2.2 Diseño y construcción de plantas de tratamiento e infraestructura de reuso	Contar con infraestructura para tratar y reusar el 90% de las aguas residuales municipales y el 100% de las industriales y de servicios	2003	INAGUA, CEAS, SEDAGRO, ORGANISMOS OPERADORES, INDUSTRIAS Y EMPRESAS DE SERVICIOS	CNA, CANACINTRA, CANACO, SEDESO (y homólogos en Zacatecas y Jalisco)	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
6.2.3 Regularización de derechos de aprovechamiento de las aguas residuales tratadas e intercambiadas	Seguridad jurídica sobre los derechos de aguas tratadas	2003	CNA	INAGUA, CEAS, SEDAGRO, ORGANISMOS OPERADORES, INDUSTRIAS EMPRESAS Y DE SERVICIOS	Las aguas recuperadas mediante intercambio deben ir al Banco de Derechos de agua a favor del acuífero
6.3. Importación de Forrajes de otras regiones y otros países					
6.3.1 Evaluación técnica, económica y social para de la importación de forrajes	Ventajas, desventajas y condiciones de la importación	2003-2004	CODAGEA, SEDER, SEDAGRO	SEDEC, CNA, INIFAP, USUARIOS	
6.3.2 Ejecutar programa de importación de forrajes	Disminuir la superficie de riego de alfalfa y forrajes en un ___%	2005	CODAGEA, SEDER, SEDAGRO SEDEC, USUARIOS	CNA, INIFAP	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Resultado 7: Se maneja adecuadamente la demanda

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
7.1 Establecer un ordenamiento territorial en base a la disponibilidad del agua					
7.1.1 Determinar con precisión la disponibilidad de agua y el uso actual y potencial del suelo	Conocimiento de los volúmenes de agua disponibles y clasificación de áreas territoriales	2003-2005	CNA, INAGUA, CEAS, CEAPAZ, SEDESOS	SAGARPA, Municipios, INEGI	Revisar estudios anteriores y determinar lo que se requiere
7.1.2 Modificar y adecuar la legislación estatal y federal	Contar con el instrumento legal que regule el crecimiento rural y urbano y proteja las zonas estratégicas	2003-2005	SEDESOS, MUNICIPIOS	CONGRESO, CNA,	
7.1.3 Establecer un ordenamiento territorial en función del agua y suelo	Ordenamiento territorial aprobado por los congresos estatales	2003-2005	SEDESOS, MUNICIPIOS	CONGRESO, CNA	Seguimiento permanente
7.1.4 Establecer un programa de control de cambios de uso del suelo en áreas de recarga	Conservar las áreas de recarga	2003	SEDESOS, MUNICIPIOS	SEMARNAT, INEGI, CNA	Seguimiento permanente
7.2 Establecer una coordinación interinstitucional para respetar las políticas de desarrollo					
7.2.1 Establecer lineamientos generales en función del suelo y agua que consideren los planes y programas de las instituciones de desarrollo urbano	Disminuir en un 90% la demanda en anomalías causadas por la violación de los planes y programas de desarrollo urbano	2003	SEDESOS, SEPLANES	CNA, INAGUA, Municipios	
7.3. Elaborar un programa de mercadotecnia de la producción agrícola regional					
7.3.1 Elaborar, estudio para determinar la factibilidad de comercialización de productos	Contar con alternativas de consideración, técnicas y económicamente factibles	2003-2004	SEDEC (HOMÓLOGOS EN ZAC Y JAL)	Usuarios, SAGARPA, CODAGEA, SEDER, SEDAGRO	
7.3.2 Ejecución del programa de comercialización	Garantizar la comercialización rentable al menos 3 productos	2004	Usuarios	SAGARPA, SEDEC, Usuarios	

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Actividades y Subactividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsables de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos, Supuestos
7.4. Establecer un sistema financiero que permita la adquisición de derechos de agua en beneficio del acuífero					
7.4.1. Establecer un fideicomiso para la administración del sistema	Fideicomiso	2004	COTAS	Gobiernos estatales, CNA, Municipios, BANOBRAS	
7.4.2 Identificar las posibles alternativas y fuentes de aportación de recursos	Esquemas de financiamiento	2004	COTAS	Gobiernos estatales, CNA, Municipios, BANOBRAS	
7.4.3 Definir esquemas y normatividad para regular la adquisición de los derechos en beneficio del acuíferos	Reglas para adquisición de derechos a favor del acuífero	2003	CNA	COTAS, Gobiernos estatales, BANOBRAS, Municipios	
7.4.4 definir estructura y operación del Banco de derechos de agua	Reglamento de operación y estructura organizativa	2004	COTAS	CNA, INAGUA, SEDAGRO, CEAS	
7.5. Programa de cambio de cultivos menos rentables a temporal	Disminuir la extracción de aguas subterráneas				
7.6. Cambio de Patrón de cultivos					
7.6.1 Estudio Agroclimatológico y de factibilidad económica	Ventajas y desventajas para el cambio de patrón de cultivos	2005	INIFAP, CODAGEA, SEDAGRO, SEDER	CNA, SAGARPA, FIRCO	
7.6.2 Ejecutar programa de cambio de patrón de cultivos	Reducir la extracción de agua subterránea	2006	CODAGEA, SEDAGRO, SEDER	CNA, INIFAP, USUARIOS	

PASOS PARA INICIAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

Con el presente documento, se tiene una base conceptual, elaborada participativamente, para la realización de un esfuerzo integral de desarrollo de una región caracterizada por la escasez del recurso agua.

Se requiere gestionar la decisión de las instituciones, para asegurar su participación activa en la ejecución de las diferentes actividades que sean de su competencia y, para establecer los mecanismos de coordinación interinstitucional, así como para el seguimiento y evaluación de su ejecución y resultados.

Se deberá aprovechar el proceso de elaboración de los Programas Operativos Anuales Institucionales, para hacer las adaptaciones necesarias e incorporar las actividades y los recursos para la realización de los Proyectos de este Programa.

Mediante el compromiso de los involucrados, se podrán mejorar y completar los instrumentos de planeación contenidos en este documento.

Aguascalientes, Aguascalientes, abril de 2002.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

8. 1. Solicitudes realizadas en la primera sesión de trabajo

El COTAS tiene como expectativas del plan de manejo, la propuesta de soluciones claras, de carácter inmediato y en casos excepcionales, de corto plazo, apropiadas para resolver los problemas de los usuarios y del acuífero. No tienen interés actual por acciones de largo plazo al percibir la incapacidad inmediata de actuar.

Pretenden un repertorio de tácticas inmediatas, más que estrategias.

Las inquietudes del COTAS combinan problemas institucionales, prácticos, legales y puntuales y la problemática general del acuífero.

En este sentido, las acciones pueden calificarse por su factibilidad y por su carácter inmediato, así como por su beneficio sobre los usuarios y sobre el acuífero. Es de esperar que los usuarios presenten un interés máximo por aquellas acciones inmediatas, factibles y con recursos, con disposición de los usuarios y con beneficios tangibles e inmediatos.

A priori, se identifican acciones propuestas en los estudios previos de CNA y de INAGUA, mismas que pueden clasificarse y combinarse con nuevas propuestas y evaluarse; sin embargo se observa que en general presentan un sustento técnico y teórico, sin alcanzar aún una aplicación práctica – aparente -. Por esto, es necesario que aquellas acciones que resulten de utilidad práctica inmediata se realicen ya, mientras que aquellas prioritarias restantes inicien su proceso de gestión.

9. COMENTARIOS EMITIDOS POR LOS USUARIOS DURANTE LA REUNIÓN LLEVADA A CABO EL DÍA 19 DE FEBRERO DE 2004

Gran parte de los pozos agrícolas se encuentran inactivos debido a problemas económicos; y se observa una transferencia de derechos desde la zona norte hacia el Sur – en la última se concentra la demanda urbana de la Ciudad -.

Es necesario contar con dinero para invertir en los sistemas de riego avanzados y para aprovechar los programas de apoyo.

Se comentó que existe un Proyecto de Uso del Agua realizado en 1996, que pone a disposición el C. Rigoberto.

El sector industrial en muchos casos se ve obligado a extraer agua que no necesita, para conservar sus derechos de acuerdo con la Ley Federal de Derechos, pues de no extraer el volumen total durante tres años, el derecho concesionado se reduce hasta el volumen empleado. Esta situación restringe el crecimiento empresarial y se sugiere revisar el marco normativo para confirmar su solución y evitar la controversial afectación a los usuarios o al acuífero.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

Se considera que en lugar de llevar a cabo propuestas complicadas es necesario atacar aspectos prácticos que se dejan de lado.

El censo de aprovechamientos actualizado a cargo del IMTA, únicamente involucra 800 aprovechamientos que en gran parte no fueron encontrados. INAGUA llevó a cabo un censo parcial de ubicación para un orden de 623 aprovechamientos, con GPS y apoyo de CFE, con registro del RPU – clave invariable -; que se identifica prioritario en cuanto a terminación, ya que se reconoce que la ubicación de los pozos es incierta, así como su relación con las extracciones. De confirmarse la utilidad de la información obtenida por INAGUA para los 600 pozos, sería recomendable culminar el levantamiento total de ubicación de los pozos restantes, con la misma metodología, quizás con un intercambio de actividades. Se reconoce que el IMTA colocó medidores en pozos donde ya existían.

Se identifica un próximo cambio de administración en los gobiernos estatales: Zacatecas – septiembre, Aguascalientes – noviembre. Ante esta situación se sugiere contar con una versión completa del Plan de Manejo en el mes de Agosto – documento a revisión -.

El Reglamento definitivo debe tener el consentimiento de la mayoría de los usuarios.

Se considera indispensable identificar los elementos de valor político para promover e impulsar el plan con fundamento integrado, legal y técnico; en un período no mayor de seis meses; es decir, con fecha límite de entrega preliminar para el mes de agosto. Esto dará como resultado un documento ejecutivo, claro y de interés.

Se sugiere un período de un mes para que el COTAS de comentarios de los TDR, así como una evaluación de la compañía. Jueves, 25 de marzo, siguiente reunión.

¿Cómo contribuirá el Plan de Manejo en la reducción de las extracciones?

¿Qué capacidad tienen los usuarios para enfrentar las propuestas del Plan de Manejo?

Se dio constancia de la existencia de parcelas demostrativas (tres), que representan experiencias para uso de agua residual tratada con transferencia de derechos, proyecto de 125 ha. El proyecto de “Los Arquitos”, se considera poco factible, dado que la mancha urbana de Aguascalientes ha crecido hacia la superficie regable propuesta.

10. GESTIÓN DE PROYECTOS DE ESTABILIZACIÓN DEL ACUÍFERO

Algunas acciones mencionadas en la visita:

- Para la totalidad de las acciones propuestas establecer un sistema de seguimiento y evaluación, así como un banco transparente de información, disponible al interior del COTAS.

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

- Establecer una oficina del COTAS, con empleados al servicio de la institución, que diariamente contribuyan con la coordinación de las actividades.
- Reorientación de subsidios con intercambio de compromisos. Por ejemplo,
 - A partir del banco de derechos ofrecer apoyos a cambio de derechos que sean de utilidad para estabilizar el acuífero o para asegurar la disponibilidad de agua para uso público.
- Fomentar el reuso de aguas tratadas con una cancelación de derechos o transferencia a favor de los usos prioritarios.

El Vínculo entre el COTAS y las instituciones debe significar una responsabilidad garantizada, que evite cualquier tipo de rezago en los programas establecidos.

Es necesario contar con un inventario de proyectos para evaluarlos.

10. 1. Convocatoria de actores responsables de las acciones

- Establecer un vínculo directo con las instituciones involucradas y responsables del agua del acuífero, como son CNA y el INAGUA, para desarrollar actividades sistemáticas como son:
 - Aclaración de inconformidades o rezagos en asuntos relativos a la administración del agua (gerencia de administración del agua de CNA, por ejemplo). Designar para ello un vínculo permanente con las instituciones, como CNA e INAGUA.
 - Emitir solicitudes de adecuación del marco normativo en el acuífero, para mejoría de la situación del mismo y de sus usuarios (g. Admón. del agua, por ejemplo). En principio se observa interés en revisar la normatividad de apoyo para el sector agropecuario.
 - Llevar a cabo la recolección necesaria de información tal como:
 - Piezometría
 - Calidad del agua
 - Extracciones
 - Censo agrícola y evaluación de la productividad (a cargo de SAGARPA, por ejemplo):

Plan de Manejo Integral del Acuífero Interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación. Nivel Gran Visión.

- Con prioridad en los principales consumidores y en aquellos involucrados y comprometidos en el banco de derechos de agua.
- Evaluación de cantidad y calidad del agua residual tratada generada y usada.

Esto, al considerar que el COTAS se integra por un grupo de participantes voluntarios, representativos y sin interés lucrativo, mismos que representan a las autoridades más altas que inciden sobre el acuífero.

10. 2. Integración de información y estudios faltantes

10.2.1. Conformación de un banco de información del COTAS

10.2.2. Página de Internet

La integración del COTAS y la intensificación y eficientación de su trabajo, representan los aspectos clave para el Plan de Manejo. Estas etapas resultan ya de interés y se considera recomendable llevar a cabo un sitio de Internet donde se presente la información más relevante, además de los instrumentos para dar seguimiento y evaluación al Plan de Manejo.

10. 3. Planeación Integral

10. 4. Reglamentación

10.4.1. Reglamentos de acuífero

A nivel nacional, se identifica la siguiente serie de acuíferos reglamentados, mismos que sirven de ejemplo y experiencia para la propuesta del acuífero de Aguascalientes.

10. 5. Autoridad y protección del acuífero

10. 6. Gestión de instrumentos de financiamiento