

PROGRAMA DE GESTIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SANTIAGO



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

COCURS
COMITÉ DE CUENCA DEL RÍO SANTIAGO

**PROGRESO
para
todos**
GOBIERNO DE AGUASCALIENTES

gto
orgullo y
compromiso
de todos



GOBIERNO DEL
ESTADO DE **NAYARIT**

JALISCO
GOBIERNO DEL ESTADO

ZACATECAS
GOBIERNO DEL ESTADO

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. GENERALIDADES | 7 |
| 1.2 Antecedentes | 7 |
| 1.2 Objetivos | 7 |
| 1.3 Metodología | 13 |
| 1.4 Principios básicos para el manejo del agua..... | 14 |
| 2. MARCO FÍSICO Y ÁMBITO DEL PROGRAMA | 15 |
| 2.1 Localización | 15 |
| 2.2 Población y desarrollo económico | 21 |
| 2.3 Orografía..... | 26 |
| 2.4 Recursos Naturales..... | 27 |
| 2.5 Características y usos del suelo | 31 |
| 2.6 Religión | 33 |
| 2.7 Infraestructura social y comunicaciones | 34 |
| 2.8 Actividad económica | 37 |
| 2.9 Climatología | 45 |
| 2.10 Hidrología superficial..... | 45 |
| 2.11 Hidrología subterránea | 51 |
| 3. USOS DEL AGUA | 55 |
| 3.1 Agua Superficial | 55 |
| 3.2 Aguas subterráneas | 56 |
| 4. SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO..... | 63 |
| 4.1 Agua superficial..... | 63 |
| 4.2 Conclusiones del diagnóstico de agua superficial..... | 63 |
| 4.3 Agua subterránea..... | 64 |
| 4.4 Conclusiones y recomendaciones agua subterránea..... | 65 |
| 5. TENDENCIAS DE USO ACTUAL | 66 |
| 6. SITUACIÓN DESEABLE DEL AGUA Y RECURSOS NATURALES ASOCIADOS ... | 74 |
| 6.1 Disminución del arrastre de residuos sólidos..... | 75 |
| 6.2 Disminución de las descargas de aguas residuales sin tratamiento | 75 |
| 6.3 Disminución del arrastre de sedimentos..... | 77 |
| 6.4 Disposición de residuos sólidos y lixiviados..... | 78 |

| | |
|---|-----|
| 6.5 Aplicación de la normatividad | 79 |
| 6.6 Implementación del programa de ordenamiento territorial (POT)..... | 82 |
| ANEXOS..... | 86 |
| A1. Árbol de problemas (Diagnóstico participativo)..... | 87 |
| A2. Árbol de objetivos..... | 88 |
| A3. Análisis de involucrados..... | 89 |
| A4. Árbol de estrategias..... | 92 |
| A4. I Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos..... | 92 |
| A4. II Programa de Inspección y vigilancia..... | 93 |
| A4. III Programa de Ordenamiento, Regulación y control de Acuíferos..... | 94 |
| A4. IV Programa de Ordenamiento, Regulación y Control de Aguas Superficiales..... | 95 |
| A4. V Programa de Uso Eficiente del Agua en las Ciudades..... | 96 |
| A4. VI Programa de Cultura del Agua..... | 97 |
| A4. VII Programa para la Reforma de la Ley de Asentamientos Humanos..... | 98 |
| A4. VIII Programa de Saneamiento..... | 99 |
| A4. IX Programa de Uso Eficiente del Agua en el Campo..... | 100 |
| A4. X Programa de reforestación..... | 101 |
| A4. XI Programa Anticorrupción..... | 102 |
| A5. Listado de localidades de la cuenca del Río Santiago..... | 103 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 105 |

Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración II. 1 Localización de la cuenca del Santiago. | 16 |
| Ilustración II. 2 Cuencas en que se divide la Cuenca del Río Santiago. | 17 |
| Ilustración II. 3 Grado de marginación de la Cuenca del Río Santiago y la Región VIII.... | 24 |
| Ilustración II. 4 Principales localidades de lenguas indígenas en la Cuenca del Río Santiago y Región VIII. | 25 |
| Ilustración II. 5 Vegetación en la Cuenca del Río Santiago y en la Región VIII. | 29 |
| Ilustración II. 6 Tipos de suelos en la Cuenca del Río Santiago y la Región VIII. | 32 |
| Ilustración II. 7 Usos del suelo en la Cuenca del Río Santiago y la Región VIII..... | 33 |
| Ilustración II. 8 Distritos de Riego en la Cuenca..... | 38 |
| Ilustración II. 9 Distribución de las regiones hidrológicas de la Región. | 46 |
| Ilustración II. 10 Subregiones de planeación y cuencas en la Subregión Santiago. | 47 |
| Ilustración II. 11 Esguerrimiento medio anual por subcuenca..... | 49 |
| Ilustración II. 12 Acuíferos de la Cuenca y RHA VIII. | 52 |
| | |
| Ilustración III 1 Volúmenes concesionados totales a nivel municipal en la Región. | 57 |
| Ilustración III 2 Coberturas de agua potable a nivel municipal en la cuenca..... | 59 |
| Ilustración III 3 Cobertura de alcantarillado a nivel municipal en la Cuenca. | 60 |
| Ilustración III 4 Coberturas de Saneamiento a nivel municipal en la Región. | 62 |

Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla I. 1 Objetivos del sector Hidráulico en la Región LSP..... | 9 |
| | |
| Tabla II. 1 Subcuencas en que se divide la Cuenca del Río Santiago..... | 17 |
| Tabla II. 2 Superficie de las Subcuenca y número de municipios que las conforman..... | 18 |
| Tabla II. 3 Número de municipios por subcuenca. | 18 |
| Tabla II. 4 Municipios por Estados y por subcuencas, Cuenca Río Santiago. | 19 |
| Tabla II. 5 Población total, urbana y rural en la cuenca..... | 21 |
| Tabla II. 6 Resumen de la población urbana y rural al 2012 en la Región..... | 22 |
| Tabla II. 7 Zonas metropolitanas más importantes de la Cuenca del Río Santiago..... | 22 |
| Tabla II. 8 Localidades con más 50,000 habitantes en la Cuenca Río Santiago. | 23 |

| | |
|--|----|
| Tabla II. 9 Población de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena en la Cuenca | 24 |
| Tabla II. 10 Producto Interno Bruto Cuenca Santiago por sector, 2008..... | 26 |
| Tabla II. 11 Áreas protegidas en la Cuenca Río Santiago..... | 31 |
| Tabla II. 12 Usos del suelo en la Cuenca del Río Santiago..... | 32 |
| Tabla II. 13 Distribución de la Población según su Religión. | 34 |
| Tabla II. 14 Número de unidades médicas y doctores en la cuenca..... | 35 |
| Tabla II. 15 Número de escuelas, alumnos y maestros en la cuenca..... | 35 |
| Tabla II. 16 Número de Kilómetros de carreteras en la cuenca..... | 36 |
| Tabla II. 17 Numero de medios masivos de comunicación en la cuenca..... | 37 |
| Tabla II. 18 Superficie sembrada y cosechada, producción y valor de la cosecha por Distrito. | 38 |
| Tabla II. 19 Productividad del agua en la Cuenca Río Santiago..... | 39 |
| Tabla II. 20 Distribución sectorial del PIB por subcuenca, 2008. Río Santiago..... | 39 |
| Tabla II. 21 Productividad del agua por sector, en la cuenca Río Santiago 2008..... | 40 |
| Tabla II. 22 Población Ocupada en la Cuenca Río Santiago..... | 41 |
| Tabla II. 23 Tendencia de la Población Ocupada en la cuenca Río Santiago. | 41 |
| Tabla II. 24 Volúmenes de agua utilizados por tipo de industria en la Cuenca, 2006. | 42 |
| Tabla II. 25 Producción por tipo de industria en la Región, 2006. | 42 |
| Tabla II. 26 Volumen abastecido por red municipal al comercio y la industria en la Cuenca, 2003. | 43 |
| Tabla II. 27 Valores de los Cultivos por Subcuenca Santiago. | 43 |
| Tabla II. 28 Resumen de Producción pecuaria por Subcuenca Santiago. | 44 |
| Tabla II. 29 Precipitación y evapotranspiración de la Cuenca Río Santiago..... | 45 |
| Tabla II. 30 Cuencas Hidrológicas en Región Santiago. | 46 |
| Tabla II. 31 Cuencas hidrológicas en la Subregión Santiago. | 48 |
| Tabla II. 32 Esguerrimiento anual Virgen y Per cápita..... | 49 |
| Tabla II. 33 Disponibilidad Superficial de las subcuencas de la Subregión Santiago. | 50 |
| Tabla II. 34 Disponibilidad efectiva de agua superficial en la Cuenca. | 51 |
| Tabla II. 35 Recarga natural, inducida y total de los acuíferos de la Cuenca Santiago..... | 51 |
| Tabla II. 36 Características de los acuíferos. | 52 |
| Tabla II. 37 Acuíferos en la Subregión Alto Santiago. | 53 |
| Tabla II. 38 Acuíferos en la Subregión Bajo Santiago. | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabla III. 1 Usos del agua superficial por sector de consumo (hm ³) | 55 |
| Tabla III. 2 Plantas Hidroeléctricas en Operación en la Región..... | 56 |
| Tabla III. 3 Usos del agua subterránea por sector de consumo. | 57 |
| Tabla III. 4 Uso del agua superficial y subterránea. | 58 |
| Tabla III. 5 Dotaciones, demandas y coberturas de agua potable y alcantarillado 2005... 58 | |
| Tabla III. 6 Uso Cobertura de saneamiento municipal (2005)..... | 60 |
| | |
| Tabla V. 1 Población de la Cuenca Río Santiago..... | 67 |
| Tabla V. 2 Población total, urbana y rural de la Subregión Santiago proyectada. | 67 |
| Tabla V. 3 Coberturas y eficiencias promedio de la Subregión Santiago a corto, mediano y largo plazo. | 68 |
| Tabla V. 4 Demandas en los escenarios tendencial y sustentable de la Subregión Santiago. | 69 |
| Tabla V. 5 Oferta de agua en los escenarios tendencial y sustentable de la cuenca Santiago. | 72 |

1. GENERALIDADES

1.2 Antecedentes

La Ley de Aguas Nacionales establece como un derecho la participación de los usuarios en los Consejos de Cuenca, Comisiones y Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS). De esta manera, es posible realizar una programación hídrica por cuenca o subcuenca dependiendo del número de Consejos de Cuenca establecidos en el Organismo de Cuenca, y abordar problemas de tipo físico, ecológico y socioeconómico que escapen al ámbito de las políticas nacionales.

Los Consejos de Cuenca permiten la participación de los diferentes actores gubernamentales, usuarios y universidades para la concertación de sus intereses. Habrá que evitar a toda costa que funcionen como “comités o asociaciones de usuarios o grupos poderosos” que puedan emplear el foro para proteger y luchar por sus intereses, de manera unilateral sin buscar el beneficio de la cuenca en su conjunto.

1.2 Objetivos

El esquema planteado por el Grupo de Trabajo de los Talleres de Planeación Participativa es formular un Programa de Gestión de la Cuenca en el Río Santiago, cuyo objetivo central vaya encaminado a disminuir la degradación de los cuerpos de aguas de la cuenca, frenando la sobreexplotación de los acuíferos, reducir gradualmente el desequilibrio que hay en la extracción del agua superficial hasta alcanzar su estabilización, bajar los índices de contaminación, adecuar el desarrollo de la región a la disponibilidad del agua, aplicar una gestión integral en el manejo de la cuenca, así como garantizar el uso sustentable del agua en la región.

El Programa debe integrar todas las acciones para reducir la demanda y manejar la oferta, teniendo en cuenta todos los aspectos geohidrológicas, 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 los técnicos y usuarios, se aplicó el Método ZOPP para diseñar el programa de acciones que contribuyan al desarrollo del Plan de Manejo de la Cuenca, teniendo como objetivos estratégicos relevantes los siguientes:

- a) Impulsar una cultura del agua que considere a este elemento como un recurso vital y escaso, de alto valor económico, social y ambiental, estratégico y de seguridad nacional.
- b) Aplicar una Gestión Integral del Recurso Hídrico.

- c) Sanear la cuenca, subcuencas, barrancas, acuíferos y cuerpos receptores de agua, y prevenir y corregir su contaminación, disminuyendo las descargas de agua residual sin tratamiento.
- d) Garantizar el abastecimiento del agua para zonas urbanas.
- e) Tener un uso eficiente del agua en todas las actividades.
- f) Aumentar la recarga en los acuíferos.
- g) Equilibrar la extracción, buscando disminuir las sobreexplotaciones, degradación y desequilibrios de los cuerpos de agua subterráneos.
- h) Contar con un manejo integral de la cuenca.
- i) Aplicar un ordenamiento territorial en toda la cuenca.
- j) Aumentar la inspección y vigilancia en la extracción, uso, manejo, distribución y descargas de las aguas.
- k) Lograr el equilibrio entre oferta y demanda de agua en la cuenca y acuífero para sus diversos usos y explotación.
- l) Incrementar la cultura del agua.
- m) Ordenar la extracción, uso, manejo, aprovechamiento y distribución de las aguas superficiales.
- n) Fomentar y elevar el reúso de agua tratada.
- o) Crecer las redes de medición y monitoreo de los cuerpos de aguas.
- p) Aumentar la cosecha de agua y evitar la deforestación y sobrepastoreo.
- q) Vigilar que los cambios de uso del suelo, correspondan a los planes parciales de desarrollo urbano y al ordenamiento ecológico territorial.
- r) Manejar adecuadamente la recolección y ubicación de los residuos sólidos.
- s) Conservar, preservar y mejorar los ecosistemas de las cuencas con los que el agua forma sistemas naturales indivisibles.
- t) Eficientar y promover la sustentabilidad del agua en todas las fases del ciclo hidrológico.
- u) Impulsar la implementación de instrumentos de gestión del agua en el ámbito territorial de la Comisión.
- v) Cumplir con las acciones que la Ley de Aguas Nacionales confiere a los Consejos de Cuenca.
- w) Aumentar la inspección y vigilancia en la extracción, uso, manejo, distribución y descargas de las aguas superficiales
- x) Aumentar la recarga en los acuíferos, así como disminuir su sobreexplotación, degradación y desequilibrios de los mismos, poniendo especial énfasis en los altamente sobreexplotados.
- y) Restringir la invasión de zonas federales.

Para el logro del objetivo general, es recomendable que se mejore la presencia de los tres órdenes de gobierno, como una componente básica para lograr una mayor estabilidad en el proceso de implementación de la planeación regional y en la definición de planes y programas a nivel microcuencas. Al mismo nivel, y como un componente indispensable para el logro de los objetivos sectoriales, se encuentra la participación de los usuarios y de la sociedad organizada. Por tal motivo, es importante consolidar los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares, como las

figuras organizativas existentes idóneas para la resolución de conflictos, la búsqueda del beneficio común y la instrumentación y seguimiento del Proyecto de Desarrollo Hídrico Regional debiendo, a la par, regular la interacción de los usuarios que comparten el agua disponible de una misma cuenca o acuífero y promover la solidaridad hídrica.

Objetivos del sector hidráulico

A través de la participación de los usuarios y actores del sector hidráulico, principalmente a través de los Consejos de Cuenca, sus Órganos Auxiliares y la sociedad en general, se determinaron los siguientes objetivos específicos regionales para el logro de la visión regional y nacional del sector hidráulico:

Tabla I. 1 Objetivos del sector Hidráulico Regional.

| Objetivos del Programa Hídrico de la RHA VIII LSP 2014 - 2018 | Lineamientos del Sector | Objetivos del Programa Nacional Hídrico 2014 - 2017 | Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2017 |
|---|--|---|--|
| 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua | El agua como elemento integrador de los mexicanos | 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua | México en Paz |
| 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones | El agua como elemento integrador de los mexicanos | 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones | |
| 3. fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento | El agua como elemento de justicia social | 3. fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento | México incluyente |
| 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicos del sector | Sociedad informada y participativa para desarrollar una cultura del agua | 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicos del sector | México con educación de calidad |
| 5. Asegurar el agua para riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable | El agua como promotor del desarrollo sustentable | 5. Asegurar el agua para riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable | México próspero |

| | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|
| 6. Consolidar la participación México en el contexto internacional en materia de agua | México como referente mundial en el tema del agua | 6. Consolidar la participación México en el contexto internacional en materia de agua | México con responsabilidad global |
|---|---|---|-----------------------------------|

Fuente: Dirección de Planeación OCLSP, octubre 2014, Programa Nacional Hídrico 2014 - 2018, CONAGUA México, abril 2014.

La priorización de los objetivos regionales obedece a la visión propia de la Región en cuanto a su problemática, necesidades y aspiraciones en materia hidráulica. Aunque los objetivos se listan en forma independiente, se encuentran muy vinculados entre sí, siendo necesario impulsar su avance paralelo para su solución y logro pleno.

En la cuenca del Río Santiago, es necesario asegurar el abasto de agua para ésta y las futuras generaciones, para lo cual se han definido las siguientes cuatro líneas de política pública:

1. Los servicios de agua serán adecuados, accesibles, asequibles y expeditos.
2. Adecuado abastecimiento de agua para la seguridad alimentaria que contribuya a la producción de alimentos suficientes para la población.
3. El manejo del agua será responsable y sustentable.
4. Reducir la vulnerabilidad ante efectos del cambio climático.

Estas cuatro líneas, se consideran como la base de la política hídrica Regional y para su implementación, requieren la suma de esfuerzos de los tres órdenes de gobierno y de la sociedad en general.

Para alcanzar la seguridad y sustentabilidad hídrica en la Región, es necesario llevar a cabo una serie de reformas y modernización del sector, así como poner en marcha los objetivos, estrategias y líneas de acción planteadas en el Programa Hídrico de la RH VIII Lerma Santiago Pacífico.

Reformas del sector

Es indispensable implementar y consolidar las siguientes cinco reformas: Marco jurídico, marco institucional, sistema de gestión de recursos humanos, sistema financiero y planeación hídrica.

Reforma del marco jurídico.

Se propone modificar el soporte legal, a fin de que las instituciones públicas lleven a cabo con mayor eficacia los actos de autoridad y a que los ciudadanos tengan una mayor certeza jurídica de sus derechos y obligaciones.

Esta reforma plantea la creación de una ley general de aguas, así como la participación de los tres órdenes de gobierno y la ciudadanía; para tal efecto se

plantean diversas disposiciones relacionadas con aspectos de regulación de los servicios de agua para todos los usos; además de elaborar los reglamentos y las normas pertinentes, así como la revisión y adecuación del marco fiscal relacionado con los derechos y aprovechamientos en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes que permitirán la recuperación de inversiones en obras de infraestructura hidráulica.

Reforma institucional del sector público.

Se buscará que las instituciones del sector se fortalezcan y eleven la eficacia, eficiencia, productividad, coordinación, mejorando la gobernabilidad y gobernanza del agua.

Reforma del sistema de gestión de recursos humanos.

Se establecerá en las instituciones de educación superior un sistema de identificación y selección de recursos humanos con orientación al sector.

Además, la reforma incluirá una opción para que el personal existente se capacite y certifique con estándares de calidad.

Reforma del sistema financiero.

Se fortalecerá el sistema financiero identificando nuevos mecanismos de financiamiento y fuentes de recursos.

Reforma de la planeación.

Se impulsará la creación de un sistema de planeación institucionalizada, iterativa, integral, participativa, plural, incluyente, con equidad de género y multisectorial, con visión de largo plazo.

Parte fundamental de esta reforma incluye la revisión cada dos años del Programa Hídrico Regional 2014 - 2018 de la RHA VIII Lerma Santiago Pacífico.

Para complementar las reformas mencionadas, es necesario llevar a cabo acciones de modernización en los siguientes aspectos.

Políticas públicas en materia de agua y su gestión.

Se generarán políticas públicas que permitan una gestión del recurso de manera sustentable.

Sistema de medición del agua.

Se modernizarán y ampliarán los sistemas de medición del agua. Este fortalecimiento de la medición es importante para elaborar los pronósticos y alertamientos tempranos para dar seguridad a la población.

Sistema de información del agua.

Se modernizará el Sistema Regional de Información del Agua, con lo cual, se facilitará el acceso a la información, de manera ágil, amena, moderna y eficaz.

Sistema de gestión de proyectos y procesos del agua.

Se restablecerá y mejorará el sistema Regional de preparación de proyectos con énfasis en sus diferentes niveles: gran visión, prefactibilidad y factibilidad, considerando además, criterios técnicos que incluyan aspectos ambientales y de adaptación al cambio climático, así como criterios sociales, económicos, financieros y de política pública.

Gestión integrada de los recursos hídricos.

Se mejorará la relación entre los gobiernos y los gobernados mediante una mayor participación de la sociedad en la solución de conflictos y la renovación de los órganos colegiados de integración mixta. Se buscará que los usuarios tengan garantía sobre sus concesiones y asignaciones.

Liderazgo de México en el contexto internacional en el tema del agua.

Se fortalecerá la cooperación técnica y asistencia financiera internacional en materia de agua

Sistema de investigación científica y tecnológica del agua.

Se reorientarán y fortalecerán las instituciones públicas y privadas de investigación científica y tecnológica del agua para que respondan con mayor eficacia a las necesidades del sector y de esta manera disminuir la dependencia tecnológica.

Se buscará incrementar el presupuesto para la investigación y el desarrollo tecnológico en el sector con el fin de disminuir el rezago en estos rubros. Se buscará desarrollar una estrategia nacional de adaptación y mitigación del sector hídrico ante el cambio climático o variabilidad climática

Se establecerá una estrategia envolvente del sector hídrico, congruente con la Ley y la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Objetivos y estrategias

Los objetivos y estrategias establecidos en el Programa de gestión de la cuenca del Río Santiago, están orientados a contribuir con el cumplimiento de los objetivos del Programa Nacional Hídrico 2014 – 2018 y en el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, por lo que se encuentran debidamente alineados entre sí, atienden la problemática actual y la visión de largo plazo mediante sus objetivos, orientados a la solución de los desafíos identificados y al logro de la seguridad y sustentabilidad hídrica.

1.3 Metodología

Para la realización de este estudio la metodología utilizada fue la siguiente:

- A) Recopilación de información y análisis de la situación actual.
Se recurrió a los archivos de las dependencias estatales y federales de donde se obtuvo la información, pero básicamente fue en las oficinas y documentos del Organismo de Cuenca Lerma – Santiago – Pacífico, de la CONAGUA y sus publicaciones de donde se obtuvo la mayor parte de la información, a partir de esta información se consignaron las características básicas de la zona de estudio, aspectos de población y desarrollo económico, uso y manejo del agua, climatología, caracterización y condiciones de las aguas superficiales y subterráneas.
- B) Talleres de Planeación participativa
La planeación participativa fue una de las actividades más importantes que se desarrollaron con los usuarios, a través del método ZOPP (Ziel Orientierte Project Planung), cuya traducción es Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos), es actualmente el instrumento más eficaz y moderno de que se dispone para dar asistencia en materia de planificación y ejecución de proyectos. Es una metodología participativa de diagnóstico y planeación, que permite a un grupo de trabajo interdisciplinario definir en forma concertada las actividades a realizar para alcanzar las metas que se han fijado. Dicho método permitió, a través de los talleres que se realizaron en etapas, los días 17 y 29 de noviembre del 2016, con los integrantes y usuarios del Consejo de Cuenca del Río Santiago y demás dependencias involucradas en el manejo del agua, analizar la situación actual de la cuenca y definir en forma consensuada los programas y acciones a realizar para alcanzar los objetivos que se propusieron para la sustentabilidad de la cuenca.

Dichos talleres estuvieron a cargo de personal especializado y acreditado por la GTZ (Sociedad Técnica Alemana), participando en cada uno de los talleres y recopilando de manera detallada las opiniones del grupo, así como sus comentarios, a fin de integrarlos en Programa de Gestión de la Cuenca del Río Santiago.

De los talleres de planeación participativa, se elaboraron los siguientes materiales:

- a) **Árbol de Problemas.** Este es el diagnóstico de la situación, realizado a partir de la identificación del problema central (Anexo 1).
- b) **Árbol de Objetivos.** Es un instrumento que nos permite describir la situación futura que será alcanzada mediante la solución de los problemas, así como la de identificar posibles alternativas para la toma de decisiones, por ello, también se le llama **Árbol de Decisiones** (Anexo 2).
- c) **Análisis de Involucrados.** Es el análisis de involucrados del proyecto y estructura de ejecución del Programa. 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) Análisis de Alternativas o Estrategias. A través de este instrumento, se busca excluir los objetivos que no son deseables o factibles, así como identificar diferentes combinaciones de “medios y fines” que pueden llegar a ser estrategias para la consecución de los objetivos. (Anexo 4)

1.4 Principios básicos para el manejo del agua

Un recurso se considera como tal cuando existe competencia por su apropiación y aprovechamiento. El agua se ha transformado en un recurso estratégico para el desarrollo por su gran demanda y acentuada escasez que minimiza e incluso nulifica todo incremento de la oferta, además de no contarse con productos sustitutos alternativos. De esta manera, el agua es un recurso natural renovable con incremento constante de su costo de oportunidad, sea por el aumento de la población y de las actividades productivas que la demandan, por las alteraciones de las cuencas de captación que cambian su dinámica cíclica y espacial, o bien, por el deterioro de su calidad por descargas contaminantes.

La sobreexplotación y la alteración de los sistemas hídricos están transformando al recurso agua en agotable y en algunos casos en no renovable. Es por ello importante aprovecharla de acuerdo con su magnitud, su renovación en el ciclo hidrológico, sus posibilidades de reúso, con el control de su contaminación y con el manejo integrado de los recursos naturales asociados.

Es un recurso, que sin el cual, no es posible tener el bienestar de la población y el desarrollo socioeconómico de cualquier comunidad, ciudad o país.

Uno de los principios básicos para la adecuada gestión de los recursos hídricos es la participación directa e incorporación de los puntos de vista de los usuarios y la sociedad en general, en coordinación con los tres órdenes de gobierno, en todo el proceso de planeación del Programa de Gestión de la Cuenca del Río Santiago, desde su formulación, aprobación, seguimiento, actualización y evaluación, en los términos que la LAN (2004) establece.

Con la participación social se busca garantizar la continuidad en el proceso de planeación, considerando que la sociedad representa la componente menos temporal. La participación social representa el contrapeso necesario para la realización de los Programas.

En la Región Hidrológica-Administrativa VIII, Lerma-Santiago-Pacífico, el Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico (OCLSP) de la CONAGUA estableció la siguiente misión:

“Administrar la explotación, el uso y el aprovechamiento de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr, con la participación de la sociedad, el desarrollo sustentable en el ámbito del Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico, promoviendo la cultura y el valor del agua”.

Y su visión del OCLSP es:

1. “Ser una Unidad Administrativa Autónoma con un alto grado de excelencia profesional y humana, promotora de la participación de la sociedad y los usuarios organizados en la administración del agua, que participa en la construcción y operación de la infraestructura hidráulica estratégica e impulsa el agua como elemento rector del desarrollo y que dispone de la tecnología para cuantificar, controlar y distribuir el recurso, en beneficio de la satisfacción del cliente al que se sirve”.

En la realización de este estudio se tomó como base los siguientes principios:

- El manejo del agua debe realizarse por cuencas hidrológicas, que considera a éstas como las unidades de gestión del recurso.
- La participación organizada de los usuarios es indispensable desde la definición de objetivos y estrategias para resolver la problemática del agua hasta la implantación de las acciones requeridas para lograr el éxito en la conservación y preservación del recurso.
- La sustentabilidad. Permitirá satisfacer las demandas de los usuarios actuales sin comprometer a las futuras, encontrando y operando mecanismos y estrategias que garanticen equilibrios de mediano y largo plazos.
- Visión integrada y de largo plazo. En todas las políticas, programas y proyectos que inciden o pueden incidir en la disponibilidad y en la calidad de los recursos hídricos.
- Subsidiariedad. Dentro del marco de sus atribuciones legales, las autoridades en los tres órdenes de gobierno deben intervenir temporalmente en aquellos casos en que la instancia responsable carezca de las capacidades y recursos para cumplir con su responsabilidad en la administración de los recursos hídricos.

2. MARCO FÍSICO Y ÁMBITO DEL PROGRAMA

2.1 Localización

La Cuenca del Río Santiago se localiza en la zona centro - occidente del territorio mexicano. Limita al norte con la Región VII Cuencas Centrales del Norte; al noreste, con la Región IX Golfo Norte; al noroeste, con la Región III Pacífico Norte; al sureste, con la Cuenca del Río Lerma; al sur con las Cuencas del Río Lerma y Costa de Jalisco y al oeste con el Océano Pacífico. Se encuentra entre los meridianos 99° 17' y 105° 28' de longitud oeste, y entre los paralelos 17° 57' y 23° 26' de latitud norte. Está integrada por los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas.

Ilustración II. 1 Localización de la cuenca del Santiago.



Fuente: La gestión del Agua en México, Avances y Retos, edición 2014, CONAGUA.

Hidrológicamente, la Cuenca del Río Santiago está integrada por 11 subcuencas hidrográficas, cuyas superficies suman un total de 76,720 km².

La Cuenca del Río Santiago se encuentra dividida en dos grandes subcuencas: Alto y Bajo Santiago. Esta división se efectuó de acuerdo con el funcionamiento histórico del sistema hidrológico.

Tabla II. 1 Subcuencas en que se divide la Cuenca del Río Santiago.

| Subregión | Subregiones de Planeación | Zona que comprende |
|-----------|---------------------------|---|
| Santiago | Alto Santiago | Comprende el área drenada por el Río Santiago, desde la salida del lago de Chapala (donde se ubica la Presa Poncitlán) hasta la Presa Santa Rosa. |
| | Bajo Santiago | Comprende el área drenada por el Río Santiago, desde la salida de la Presa Santa Rosa hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. |

Fuente: CONAGUA. Diagnóstico Hidráulico de la Región VIII, Lerma–Santiago–Pacífico, 1997. Subgerencia de Programación. Programa Hidráulico Región Pacífico 2003-2012, año 2004.

Ilustración II. 2 Cuencas en que se divide la Cuenca del Río Santiago.



Fuente: CONAGUA. Diagnóstico Hidráulico de la Región VIII, Lerma–Santiago–Pacífico, 1997. Subgerencia de Programación. Programa Hidráulico Región Pacífico 2003-2012, año 2004.

Respecto a la superficie, esta está integrada por 94 municipios, que suman un total de 76,720 km², de los cuales el 46.2% corresponde a la Alto Santiago y el 53.8% al Bajo Santiago, lo que significa un total de 35,482 km² y 41,238 km² respectivamente. La superficie política representa el 40.9% de la Región VIII Lerma – Santiago – Pacífico.

Tabla II. 2 Superficie de las Subcuenca y número de municipios que las conforman.

| Subcuenca | Límite político | | | Límite hidrológico | |
|-----------------------|-------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | No. de Municipios | Superficie km ² | % | Superficie km ² | % |
| Alto Santiago | 59 | 34,808 | 48.1 | 35,482 | 46.2 |
| Bajo Santiago | 35 | 37,619 | 51.9 | 41,238 | 53.8 |
| Total Santiago | 94 | 72,427 | 37.7 | 76,720 | 40.9 |

Fuente: Las superficies hidrológicas se obtuvieron de los Balances Hidráulicos de las subregiones Lerma y Santiago; Subgerencia Regional Técnica, 2006; y del Cuaderno Base del Programa Hidráulico Región Pacífico 2003-2012, año 2004. El número de municipios se obtuvo del Diario Oficial de la Federación del 13 de Octubre del 2000; y su superficie, del Sistema Nacional de Información Municipal, Mayo 25 del 2001; Centro Nacional de Desarrollo Municipal; Secretaría de Gobernación.

La cuenca está conformada por 94 municipios, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla II. 3 Número de municipios por subcuenca.

| Estado | Subcuenca | Total Municipios por subcuenca |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|
| Aguascalientes | Alto Santiago _Ags | 11 |
| Durango | Bajo Santiago _Dgo | 2 |
| Guanajuato | Alto Santiago _Gto | 1 |
| Jalisco | Alto Santiago _Jal | 30 |
| | Bajo Santiago _Jal | 14 |
| | Total Jalisco | 44 |
| Nayarit | Bajo Santiago _Nay | 5 |
| San Luis Potosí | Alto Santiago _SLP | 1 |
| Zacatecas | Alto Santiago _Zac | 16 |
| | Bajo Santiago _Zac | 14 |
| | Total Zacatecas | 30 |
| | TOTAL | 94 |

Fuente: Programa Hídrico Regional Visión 2030, OCLSP CONAGUA 2012.

En cuanto al número de municipios que conforman la Cuenca, se pudo observar que el 63.7% se localizan en la subcuenca del Alto Santiago, aunque en extensión, la mayor parte la ocupa la subcuenca Bajo Santiago con el 53.87%, siendo esta la subcuenca más grande no solo en la Cuenca del Río Santiago, sino además de toda la Región Lerma – Santiago - Pacífico.

En el siguiente cuadro se presentan la relación de municipios que componen cada una de la Subcuencas del Río Santiago.

Tabla II. 4 Municipios por Estados y por subcuencas, Cuenca Río Santiago.

| Estado | Subcuenca | N° | Total por subcuenca | Municipio |
|----------------|--------------------|----|---------------------|-------------------------------|
| Aguascalientes | Alto Santiago _Ags | 1 | | Aguascalientes |
| | | 2 | | Asientos |
| | | 3 | | Calvillo |
| | | 4 | | Cosío |
| | | 5 | | Jesús María |
| | | 6 | | Pabellón de Arteaga |
| | | 7 | | Rincón de Romos |
| | | 8 | | San José de Gracia |
| | | 9 | | Tepezalá |
| | | 10 | | El Llano |
| | | | | 11 |
| Durango | Bajo Santiago _Dgo | 12 | | Mezquital |
| | | 13 | 2 | Súchil |
| Guanajuato | Alto Santiago _Gto | 14 | 1 | Ocampo |
| Jalisco | Alto Santiago _Jal | 15 | | Acatic |
| | | 16 | | Amatitán |
| | | 17 | | El Arenal |
| | | 18 | | Cuquío |
| | | 19 | | Encarnación de Díaz |
| | | 20 | | Guadalajara |
| | | 21 | | Ixtlahuacán de los Membrillos |
| | | 22 | | Ixtlahuacán del Río |
| | | 23 | | Jalostotitlán |
| | | 24 | | Juanacatlán |
| | | 25 | | Lagos de Moreno |
| | | 26 | | Mexicacán |
| | | 27 | | Ojuelos de Jalisco |
| | | 28 | | El Salto |
| | | 29 | | San Juan de los Lagos |
| | | 30 | | San Julián |
| | | 31 | | San Miguel el Alto |
| | | 32 | | Teocaltiche |
| | | 33 | | Tepatitlán de Morelos |
| | | 34 | | Tlajomulco de Zúñiga |
| | | 35 | | Tlaquepaque |
| | | 36 | | Tonalá |

| | | | | |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|------------------------------|
| | | 37 | | Unión de San Antonio |
| | | 38 | | Valle de Guadalupe |
| | | 39 | | Villa Hidalgo |
| | | 40 | | Cañadas de Obregón |
| | | 41 | | Yahualica de González Gallo |
| | | 42 | | Zapopan |
| | | 43 | | Zapotlanejo |
| | | 44 | 30 | San Ignacio Cerro Gordo |
| | Bajo Santiago_Jal | 45 | | Bolaños |
| | | 46 | | Colotlán |
| | | 47 | | Chimaltitán |
| | | 48 | | Hostotipaquillo |
| | | 49 | | Huejúcar |
| | | 50 | | Huejuquilla el Alto |
| | | 51 | | Magdalena |
| | | 52 | | Mezquitic |
| | | 53 | | San Cristóbal de la Barranca |
| | | 54 | | San Martín de Bolaños |
| 55 | | Santa María de los Ángeles | | |
| 56 | | Tequila | | |
| 57 | | Totatiche | | |
| 58 | 14 | Villa Guerrero | | |
| Nayarit | Bajo Santiago_Nay | 59 | | Jala |
| | | 60 | | Del Nayar |
| | | 61 | | Santa María del Oro |
| | | 62 | | Tepic |
| | | 63 | 5 | La Yesca |
| San Luis Potosí | Alto Santiago_SLP | 64 | 1 | Villa de Arriaga |
| Zacatecas | Alto Santiago_Zac | 65 | | Apozol |
| | | 66 | | Apulco |
| | | 67 | | Cuauhtémoc |
| | | 68 | | Trinidad García de la Cadena |
| | | 69 | | Genaro Codina |
| | | 70 | | Huanusco |
| | | 71 | | Jalpa |
| | | 72 | | Juchipila |
| | | 73 | | Luis Moya |
| | | 74 | | Mezquital del Oro |
| 75 | | Moyahua de Estrada | | |
| 76 | | Nochistlán de Mejía | | |

| | | | | |
|--|--------------------------|----|-----------|------------------------------|
| | | 77 | | Ojocaliente |
| | | 78 | | Tabasco |
| | | 79 | | Villa García |
| | | 80 | 16 | Villanueva |
| | Bajo Santiago_Zac | 81 | | Atolinga |
| | | 82 | | Benito Juárez |
| | | 83 | | El Plateado de Joaquín Amaro |
| | | 84 | | Jerez |
| | | 85 | | Jiménez del Teúl |
| | | 86 | | Momax |
| | | 87 | | Monte Escobedo |
| | | 88 | | Susticacán |
| | | 89 | | Tepechtlán |
| | | 90 | | Tepetongo |
| | | 91 | | Teúl de González Ortega |
| | | 92 | | Tlaltenango de Sánchez Román |
| | | 93 | | Valparaíso |
| | | 94 | 14 | Santa María de la Paz |
| | TOTAL | | 94 | |

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal. Mayo 25 del 2001. Centro Nacional de Desarrollo Municipal; SEGOB, México; DOF del 13 de octubre del 2000. II Censo Definitivo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

2.2 Población y desarrollo económico

Población

En la Cuenca del Río Santiago, de acuerdo al último censo definitivo del 2010, había alrededor de 7 millones 756 mil 028 personas, el 88.17 % de ellas en comunidades urbanas y el 11.83 % en rurales. El 89.4% se concentra en la subcuenca Alto Santiago y el 10.6% en Bajo Santiago.

Tabla II. 5 Población total, urbana y rural en la cuenca.

| Subcuenca | Población urbana | Población rural | Población total |
|-----------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Alto Santiago | 6'270,602 | 663,263 | 6'933,865 |
| Bajo Santiago | 568,132 | 254,031 | 822,163 |
| Total Santiago | 6'838,734 | 917,294 | 7'756,028 |

Fuente: Elaborado con base en el Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010, resultados definitivos.

De acuerdo con las proyecciones realizadas por la Gerencia de Planeación Hidráulica a partir de la información del CONAPO y los resultados del II Conteo de Población y Vivienda 2005 realizado por el INEGI y en el Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010, resultados definitivos, se estima que en el periodo 2010-2030 la población en la Cuenca del Río Santiago crecerá de 7'459,130 habitantes a 11'020,586 habitantes, lo que representa una tasa de crecimiento anual del 1.97%; en términos absolutos esto equivale a una población adicional de 3'561,456 habitantes, lo cual vendría a incrementar en la misma medida las demandas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, y por consecuencia la generación de aguas residuales, en caso de no realizar las acciones para su reducción y control.

Respecto de la proyección de la población urbana y rural para el mismo período, se muestra que la primera se incrementará en 6%, pasando de 6'476,611 habitantes a 6'838,634 habitantes, observándose un aumento substancial en la subcuenca Alto Santiago. Por el contrario, la población rural en términos generales se verá reducida en 6.6%, pasando de 982,519 habitantes en el 2010 a 917,294 habitantes, para el año 2010 y se espera una disminución mayor para el año 2030.

Tabla II. 6 Resumen de la población urbana y rural al 2010 en la Cuenca.

| Subcuenca | Población Urbana | Población Rural | Población Total |
|--------------|------------------|-----------------|------------------|
| TOTAL | 6'838,734 | 917,294 | 7'756,028 |

Fuente: Elaborado con base en el Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010, resultados definitivos.

La población de la Cuenca Río Santiago se concentra en 3 ciudades importantes que cuentan con más de 100,000 habitantes. Éstas, por su crecimiento, se han extendido e integrado con algunas otras formando metrópolis o lo que se denominan zonas metropolitanas.

Tabla II. 7 Zonas metropolitanas más importantes de la Cuenca del Río Santiago

| Zona metropolitana | Población total que comprende la zona a nivel municipal | Municipios que la integran |
|---------------------------|---|---|
| Subregión Santiago | | |
| Guadalajara | 4,434,878 | El Salto, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan |
| Aguascalientes | 932,369 | Aguascalientes, Jesús María, San Francisco de los Romo |
| Tepic | 429,351 | Tepic, Nayarit |
| Total | 5,796,598 | |

Fuente: Elaborado con base en el *Censo General de Población y Vivienda*, INEGI, 2010, resultados definitivos

Las zonas metropolitanas más importantes concentran al 77.7% (4'434,878 habitantes) de la población total de la Cuenca. La zona metropolitana de Guadalajara (ZMG) sobresale concentrando el 77% de la población total de las zonas metropolitanas, le siguen en importancia la zona metropolitana de Aguascalientes y después Tepic.

Tabla II. 8 Localidades con más 50,000 habitantes en la Cuenca Río Santiago.

| Subcuenca | Estado | Localidad | Municipio |
|---------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Alto Santiago | Aguascalientes | Aguascalientes | Aguascalientes* |
| | Jalisco | Guadalajara | Guadalajara* |
| | Jalisco | Lagos de Moreno | Lagos de Moreno |
| | Jalisco | Tepatitlán de Morelos | Tepatitlán de Morelos |
| | Jalisco | Tlaquepaque | Tlaquepaque* |
| | Jalisco | Tonalá | Tonalá |
| | Jalisco | Zapopan | Zapopan * |
| Bajo Santiago | Nayarit | Tepic | Tepic |

Fuente: Elaborado con base en el Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010, resultados definitivos

*Estas ciudades tienen más de 500,000 habitantes

De todas las localidades listadas en el cuadro anterior, destacan 7 con población mayor de 500,000 habitantes, y son: la Zona Metropolitana de Guadalajara y Aguascalientes; en ellas se concentran alrededor de 5.4 millones de habitantes, equivalentes al 78% del total de la población de la cuenca. Esta elevada concentración de la población ha ocasionado que estas ciudades actualmente tengan graves problemas de abasto de agua por agotamiento de sus fuentes locales, por lo que en algunos casos se prevé la importación de agua de otras cuencas e inclusive de regiones vecinas; tal es el caso de la ciudad de Aguascalientes; o bien exportar a otras cuencas como es el caso de la ciudad de León, Guanajuato, que importará agua de la cuenca del Río Verde. A nivel de Cuenca en la del Río Santiago, se tiene una densidad de 103 personas por km², prácticamente el doble de la media nacional.

La población de tres años y más que habla alguna lengua indígena en la Cuenca es de 91,199 habitantes, el 2% de la población total de tres años y más de la Región y el 5% de la población total indígena del país en ese rango de edad. La subcuenca Bajo Santiago alberga al 67% de esta población y el Alto Santiago el 33% restante.

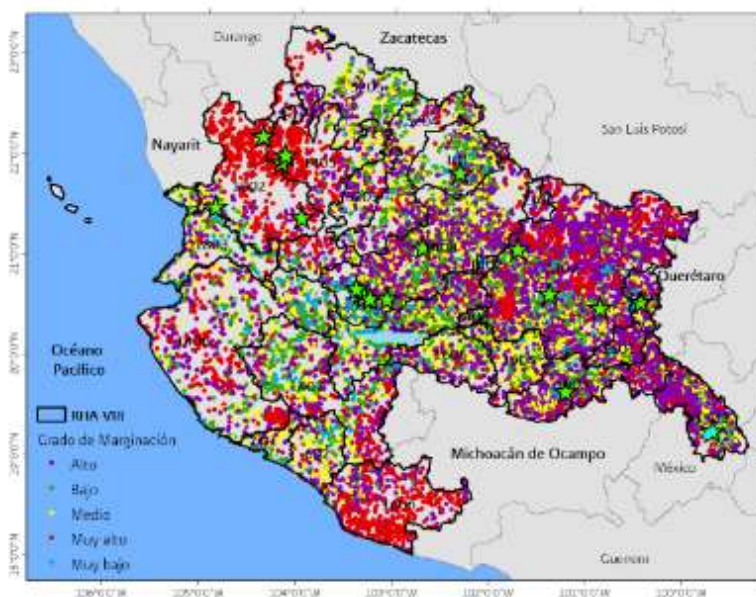
Tabla II. 9 Población de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena en la Cuenca

| Subregión | Población de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena |
|---------------------|---|
| Alto Santiago | 30,112 |
| Bajo Santiago | 61,087 |
| Total Cuenca | 91,199 |

Fuente: Elaborado con base en el *Censo General de Población y Vivienda*, INEGI, 2010, resultados definitivos

Conforme el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Índice de Desarrollo Humano en la Región está catalogado como bajo. Sin embargo, de esta misma fuente se tiene un registro con datos al 2005 de localidades con marginación alta a marginación muy alta, así como también unas pocas con marginación muy baja.

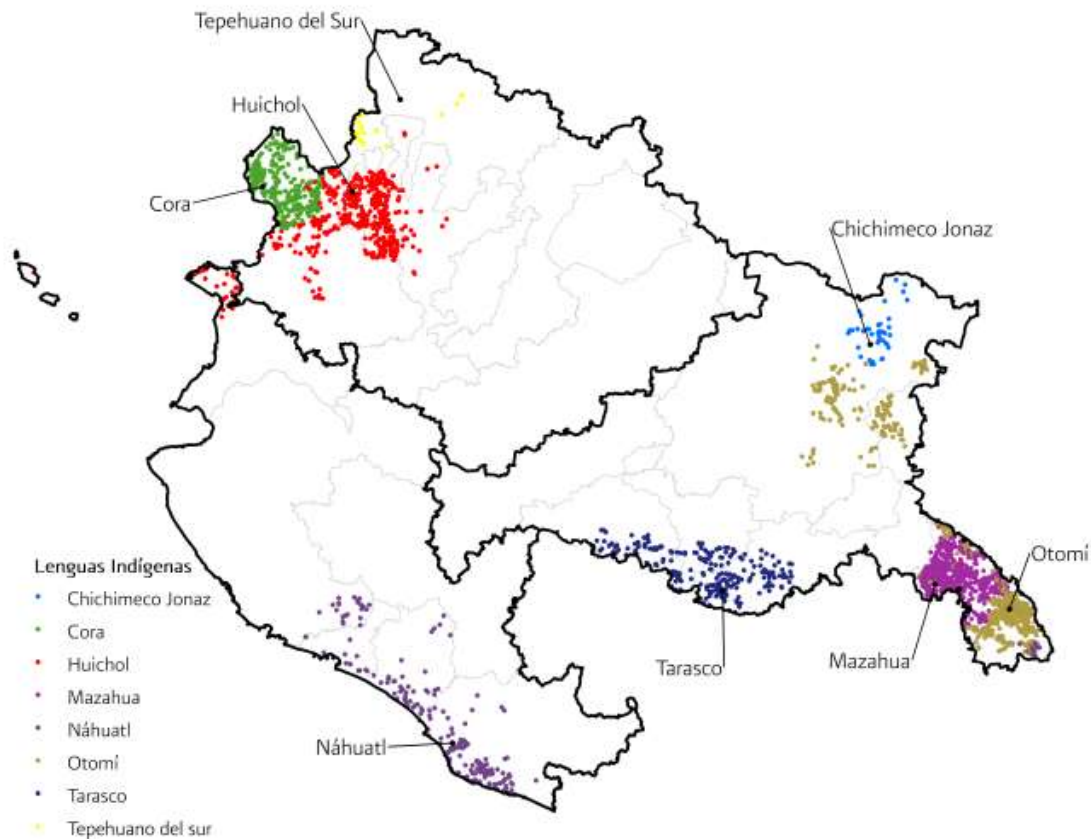
Ilustración II. 3 Grado de marginación de la Cuenca del Río Santiago y la Región VIII



Fuente: Elaborado con datos del Censo General de Población y Vivienda, resultados definitivos, INEGI, 2010 y datos del índice de marginación, CONAPO, 2005.

En la Cuenca existen tres zonas indígenas, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), con tres lenguas principales: Cora, Huichol y Tepehuano; se considera que los pueblos correspondientes tienen un Índice de Desarrollo Humano medio.

Ilustración II. 4 Principales localidades de lenguas indígenas en la Cuenca del Río Santiago y Región VIII.



Fuente: Elaborado con datos del Catálogo de metadatos geográfico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008.
http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/lim07gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no

Desarrollo económico

Una de las medidas internacionalmente conocidas desde el punto de vista económico para evaluar cualquier sociedad, es el Producto Interno Bruto (PIB). Puede ser valuado con tres métodos: Método del gasto, Método del ingreso y Método del valor agregado. Para los efectos de este análisis, se considera el último por ser el más significativo. El Producto Interno Bruto (PIB) de los municipios que integran esta Cuenca, ascendió en 2008 a 552 mil 466.4 millones de pesos (a precios de 2003), equivalente al 6.5% del PIB nacional, lo que la convierte en una importante aportadora del país.

Tabla II. 10 Producto Interno Bruto Cuenca Santiago por sector, 2008

| Subcuenca | (millones de pesos, precios 2003) | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Primario | Secundario | Terciario | Total |
| Alto Santiago | 33,606,090 | 158,854,505 | 317,925,737 | 510,386,332 |
| Bajo Santiago | 4,140,071 | 10,978,585 | 26,961,423 | 42,080,079 |
| Total Santiago | 37,746,161 | 169,833,090 | 344,887,160 | 552,466,411 |

Fuente: Elaborado con base en las estadísticas de México en Cifras, INEGI, 2011.

Nota: El INEGI utiliza como año base los precios de 2003.

Los municipios de los estados de Jalisco, Aguascalientes y Nayarit que pertenecen a la Cuenca, contribuyen con el 61.5% del total del PIB de la cuenca. Asimismo, destacan los municipios del estado de Jalisco como los que más contribuyen en la generación del PIB Primario en el ámbito nacional.

La Cuenca, representa un porcentaje significativo en la actividad productiva de la nación, ya que a pesar de que el PIB Nacional en el año 2001, tuvo un crecimiento negativo (-0.03), en la Cuenca se presentó un incremento mínimo del 0.62%, pero no deja de crecer. Sólo en los años 2000 y 2003, el incremento del PIB de la cuenca fue menor que el incremento del PIB nacional esto como consecuencia lógica del decremento nacional anterior; sin embargo en los años 2004 y 2005 el incremento fue de 4.98% y 3.01%, respectivamente, con la mayor relación porcentual respecto al nacional, de 6.5%, y 6.6%. Esto último implica una buena actividad económica en la Cuenca.

2.3 Orografía

La topografía de la Cuenca del Río Santiago varía, destacando las Sierras y Valles Zacatecanos, que cubren las comarcas situadas al norte del Río Santiago, quedando su frontera sur - oriental al norte de la ciudad de Tequila. Forman parte de la espina dorsal de la Sierra Madre Occidental, la cual esta formada por altas mesetas, interrumpidas por profundos cañones. Los suelos son de origen aluvial y residual, con climas templados. La sub-provincia de las Sierras y Valles Zacatecanos ocupa porciones del noreste de Jalisco con una extensión de 3,711 kilómetros cuadrados.

La Mesa Central, por su parte penetra a Jalisco por el noreste y ocupa el 3.44% del estado. Se presentan tres subdivisiones: Llanos de Ojuelos, Sierra de Cuatralva y Valles paralelos del sureste de la Sierra de Guanajuato. Presentan gran variedad de topografía y morfología, como lomeríos y mesetas, limitando al sur con el eje Neovolcánico transversal.

En la parte central de la Cuenca del Alto Santiago existe una llanura que se extiende de norte a sur, formando el valle de Aguascalientes, con una altitud de 2,000 metros sobre nivel del mar (msnm), en el norte y 1,800 al sur.

Al nororiente está la Sierra de Tepezalá, donde se ubica el cerro San Juan, con una altitud de 2,530 msnm.

Al suroriente se encuentra una sierra conformada por el cerro Los Gallos con 2,340 msnm y el cerro Juan El Grande con 2,500 msnm. En el centro oriente predominan lomeríos que separan a otra llanura conocida como El Llano de 2,000 a 2,020 msnm. Aquí también se encuentra la meseta llamada Sierra Fría, es la mayor elevación de esta zona, con una altitud de 3,050 msnm.

Al suroccidente de la subcuenca del Alto Santiago, se encuentra el valle de Calvillo, con diferencias de 2,000 a 1,600 msnm; los lomeríos son de origen volcánico.

La parte baja de la Cuenca, la superficie forma parte de las provincias: Sierra Madre Occidental, Llanura Costera del Pacífico, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. En el centro y norte hay una extensa área de sierra con valles y cañadas, donde se encuentra la sierra Los Huicholes con 2,400 metros sobre el nivel del mar (msnm), algunas de estas sierras tienen forma de meseta y alcanzan una altura de 2,200 msnm, como la sierra El Nayar.

Al oriente hay cañones en donde la profundidad mínima es de 400 metros, al centro y centro-sur se localiza el volcán Ceboruco. En el occidente hay llanuras conformadas por los Ríos Grande Santiago y Acaponeta.

2.4 Recursos Naturales

Vegetación

La vegetación natural de un sitio es el resultado del ambiente físico en que se desenvuelve, entre los que destacan el suelo, el clima, el sustrato geológico y la hidrología. Prácticamente todos los tipos de vegetación original de la Cuenca, a excepción de algunas zonas altas, de piedemonte y serranas costeras, han sido drásticamente alterados.

El papel que desempeña la vegetación de las partes altas y medias es fundamental para la Cuenca, pues permite la recarga de acuíferos al favorecer la infiltración y captar la precipitación. Su deterioro, además de la pérdida de los recursos bióticos representados por la vegetación misma y la fauna asociada o pérdida de biodiversidad tiene consecuencias sobre el balance hidrológico, referido tanto a las aguas superficiales como subterráneas, además de la aceleración de los procesos de pérdida de suelos por erosión y el consecuente arrastre de materiales y

azolvamiento de cauces y embalses (o cuerpos de agua con poco movimiento o lentos), entre otros impactos.

En gran medida las partes medias de la cuenca y áreas de la planicie costera, están siendo utilizadas en actividades agropecuarias y asentamientos humanos, lo que ha causado impactos importantes sobre las comunidades vegetales. Se tiene conservación plena de la vegetación en zonas montañosas del Eje Neovolcánico Transversal y zonas de la Sierra Madre Occidental.

Se pueden apreciar las asociaciones vegetales que se han delimitado en la Cuenca, destacando los diferentes tipos de bosque y las selvas. A continuación se comentan someramente:

Los bosques de coníferas se localizan, en general, arriba de los 2,000 msnm, en condiciones climáticas de menos de 20 °C de temperatura media anual y láminas de precipitación que sobrepasan los 1,000 mm anuales. La presencia y dominancia de las diferentes especies de *Pinus* varía de acuerdo con las condiciones locales de humedad, temperatura y suelo.

Los bosques de encino se tienen como asociaciones puras en zona de pendientes abruptas, en pisos altitudinales inferiores a los bosques de pino. Es muy frecuente que se formen asociaciones de pino-encino en algunas áreas de la Cuenca, donde originalmente se tuvo bosque puro de *Pinus spp.* Se tienen intercaladas, además, diversas especies de cedro (*Juniperus spp.* y *Cupressus spp.*) que en pocas ocasiones forman bosquetes puros.

Los bosques mesófilos de montaña se presentan en las partes altas, rebasando los 2000 msnm, en laderas con orientación norte y cañadas donde generalmente se tiene poca variación de la humedad. Se presentan especies del género *Abies*. En pisos altitudinales inferiores, en la zona costera, se tienen bosques mesófilos representados por latifoliadas que dan paso a bosques tropicales.

En zona costera se tienen áreas bien conservadas, con gran riqueza florística (por su importancia económica sobresalen el ramón o *Brosimum alicastrum*, el coyol o *Acromia aculeata*. y la parota o *Enterolobium cyclocarpum*) que sostienen, a su vez, una gran riqueza faunística.

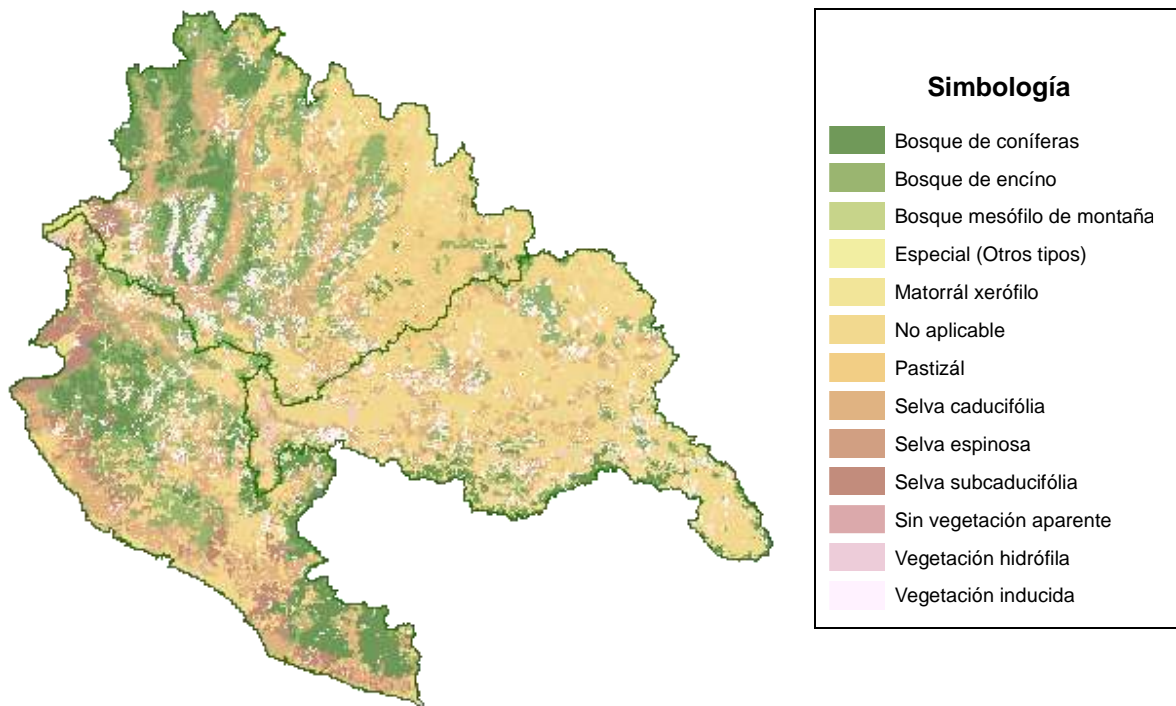
La vegetación hidrófila es la asociada a cuerpos de agua. Siempre se les ha identificado directamente con formas de vida flotantes, emergentes o sumergidas en embalses, muchas veces con comportamiento de malezas. Entre estas últimas sobresalen el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y el Tule (*Typha latifolia*) en áreas eutrofizadas de la cuenca Chapala y en parte alta del Santiago. También se tiene como vegetación hidrófila a la asociada con las corrientes, o vegetación en galería, que tradicionalmente ha sido relegada a un segundo plano en su función hidrológica. Sobresalen las especies de ahuehuete (*Taxodium mucronatum.*), sauces (*Salix*

spp), alamillo y álamo (*Populus spp* y *Platanus sp.*), entre otras. Son muy importantes en el mantenimiento de los cauces, como controladores de la erosión marginal y la divagación de las corrientes, en la amortiguación de las avenidas, formadores de corredores biológicos, así como de una gama de funciones ecológico-hidrológicas a las que se ha puesto poca atención.

En la cuenca se encuentran también importantes comunidades vegetales hidrófilas costeras, destacan entre ellas los manglares, ecosistemas de contacto entre la zona marina y terrestre, base de la productividad de las lagunas litorales y que sólo a últimas fechas se está valorando su papel ecológico y como amortiguador litoral en caso de huracanes y marejadas o tsunamis; también están los majahuales, con la majahua (*Heliocarpus sp.*) como especie dominante.

La alteración de la vegetación en la Cuenca ha originado cambios de los recursos faunísticos asociados y dificultado su conservación, además de, como se esbozó líneas arriba, consecuencias de erosión de los suelos, alteraciones del escurrimiento superficial y de recarga de acuíferos y, en general, cambios ecológicos desfavorables que dificultan un desarrollo sustentable.

Ilustración II. 5 Vegetación en la Cuenca del Río Santiago y en la Región VIII.



Fuente: CONAGUA. Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA); 2006.

Fauna

La fauna juega un papel muy importante en el mantenimiento del equilibrio ecológico. Tradicionalmente ha sido un aspecto descuidado, sin inclusión o con consideraciones parciales en los planes de desarrollo. En la mayor parte de la Región se tiene un deterioro muy importante, a excepción de las áreas costeras en las que se estrecha la planicie, en el piedemonte, en la Sierra Madre Occidental y zonas del Eje Neovolcánico Transversal. Aunque no ha sido evaluado en toda su magnitud, representa la alteración de un recurso en sí mismo y que participa de manera importante en el equilibrio ecológico.

Las áreas naturales protegidas de la Cuenca, tal como se aprecia en el cuadro III.4.1, están siendo un elemento importante en la protección y conservación faunística. Es de indicar que en las zonas costeras aún existe fauna mayor, incluyendo felinos como el puma (*Felis concolor*), jaguar (*Panthera onca*), jaguarundi (*Felis yagouarundi*), gato montés (*Linx rufus*) y ocelote (*Felis pardalis*) además del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y diversas especies de mastozoofauna menor [zorrillos (*Spilogale sp.* y *Mephitis mephitis*), mapaches (*Procyon lotor*), armadillo (*Dasybus novencinctus*), etc.

La avifauna es particularmente importante en toda la Cuenca. De acuerdo con un inventario realizado por la Universidad Autónoma de Guadalajara, se encontraron 2,021 registros de aves que incluyen 437 especies. Sobresalen las acuáticas que incluyen especies migratorias que encuentran en los embalses y humedales de la región, interiores y litorales, zonas de protección, alimentación y anidación.

Áreas Naturales Protegidas

El desarrollo socioeconómico no necesariamente se contrapone con la conservación de la biota, si se impulsa procurando la sustentabilidad de las áreas en las que los recursos naturales, particularmente los hídricos, son interdependientes de otras. El camino que conduce a tal objetivo tiene que considerar la contribución de cada elemento natural al equilibrio ecológico regional, y la función productiva que, directa e indirectamente, participa en los procesos económicos.

En la Cuenca se tienen áreas para la protección de los ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado, proporcionando beneficios ecológicos y servicios ambientales que ayudan a la conservación de la vida en general. Se cuenta con Áreas Naturales Protegidas que como instrumento de política ambiental en nuestro país tienen su fundamento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la propia Ley. (Ver tabla II. 11)

En la Región se localizan 19 áreas naturales protegidas, de las cuales 17 son Zonas de Protección Forestal, 1 Áreas de Protección de la Flora y Fauna y 1 Zona Sujeta a Conservación Ecológica.

Tabla II. 11 Áreas protegidas en la Cuenca Río Santiago.

| Subregión | Denominación | Cantidad | Nombre |
|---------------|---|----------|---|
| Alto Santiago | Área de Protección de la Flora y la Fauna | 1 | <ul style="list-style-type: none"> • La Primavera* |
| | Zona Sujeta a Conservación Ecológica | 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Sierra Fría |
| | Zona de Protección Forestal | 13 | <ul style="list-style-type: none"> • Barranca de Oblatos Huentitán. • Presa Chila. • Presa La Colonia. • Ciudad de Aguascalientes. • Ciudad de Calvillo. • Presa Presidente Plutarco Elías Calles. • Sistema Nacional de Riego No.1. • Presa Cajititlán. • Presa Cuarenta. • Barranca de Colimilla. • Siete Cascadas. • Río Calderón. • Presa El Trigo |
| Bajo Santiago | Zona de Protección Forestal | 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Presa El Estribón. • Presa La Boquilla. • Presa Tabasco. • Río Agua Caliente |

Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), SEMARNAT 2006.

*Área compartida entre Alto Santiago y Costas de Jalisco

** Área compartida entre Costas de Jalisco y Costas de Michoacán

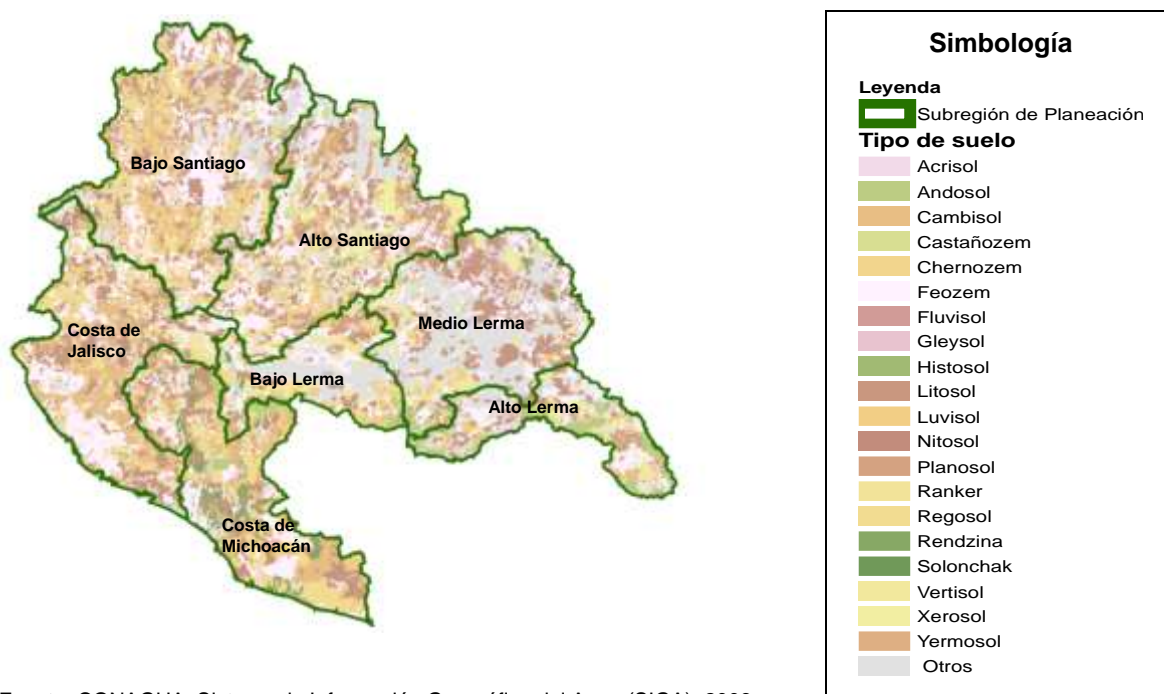
En la Cuenca del Río Santiago no se tienen ninguno sitio Ramsar designado.

2.5 Características y usos del suelo

En la Cuenca del Río Santiago se tienen una gran diversidad de suelos, presentándose prácticamente todas las unidades definidas por el sistema de clasificación FAO/UNESCO, ya sea en forma individual o asociada. Entre los principales tipos se tienen los siguientes: Feozem, Luvisol, Litosol, Acrisol, Vertisol, Andosol, Castañozem, Cambisol, Chernozem, Planosol, Regosol, Rendzina, Solonchac y Xerosol.

Los tipos suelos de la Cuenca se subdividen en 55 subtipos predominando los siguientes: Feozem Háplico (25.03%), siguiendo en extensión el Regosol Eutrítico (16.07%), En tercer orden se encuentra el Vertisol Pélico (13.64%), localizada básicamente en las subcuenca del Alto Santiago.

Ilustración II. 6 Tipos de suelos en la Cuenca del Río Santiago y la Región VIII.



Fuente: CONAGUA. Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA); 2006.

La topografía del suelo en la Cuenca varía desde elevaciones a nivel del mar, hasta llegar a altitudes de 3,500 msnm.

En la Cuenca, se tienen identificados seis tipos principales de uso de suelo, el principal aprovechamiento del suelo está destinado principalmente para los bosques considerando que el 32% de su territorio se destina a este uso, le sigue el uso con fines agrícolas con un 27%, las selvas con el 18 por ciento y pastizales y matorrales con un 14% entre los más sobresalientes.

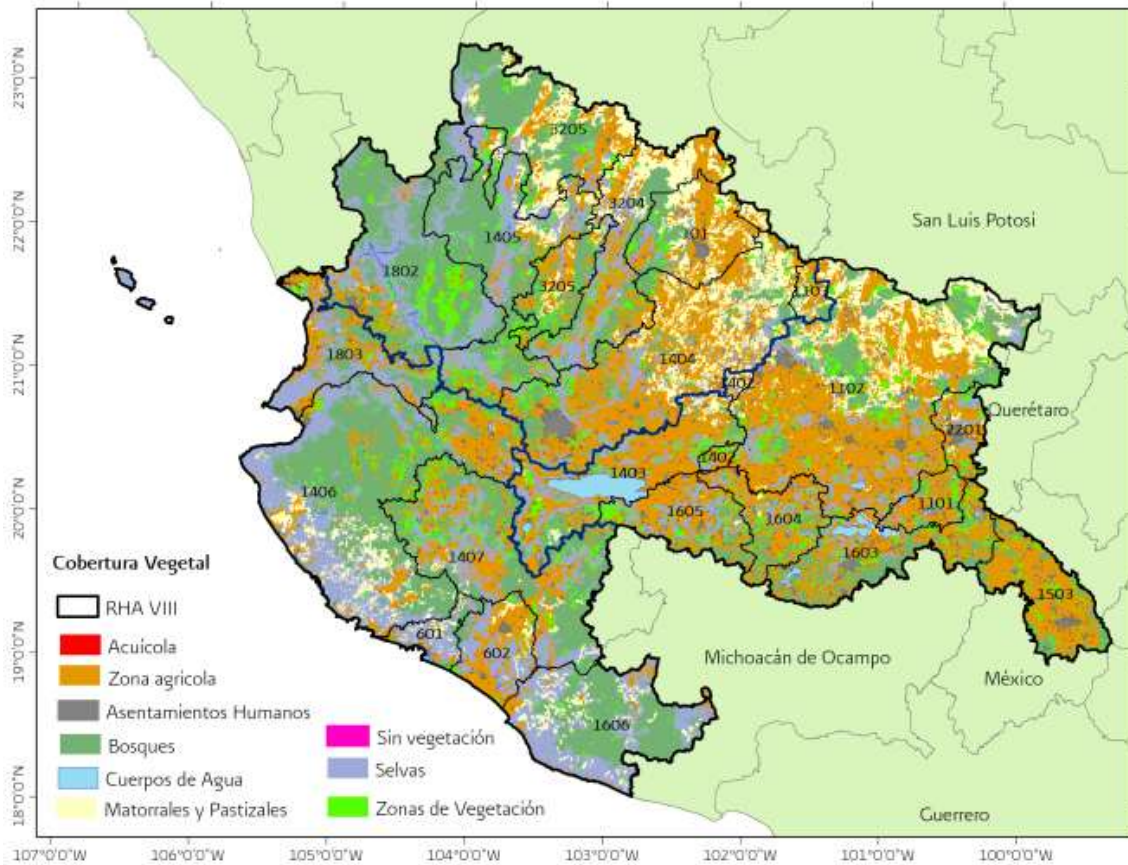
Tabla II. 12 Usos del suelo en la Cuenca del Río Santiago.

| Uso de suelo | Santiago |
|-------------------------|----------|
| Bosques | 32% |
| Selvas | 18% |
| Zonas agrícolas | 27% |
| Zonas urbanas | 1% |
| Cuerpos de agua | 1% |
| Zonas de vegetación | 7% |
| Pastizales y matorrales | 14% |

Fuente: Elaborado con base en el mapa de INEGI, Serie IV, Uso de Suelo y Vegetación, 2010

La mayoría de las zonas urbanas y cuerpos de agua de la Cuenca se localizan dentro de la subcuenca Alto Santiago y se tiene una extensión de playas que abarca unos pocos kilómetros.

Ilustración II. 7 Usos del suelo en la Cuenca del Río Santiago y la Región VIII.



Fuente: Elaborado con base en el mapa de INEGI, Serie IV, Uso de Suelo y Vegetación, 2010.

2.6 Religión

La religión con el mayor porcentaje de población es la católica con un 95.4%, para esto debemos considerar que actualmente Guanajuato es la entidad con el mayor porcentaje de población católica en el país y Aguascalientes es la segunda entidad; Jalisco al igual que los otros dos estados de la cuenca, registra uno de los porcentajes más altos de población católica en el país ya que hay municipios en los altos de Jalisco cuyo porcentaje alcanza el 99.5%. En el caso de la iglesia de la Luz del Mundo, Jalisco alberga una quinta parte de los fieles de esta iglesia en el país; los mayores volúmenes se identifican en Guadalajara y Tonalá.

No obstante el alto grado de catolicismo, los datos de la última década muestran que hay un crecimiento mayor de la población con una religión no católica y sin religión, con tasas de 5.1% y 3.0%, respectivamente, mientras que la tasa registrada por la población católica es 1.8% de promedio anual.

Tabla II. 13 Distribución de la Población según su Religión.

| Religión | Porcentaje |
|----------------------------|------------|
| Católica | 95.4 |
| Protestantes y evangélicas | |
| Históricas | 0.2 |
| Pentecostales | 0.5 |
| Otras evangélicas | 1.3 |
| Bíblicas no evangélicas | 0.1 |
| Mormones | 0.1 |
| Testigos de Jehová | 0.7 |
| Otras religiones | 0.1 |
| Sin religión | 0.9 |
| No especificado | 0.7 |
| Total | 100 |

FUENTE: INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

El monto de la población protestante y evangélica es superior a 2 por ciento.

De las iglesias bíblicas no evangélicas, los testigos de Jehová tienen núcleos mayores del 0.7 %.

La población sin religión es mayor al 0.9% aunque aquí la población no da respuesta sobre la religión que profesa; es destacable que en estas zonas residen los principales núcleos de coras y huicholes, etnia que aún conserva creencias de carácter animista; tal vez por ello no declararon sus verdaderas creencias y prefirieron no reconocer religión alguna.

La población identificada con una religión no especificada representan un porcentaje considerable 0.7%, si la comparamos con todas las anteriores listadas, exceptuando la católica.

2.7 Infraestructura social y comunicaciones

La infraestructura es la base material en la que está sentada toda sociedad, y donde convergen las actividades productivas y las relaciones de producción. Desde allí se sostiene la estructura social, y más arriba la superestructura, que dependen también

de la infraestructura y donde se encontraría por ejemplo, la vida cultural e ideológica. En la cuenca del Río Santiago el conjunto de elementos físicos y materiales que cuenta dentro de su infraestructura social y de comunicaciones es variada y con un nivel aceptable de ello.

En la cuenca la preservación y mejora de la salud es un eje fundamental, para ello cuenta la región con un total de 1,817 unidades médicas, siendo algunas de ellas, hospitales regionales de los más importantes, no solo del Occidente del país, sino de toda la república, estos se localizan especialmente en el Alto Santiago, en las ciudades de Guadalajara, y Aguascalientes, mientras que en Bajo Santiago los encontramos en la capital del Estado de Nayarit.

Para la atención de estos nosocomios se cuenta con 22,832 médicos, localizándose la mayoría de estos en la parte Alta de la Cuenca.

Tabla II. 14 Número de unidades médicas y doctores en la cuenca.

| ESTADO | Unidades Médicas en la Región | Nº de Médicos en la Región |
|----------------|-------------------------------|----------------------------|
| Aguascalientes | 160 | 6,772 |
| Durango | 3 | 6 |
| Guanajuato | 2 | 4 |
| Jalisco | 1,139 | 13,107 |
| Nayarit | 209 | 1,009 |
| Zacatecas | 304 | 1,934 |
| TOTAL | 1,817 | 22,832 |

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados, INEGI, México 2011.

Referente a la educación, esta se caracteriza en la cuenca, por ser integral y de calidad. Aquí se cuenta con los servicios de educación básica, media superior, superior, posgrados y doctorados, así como especial, para adultos y de educación física y deporte.

Se cuenta en la cuenca con un total de 18,110 escuelas, 2 millones 539 mil 807 alumnos y 135 mil 703 maestros, que se distribuyen entre los diferentes niveles de educación que existen en la cuenca.

El esfuerzo principal en la comunidad escolar, es buscar y apoyar a una gestión administrativa eficiente, que garantice e incorpore las tecnologías de la información y comunicación a los procesos educativos.

Tabla II. 15 Número de escuelas, alumnos y maestros en la cuenca.

| ESTADO | Número de Escuelas | Número de Alumnos | Número de Maestros |
|----------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Aguascalientes | 2,025 | 391,100 | 21,667 |

| | | | |
|--------------|---------------|------------------|----------------|
| Durango | 175 | 15,642 | 913 |
| Guanajuato | 94 | 6,545 | 300 |
| Jalisco | 12,057 | 1'784,560 | 93,402 |
| Nayarit | 1,344 | 132,440 | 7,737 |
| Zacatecas | 2,416 | 209,520 | 11,685 |
| TOTAL | 18,110 | 2'539,807 | 135,703 |

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados, INEGI, México 2011

El índice de conectividad de caminos y carreteras es un indicador que permite medir la capacidad de comunicación por vía terrestre, en un municipio o en una región, a partir de la combinación de la accesibilidad y la cobertura. La accesibilidad se relaciona con la calidad de los caminos y carreteras; al tiempo que la cobertura se refiere a la cantidad de los mismos. En la cuenca del Río Santiago se cuenta con una amplia red de carreteras que comunican con el centro, occidente y norte del país de una manera segura, rápida y efectiva. Actualmente cuenta con 2 mil 105 km de carreteras federales y 4 mil 69 km estatales pavimentadas, lo que hacen un total de 6 mil 1,074 kilómetros de carreteras, además de un amplio número de caminos rurales y terracerías.

Entre las carreteras federales destacan la 450, 800, 28, 98, 71, 15, 23, 90, 44, 54, 49 y 150, que comunican con el norte, centro y costa del país.

Tabla II. 16 Número de Kilómetros de carreteras en la cuenca

| ESTADO | Total de Km Federales en la Cuenca | Total de Km Estatales en la Cuenca | Total de Km de carreteras en la Cuenca | Total de Km de ferrocarril en la Cuenca |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| TOTAL | 2,105 | 4,069 | 6,174 | 1,067 |

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados, INEGI, México 2011.

Otra de las redes de comunicación con que cuenta la Cuenca del Río Santiago es la red ferroviaria que tiene, la cual asciende a 1,067 kilómetros dentro de la cuenca, las cuales comunican con el Occidente, centro, norte del país y con la costa del Océano Pacífico.

En cuanto a comunicación aérea, en la región existen tres aeropuertos con la categoría de internacionales y una buena cantidad de aeropistas.

El acceso universal a las tecnologías de la información, comunicación y telecomunicación lo cubre ampliamente esta cuenca en todas las áreas, sectores y regiones de la cuenca. Destacando en comunicación masiva la presencia de 164 radiofusoras, 49 estaciones de Televisión, centrales telefónicas y prensa escrita y electrónica, por lo que se considera ser de muy buen nivel.

Tabla II. 17 Numero de medios masivos de comunicación en la cuenca.

| ESTADO | Numero de Radiofusoras | Número de Estaciones de T.V. | Teléfonos | Periódicos |
|----------------|------------------------|------------------------------|-----------|------------|
| Aguascalientes | 22 | 6 | X | X |
| Durango | | | X | X |
| Guanajuato | | | X | X |
| Jalisco | 93 | 30 | X | X |
| Nayarit | 25 | 9 | X | X |
| Zacatecas | 24 | 4 | X | X |
| TOTAL | 164 | 49 | | |

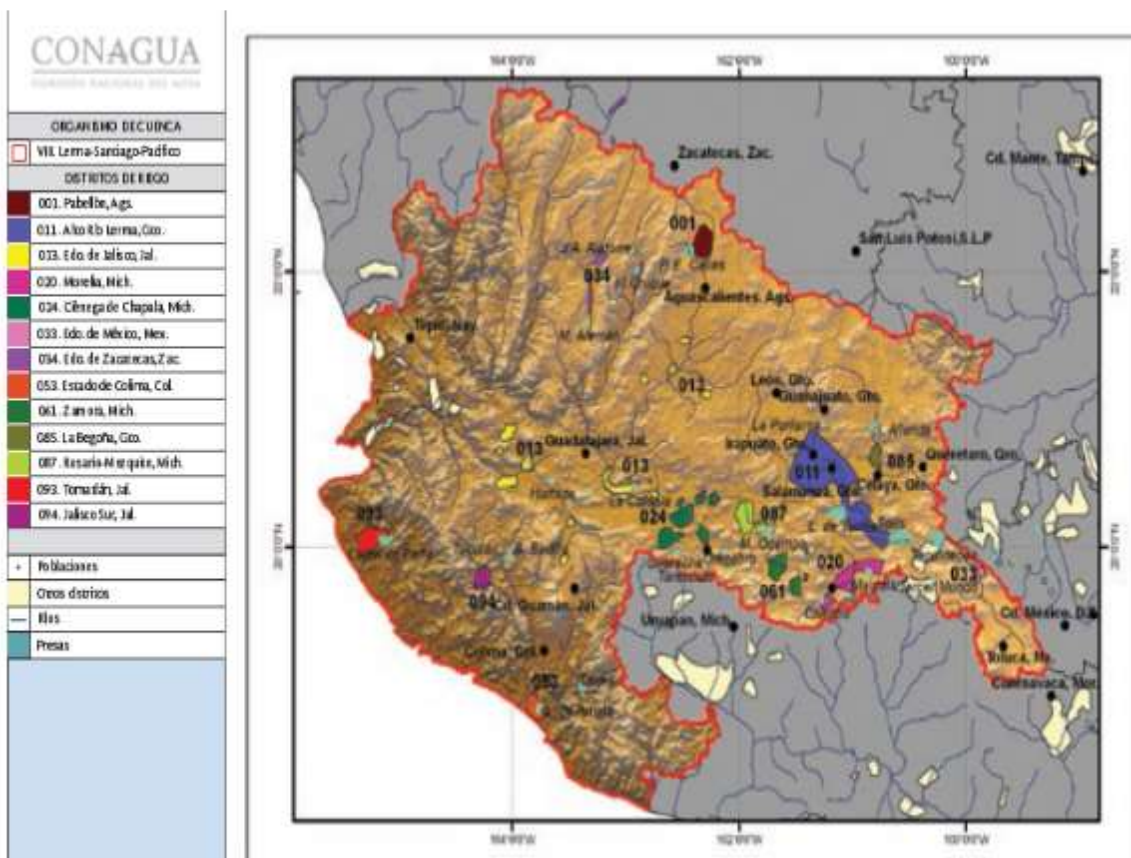
Fuente: Anuario Estadístico de los Estados, INEGI, México 2011.

2.8 Actividad económica

Las actividades económicas que destacan en la región por su fuerte vinculación con el agua son: la agroindustria, entre la que destaca la producción de caña de azúcar, maíz, sorgo, trigo y hortalizas; las actividades industriales que se desarrollan en el corredor industrial de la Zona metropolitana de Guadalajara y Aguascalientes; así como los servicios turísticos que se desarrollan fuertemente en las ciudades de Aguascalientes, Guadalajara, la parte de Zacatecas y San Blas.

En la Región se localizan los siguientes 3 distritos de riego: 001 Pabellón, Aguascalientes; 013 Estado de Jalisco y 034 Estado de Zacatecas.

Ilustración II. 8 Distritos de Riego en la Cuenca.



Fuente: Estadísticas Agrícolas en los Distritos de Riego, 2012-2013. CONAGUA.

El sector agrícola comprende una superficie sembrada de 67 mil 149 hectáreas de riego, que se localizan en los distritos de riego.

En los distritos de riego para el ciclo 2012-2013, se cosecharon 64 mil 011 hectáreas, con una producción del orden de un millón 604 mil 295 toneladas con un valor de producción ligeramente abajo de los 2 mil millones de pesos.

Tabla II. 18 Superficie sembrada y cosechada, producción y valor de la cosecha por Distrito.

| No. | Nombre | Sembrada (ha) | Cosechada (ha) | Producción (ton) | Valor de la cosecha (miles de \$) |
|------|--------------------------|---------------|----------------|------------------|-----------------------------------|
| 001 | Pabellón, Aguascalientes | 4,400 | 4,400 | 115,405 | 203,152.80 |
| 013* | Estado de Jalisco. | 54,217 | 51,127 | 1'345,116 | 1'516,635.75 |
| 034 | Estado de Zacatecas. | 8,532 | 8,484 | 143,774 | 264,879.62 |
| | TOTAL | 67,149 | 64,011 | 1'604,295 | 1'984,668.17 |

Fuente: Estadísticas Agrícolas en los Distritos de Riego, 2012-2013. CONAGUA.

*Comprende solo la parte del Alto Santiago.

Se estima que la productividad anual del agua empleada en la agricultura de los distritos de riego de la cuenca, de 2009 a 2012 fue de 2.25, 3.07, 3.17 y 2.93 pesos por metro cúbico (precios corrientes), respectivamente.

Los ingresos mejoraron de 2010 a 2012 debido al incremento en producción de cultivos como la caña de azúcar y el maíz en grano, y el incremento en los precios del sorgo, agave y trigo, entre otros.

Los volúmenes de agua utilizados muestran con claridad el predominio en el aprovechamiento de aguas almacenadas en las presas de la Región con el 61% por gravedad-derivación, el 9% por bombeo de corrientes y 30% mediante bombeo de pozos.

La tendencia en la ocupación de las superficies cultivadas es constante y positiva con un incremento del 6% al final del periodo.

Tabla II. 19 Productividad del agua en la Cuenca Río Santiago.

| Concepto | 2008-2009 | 2009-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Productividad del agua \$ corrientes/m ³ | \$2.25 | \$3.07 | \$3.17 | \$2.93 |

Fuente: CONAGUA. 2012.

Los estados de Jalisco y Aguascalientes, son los que representan la mayor actividad económica y productiva en relación al PIB, mientras que por sectores en la cuenca el más productivo es el de servicios que contribuye con el 62.4% del PIB en la cuenca, le sigue el de transformación con un 30.7% y finalmente las actividades agropecuarias con un 6.8%.

En cuanto a las subcuencas es en el Alto Santiago donde se genera el 92.4% del PIB en la cuenca, destacando las Zonas Metropolitanas de Guadalajara y Aguascalientes con los centros de desarrollo de servicios e industrial preponderantes.

Tabla II. 20 Distribución sectorial del PIB por subcuenca, 2008. Río Santiago.

| Sector de la Producción/subregión | PIB (millones de pesos, precios 2003) | Participación del sector en el PIB (%) Cuenca | Participación del sector en el PIB (%) en la Región LSP |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Alto Santiago | 33,606,090 | 6.1% | 2.31% |
| Bajo Santiago | 4,140,071 | 0.7% | 0.28% |
| Primario | 37,746,161 | 6.8% | 2.59% |
| Alto Santiago | 158,854,505 | 28.8% | 10.93% |
| Bajo Santiago | 10,978,585 | 2.0% | 0.76% |
| Secundario | 169,833,090 | 30.7% | 11.69% |

| | | | |
|---------------------|----------------------|--------------|---------------|
| Alto Santiago | 317,925,737 | 57.5% | 21.88% |
| Bajo Santiago | 26,961,423 | 4.9% | 1.86% |
| Terciario | 344,887,160 | 62.4% | 23.74% |
| Total Cuenca | 552,466,411.0 | 100% | |

Fuente: Elaboración con base en las estadísticas de México en Cifras, INEGI, 2011.

Nota: El INEGI utiliza como año base los precios de 2003.

En cuanto a la productividad del agua para la generación de valor, destaca por su importancia el Sector Terciario, en donde por cada metro cúbico de agua utilizada se generaron 4,228.46 pesos. Le sigue en importancia, el Sector Secundario con 1,340.62 pesos por metro cúbico y finalmente el Sector Primario con 21 pesos por metro cúbico.

En cuanto a los volúmenes utilizados, el orden se invierte, como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla II. 21 Productividad del agua por sector, en la cuenca Río Santiago 2008.

| Sector de la producción | PIB (miles de millones de pesos, precios 2003) | Volumen de agua utilizada(hm ³) | Productividad del agua utilizada(\$/m ³) |
|-------------------------|--|---|--|
| Primario | 37,746.16 | 1,797.05 | 21.00 |
| Secundario | 169,833.09 | 126.68 | 1,340.62 |
| Terciario | 344,887.16 | 110.54 | 4,228.46 |
| Total Santiago | 552,466.41 | 2,034.27 | 331.80 |
| Total Cuenca | 1'452,881.49 | 12,740.09 | 114.04 |

Fuente: Elaborado con base en la información de México en Cifras y Censos Económicos 2009, INEGI, 2011 y Estadísticas del Agua en México, CONAGUA, 2011.

Nota: Los volúmenes utilizados son los volúmenes concesionados, excepto para el uso hidroeléctrico, en el cual se utilizó el volumen declarado.

La industria alimentaria, de bebidas y tabaco es la más demandante de agua del sector industrial con más del 31%, le siguen en orden de importancia la industria azucarera, constituida por dos ingenios, con el 16% del volumen de agua extraído para uso industrial, y la industria de sustancias químicas y derivados del petróleo, con el 11 por ciento.

Dos son los giros económicos que destacan en la región por la magnitud del valor de sus actividades y su vinculación al agua: la agroindustria, en la cual se incluye la producción de caña de azúcar, con 0.5 millones de toneladas (cifras 2008-2009 DR) y los servicios turísticos con su destino principal en las ciudades de Guadalajara, Zacatecas y San Blas, giros fuertemente vinculados con la disponibilidad de agua.

El sector agrícola es muy importante por la extensión de su superficie, donde la mayoría de la superficie se encuentra en las unidades de riego.

Cuando una región o estado mantiene un crecimiento en el PIB, sugiere que existe una buena economía, entonces tendría que revisarse la población ocupada. No se usará el índice de la población económicamente activa ya que éste maneja además a la parte de la economía subterránea o no especificada. El cuadro siguiente indica el personal ocupado en los sectores primario (producción primaria), secundario (transformación) y terciario (servicios) de la economía en las diferentes subcuencas y sus porcentajes a nivel de cuenca hidrológica.

Tabla II. 22 Población Ocupada en la Cuenca Río Santiago.

| Subregión | Población Ocupada (PO) | | | | % total PO |
|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|------------------|---------------|
| | Primario | Secundario | Terciario | Total | |
| Alto Santiago | 150,148 | 648,720 | 708,501 | 1'507,369 | 91.83 |
| Bajo Santiago | 40,123 | 29,209 | 64,842 | 134,174 | 8.17 |
| Total Santiago | 190,271 | 677,929 | 773,343 | 1'641,543 | 100.00 |

Fuente. Censo de Población y Vivienda: INEGI; 2010.

Nota: El sector primario incluye agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. La población ocupada no es la PEA, ya que no se toma en cuenta la población ocupada no especificada.

De éste análisis, se desprende que el 47.1% de la población ocupada de la Cuenca produce el 62.4% del PIB; el 41.3% el 30.7% y el 11.6% el 6.8%, esto debido a que porcentualmente la Población Ocupada presenta una tendencia principal al sector terciario donde se encuentran las actividades comerciales y de servicios, seguido de las ramas industriales. El sector primario tan sólo representa el 11.6% (cuadro siguiente).

Tabla II. 23 Tendencia de la Población Ocupada en la cuenca Río Santiago.

| Subregión de planeación | Importancia del sector | | | | Tendencia |
|-------------------------|------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------------------------|
| | % primario | % secundario | % terciario | total | |
| Alto Santiago | 10.0 | 43.0 | 47.0 | 100.00 | terciario y secundario |
| Bajo Santiago | 29.9 | 21.8 | 48.3 | 100.00 | terciario |
| Total | 11.6 | 41.3 | 47.1 | 100.00 | terciario y secundario |

Fuente. Censo de Población y Vivienda: INEGI; 2010.

Nota: El sector primario incluye agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. La población ocupada no es la PEA, ya que no se toma en cuenta la población ocupada no especificada.

Es importante señalar que en la relación con los grandes grupos de edad de la estructura poblacional en la cuenca, la población mayor de 64 años, considerado como un sector social no apto para laborar ha crecido en un 0.8% en el período 2000-2005. La población de 15 a 64 años muestra un crecimiento de 0.08%. La población menor de 15 años ha tenido un crecimiento negativo, con -3.4%.

Tabla II. 24 Volúmenes de agua utilizados por tipo de industria en la Cuenca, 2006.

| Estado | Volúmenes utilizados por tipo de Industria (m ³ /año) | | | | | | |
|----------------|--|------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | Alimentos | Celulosa y Papel | Generadora de Electricidad | Hielo y Bebidas | Otras Manufacturas | Otras Industrias | Azucarera |
| Aguascalientes | 8'019,177 | 4,868 | 0 | 525,635 | 2'266,062 | 628,305 | 0 |
| Jalisco | 15'415,419 | 481,245 | 295,845 | 25'195,391 | 50'628,561 | 13'860,448 | 7'930,813 |
| Nayarit | 1'711,417 | 118,090 | 0 | 7'830,565 | 4'523,812 | 8'480,482 | 7'390,184 |
| Zacatecas | 190,692 | 8,733 | 0 | 521,117 | 575,936 | 144,665 | 0 |
| Totales | 25'336,705 | 612,936 | 295,845 | 34'072,708 | 57'994,371 | 23'113,900 | 15'320,997 |

Fuente: Valores precargados en el Modelo Integrado de Prospectiva de Oferta y Demanda Hídrica (MIPRODOH), con información del año 2003, proporcionada por la Gerencia de Planeación Hidráulica, CONAGUA 2006

Tabla II. 25 Producción por tipo de industria en la Región, 2006.

| Estado | Producción (toneladas) | | | | | | |
|----------------|------------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| | Alimentos | Celulosa y Papel | Electricidad (KW) | Hielo y Bebidas | Otras Manufacturas | Otras Industrias | Azúcar |
| Aguascalientes | 1'002,398 | 48 | 0 | 75,091 | 2'266,063 | 628,306 | 0 |
| Jalisco | 1'926,927 | 4,813 | 295,845 | 3'599,340 | 50'628,562 | 13'860,446 | 113,297 |
| Nayarit | 213,927 | 1,180 | 0 | 1'118,652 | 4'523,811 | 8'480,482 | 105,574 |
| Zacatecas | 23,836 | 86 | 0 | 74,445 | 575,935 | 144,666 | 0 |
| Totales | 3'167,088 | 6,127 | 295,845 | 4'867,528 | 57'994,371 | 23'113,900 | 218,871 |

Fuente: Valores precargados en el Modelo Integrado de Prospectiva de Oferta y Demanda Hídrica (MIPRODOH), con información del año 2003, proporcionada por la Gerencia de Planeación Hidráulica, CONAGUA 2006.

Tabla II. 26 Volumen abastecido por red municipal al comercio y la industria en la Cuenca, 2003.

| Estados | Volumen abastecido al comercio (miles m ³ /año) | Volumen abastecido a la industria (miles m ³ /año) | Total (miles m ³ /año) |
|----------------|--|---|-----------------------------------|
| Aguascalientes | 2,784 | 687 | 3,471 |
| Jalisco | 46,492 | 16,086 | 62,578 |
| Nayarit | 519 | 44 | 563 |
| Zacatecas | 884 | 607 | 1,491 |
| Totales | 92,065 | 38,628 | 130,694 |

Fuente: Valores precargados en el Modelo Integrado de Prospectiva de Oferta y Demanda Hídrica (MIPRODOH), con información del año 2003, proporcionada por la Gerencia de Planeación Hidráulica, CONAGUA 2006.

Las industrias más relevantes en cuanto a su gran demanda y consumo de agua son la manufacturera, hielo y bebidas, alimentos, así como otras industrias en Aguascalientes, Jalisco, Nayarit y Zacatecas y el azúcar en Jalisco y Nayarit.

Sector Agrícola:

Respecto a la Agricultura, la Cuenca presenta la situación que se indica en el siguiente cuadro, del que pueden desprenderse algunas conclusiones de orden económico y social.

Tabla II. 27 Valores de los Cultivos por Subcuenca Santiago.

| Distrito de Riego | Volumen (hm ³) | Producción (ton) | Valor de la Producción (miles de pesos) | Superficie Sembrada (has) | Rendimiento (ton/ha) |
|-------------------|----------------------------|------------------|---|---------------------------|----------------------|
| Alto Santiago | 138 | 451,032 | 335,644 | 17,616 | 22 |
| Bajo Santiago | 351 | 148,290 | 297,437 | 19,527 | 26 |
| Totales | 489 | 599,322 | 653,081 | 37,143 | 16 |

Fuente: Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego del Ciclo 2003-2004, Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola, Gerencia de Distritos y Unidades de Riego, CONAGUA 2005.

Sector Pecuario:

De la producción pecuaria, se encuentra lo siguiente:

Tabla II. 28 Resumen de Producción pecuaria por Subcuenca Santiago.

| Subcuenca | Bovino | Porcino | Ovino | Caprino | Equino | Aves | Total |
|-----------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Alto Santiago | 1'872,673 | 2'756,997 | 177,234 | 134,481 | 61,097 | 254'202,350 | 259'204,832 |
| Bajo Santiago | 721,330 | 230,071 | 45,056 | 136,362 | 22,860 | 2,772,259 | 3'927,938 |
| Total Santiago | 2'594,003 | 2'987,068 | 222,290 | 270,843 | 83,957 | 256'974,609 | 263'132,770 |
| % | 0.99% | 1.14% | 0.08% | 0.10% | 0.03% | 97.66% | 100.00% |

Fuente: INEGI, Anuarios Estadísticos de los Estados de la Región, Edición 2005.

La mayor producción está dada en aves que representan un 97.66% de la producción pecuaria, de éstas, la subcuenca Alto Santiago aporta casi el 99%. El ganado porcino representa otro de los grandes productores en esta cuenca, con el 1.14% de la producción pecuaria y nuevamente la subcuenca Alto Santiago aporta casi el 93% del total y el ganado bovino el 1%, con un número significativo de animales.

En cuanto al consumo de agua para esta actividad, el mayor volumen se tiene en el Alto Santiago.

Sector Turístico

En el sector turístico, el agua es relevante por el número de balnearios, lagos, lagunas y playas. Es importante que existan programas de saneamiento de cuerpos de agua con el control y tratamiento de las descargas de aguas residuales, así como políticas para el uso racional y evitar los dispendios en los balnearios. Por lo que toca a los hoteles, estos al estar en temporada alta, consumen mucho más agua que en otros momentos por lo que es importante que exista en ellos una cultura de manejo de agua, ésta es responsabilidad de los organismos operadores.

La Región cuenta con playas conocidas y de gran prestigio como son las de San Blas, Nayarit; así como la atracción de la Laguna de Santa María del Oro, en Nayarit. También de índole de negocios (que generan turismo) se cuentan las Ciudades de Guadalajara, Aguascalientes, Tepic y Zacatecas, y como ciudades coloniales interesantes para el turismo tanto nacional como extranjero: Guadalajara y Zacatecas. No se debe olvidar el turismo alternativo o extremo y el ecoturismo, que se desarrolla en la mayor parte de la Cuenca.

Los denominados corredores interoceánicos: Lázaro Cárdenas-Bajío-San Luis Potosí y las carreteras Panamericana 45 (Querétaro-Zacatecas) y Guadalajara-Costa del Pacífico, son importantes como colaboradoras para el transporte y bienestar de los turistas.

2.9 Climatología

En el 68% del territorio de la Cuenca predomina un clima templado subhúmedo presentándose principalmente en las subregiones Lerma y Santiago, le sigue en importancia con el 19% un clima cálido subhúmedo, el cual se presenta en gran parte del territorio de la subcuenca Bajo Santiago, mientras que el resto del territorio se caracteriza por tener una variedad de climas con preponderancias menores.

En la Región se tiene una temperatura de superficie media anual predominante que oscila entre los 16 y 20 °C, y una precipitación media anual de 729 mm (por debajo de la media nacional, que es de 777 mm)¹. La evapotranspiración media anual de la cuenca es de 642 mm, presentándose la menor en Lerma, siguiéndole Santiago y la mayor en Pacífico.

Tabla II. 29 Precipitación y evapotranspiración de la Cuenca Río Santiago.

| Cuenca | Precipitación media anual (mm) | Evapotranspiración media anual (mm) |
|----------|-----------------------------------|--|
| Santiago | 729 | 642 |
| Total | 729 | 642 |

Fuente: Elaborado con base en: datos de precipitación, INEGI, 2000, y datos de evapotranspiración, *Clicom*, 2009.

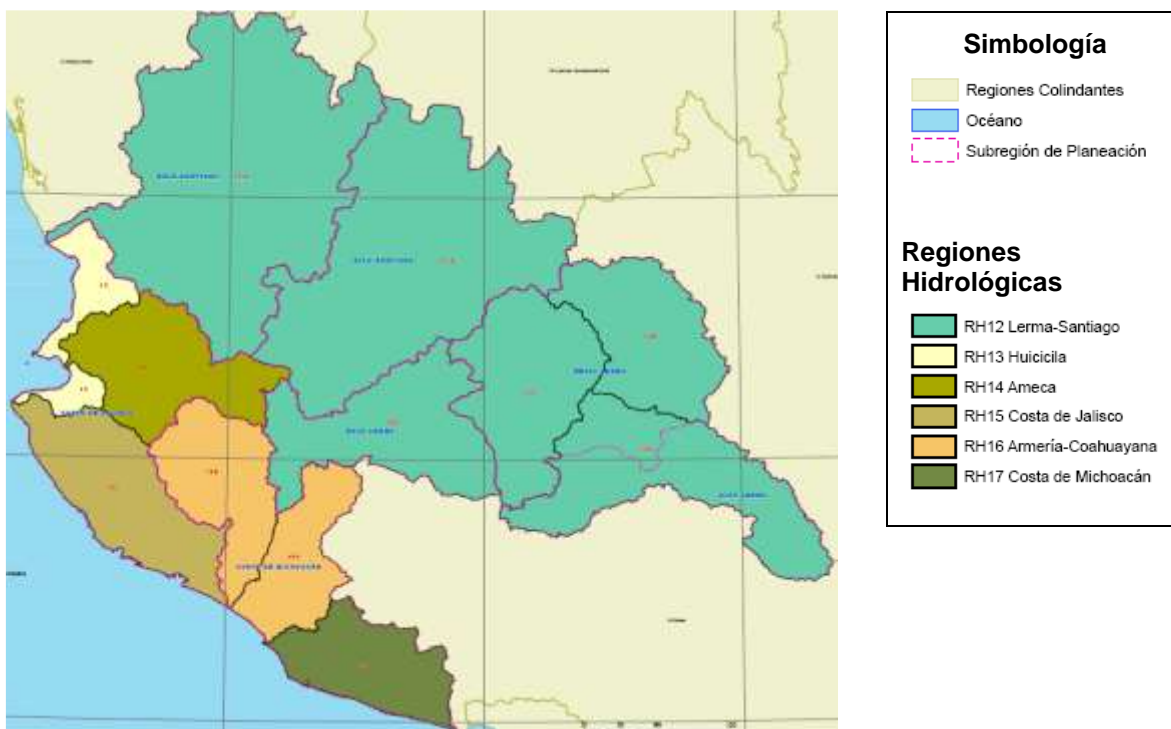
La precipitación se caracteriza por tener una alta variabilidad de un año a otro, con períodos recurrentes y prolongados de sequía, como los que ya se han presentado sobre todo en la parte norte de la subcuenca del Alto Santiago. El año de 1956, así como el periodo comprendido entre 1980 y 1996, según reportes del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) son los periodos más secos que se han presentado en la Cuenca.

2.10 Hidrología superficial

De las 37 Regiones Hidrológicas en que se divide el país, en la Región Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico (como Región de planeación) se tiene un total de 6, (siendo estas RH12, RH13, RH14, RH15 RH16 Y RH17), divididas en 12 subregiones (figura siguiente).

¹ Cálculo de la precipitación media anual con base en datos del Sistema Clima Computarizado (Clicom), actualizados al 2009.

Ilustración II. 9 Distribución de las regiones hidrológicas de la Región.



Fuente: Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA); CONAGUA.

Las 12 subregiones hidrológicas se subdividen a su vez en 91 subcuencas para efectos de cálculo del Balance Hidráulico, las cuales tradicionalmente se han agrupado en 10 subcuencas en el Santiago (ver cuadro siguiente).

Tabla II. 30 Cuencas Hidrológicas en Región Santiago.

| Subcuenca | Subregión Hidrológica | Cuenca | | Superficie (km ²) | % Subregión | % Regional |
|---------------|-----------------------|--------|-----------------|-------------------------------|-------------|-------------|
| | | No. | Nombre | | | |
| Alto Santiago | 12.E | 21 | Niagara | 5,527 | 7.2 | 2.9 |
| | 12.E | 22 | Paso del Sabino | 4,543 | 5.9 | 2.4 |
| | 12.E | 23 | San Gaspar | 5,147 | 6.7 | 2.7 |
| | 12.E | 24 | La Cuña | 3,995 | 5.2 | 2.1 |
| | 12.E | 25 | Juchipila | 8,449 | 11.0 | 4.5 |
| | 12.E | 26 | Santa Rosa | 7,821 | 10.2 | 4.2 |
| | Subtotal | | | 35,482 | 46.2 | 18.9 |
| Bajo Santiago | 12.F | 27 | Bolaños | 12,034 | 15.7 | 6.4 |
| | 12.F | 28 | Caimán | 2,907 | 3.8 | 1.6 |

| Subcuenca | Subregión Hidrológica | Cuenca | | Superficie (km ²) | % Subregión | % Regional |
|-----------------------|-----------------------|--------|-------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|
| | | No. | Nombre | | | |
| | 12.F | 29 | Carrizal | 23,982 | 31.3 | 12.8 |
| | 12.F | 30 | Caponal - Desembocadura | 2,315 | 3.0 | 1.2 |
| | Subtotal | | | 41,238 | 53.8 | 22.0 |
| Total Santiago | | | | 76,720 | 100.0 | 40.9 |

Fuente: Elaboración propia con información de los Balances Hidráulicos de la Cuenca del Río Santiago Subgerencia Regional Técnica, CONAGUA 2006.

En cuanto al porcentaje de superficie hidrológica por cada Subcuenca se tiene que el Alto Santiago abarca el 46.2% del total de la cuenca y de la Región VIII abarca el 40.9%, mientras que la subcuenca Bajo Santiago abarca el 53.8% de la cuenca.

La cuenca del Río Santiago, se origina a la salida del lago de Chapala en la población de Ocotlán, Jalisco. La longitud de su cauce desde la cortina de la Presa Poncitlán hasta la desembocadura en el océano Pacífico es de 475 km, y sus principales afluentes son: el Río Zula, Verde, Juchipila, Bolaños y Huaynamota. La superficie total de la cuenca en de 76,720 km², y agrupa un total de 10 subcuencas (figura siguiente).

Ilustración II. 10 Subregiones de planeación y cuencas en la Subregión Santiago.



Fuente: Elaboración propia con información de la CONAGUA.

Alto Santiago. Comprende una superficie de 35,482 km² (46.2% del total subregional) El principal escurrimiento es el propio Río Santiago, el cual mide desde la estación hidrométrica Corona hasta el vaso de la presa Santa Rosa, 153 km y se integra de un total de 6 cuencas hidrológicas.

Bajo Santiago. Comprende una superficie de 41,238 km² (53.8% del total subregional), entre los estados de Nayarit, Zacatecas y Jalisco. Integra un total de 4 cuencas hidrológicas.

Tabla II. 31 Cuencas hidrológicas en la Subregión Santiago.

| Cuenca | Superficie por Estado (km ²) | | | | | | | |
|----------------------------|--|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| | Total | Nayarit | Zacatecas | Aguascalientes | Guanajuato | Jalisco | San Luis Potosí | Durango |
| ALTO SANTIAGO | | | | | | | | |
| 21 | Niagara | 5,527 | - | 2,198 | 3,271 | - | 58 | - |
| 22 | Paso del sabino | 4,543 | - | 12 | 773 | - | 3,758 | - |
| 23 | San Gaspar | 5,147 | - | - | - | 1,728 | 3,404 | 15 |
| 24 | La Cuña | 3,995 | - | 830 | - | - | 3,165 | - |
| 25 | Juchipila | 8,449 | - | 6,701 | 1,199 | - | 549 | - |
| 26 | Santa Rosa | 7,821 | - | 883 | - | - | 6,938 | - |
| Total Alto Santiago | | 35,482 | | 10,623 | 5,243 | 1,728 | 17,873 | 15 |
| % | | 100 | | 29.9 | 14.8 | 4.9 | 50.4 | 0.04 |
| BAJO SANTIAGO | | | | | | | | |
| 27 | Bolaños | 12,034 | - | 8,465 | - | - | 3,569 | - |
| 28 | Caimán | 2,907 | 201 | 220 | - | - | 2,486 | - |
| 29 | Carrizal | 23,982 | 7,774 | 4,941 | - | - | 5,449 | 5,818 |
| 30 | Caponal-Desembocadura | 2,315 | 2,315 | - | - | - | - | - |
| Total bajo Santiago | | 41,238 | 10,290 | 13,626 | | | 11,504 | 5,818 |
| % | | 100 | 25.0 | 33.0 | | | 27.9 | 14.1 |
| Total Santiago | | 76,720 | 10,290 | 24,250 | 5,243 | 1,728 | 29,376 | 15 |
| % | | 100 | 13.4 | 31.6 | 6.8 | 2.3 | 38.3 | < 0.1 |

Fuente: Elaboración propia con información de la CONAGUA.

Escurrimiento Virgen.

El escurrimiento virgen medio anual en Cuenca del Río Santiago es de 7,848.30 hm³/año, de ellos el 37.3% se presenta en la Subcuenca Alto Santiago y el 62.7% en el Bajo Santiago. Concerniente al rendimiento promedio de agua, en el Santiago se tiene de 0.10 hm³/km².

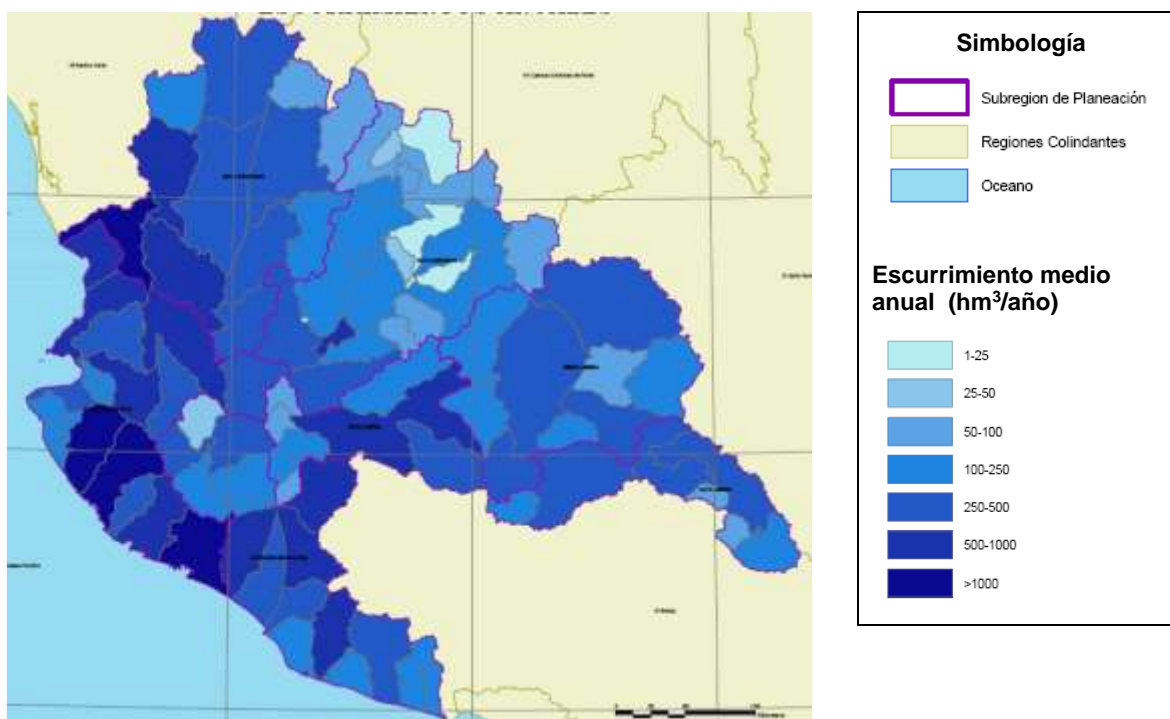
Considerando la población asentada en cada Subregión de planeación al año 2010, el escurrimiento por habitante en la Cuenca del Río Santiago es de 1,148.73 m³/hab/año; siendo el escurrimiento promedio por habitante en la Región VIII de 1,356.42 m³/hab/año (cuadro siguiente).

Tabla II. 32 Esgurrimiento anual Virgen y Per cápita.

| Subcuenca | Población 2010 (hab) | Esgurrimiento Virgen Anual (hm ³) | Esgurrimiento per cápita 2010 (m ³ /hab/año) |
|----------------|----------------------|---|---|
| Alto Santiago | 6,670,425 | (hm ³) | (m ³ /hab/año) |
| Bajo Santiago | 788,705 | 4,917.761 | 6,235.23 |
| Total Santiago | 7,459,130 | 7,848.302 | 1,052.17 |

Fuente: Elaboración propia con información de los Balances Hidráulicos de la Cuenca del Río Santiago; Subgerencia Regional Técnica, CONAGUA 2006; así como el XIII Censo Definitivo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

Ilustración II. 11 Esgurrimiento medio anual por subcuenca.



Fuente: Balances Hidráulicos de la cuenca del Río Santiago, Subgerencia Regional Técnica, CONAGUA 2006; y el Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA).

Esta cuenca afortunadamente no tiene problemas de disponibilidad, sin embargo no por esto se debe abusar del recurso, ya que algunas de las subcuencas están a punto de considerarse en déficit.

Tabla II. 33 Disponibilidad Superficial de las subcuencas de la Subregión Santiago.

| Subregión de Planeación | Subcuenca | Escorrentamiento Virgen hm ³ | Volumen Comprometido Aguas Abajo hm ³ | Disponibilidad hm ³ | Condición |
|-------------------------|------------------------|---|--|--------------------------------|----------------|
| ALTO SANTIAGO | 24.-Río San Pedro | 17.86 | 6.18 | 0.08 | Disponibilidad |
| | 25.-Presa Calles | 50.18 | 42.14 | 0.56 | Disponibilidad |
| | 26.-Presa El Niagara | 60.6 | 28 | 1.83 | Disponibilidad |
| | 27.-Presa El Cuarenta | 50.21 | 21.79 | 1.53 | Disponibilidad |
| | 28.-Río De Lagos | 147.44 | 129.61 | 13.65 | Disponibilidad |
| | 29.-Presa Ajojuar | 22.3 | 34.12 | 3.38 | Disponibilidad |
| | 30.-Río Grande | 20.24 | 17.05 | 1.69 | Disponibilidad |
| | 31.-Río Encarnación | 119.76 | 79.22 | 7.85 | Disponibilidad |
| | 32.-Río Aguascalientes | 48.62 | 168.11 | 17.7 | Disponibilidad |
| | 33.-Río San Miguel | 76.52 | 72.25 | 7.61 | Disponibilidad |
| | 34.-Río Del Valle | 60.392 | 39.26 | 4.13 | Disponibilidad |
| | 35.-Río Verde 1 | 117.51 | 329.86 | 54.64 | Disponibilidad |
| | 36.-Río Verde 2 | 149.55 | 442.32 | 77.3 | Disponibilidad |
| | 37.-Río Palomas | 27.05 | 21.62 | 1.59 | Disponibilidad |
| | 38.-Presa El Chique | 81.13 | 53.81 | 7.45 | Disponibilidad |
| | 39.-Río Juchipila 1 | 128.31 | 96.83 | 24.22 | Disponibilidad |
| | 40.-Río Juchipila 2 | 186.05 | 235.76 | 61.91 | Disponibilidad |
| 41.-Río Juchipila 3 | 1.18 | 236.68 | 62.16 | Disponibilidad | |
| 42.-Río Santiago 1 | 408.5 | 210.59 | 36.81 | Disponibilidad | |
| 43.-Río Santiago 2 | 701 | 1,142.24 | 299.96 | Disponibilidad | |
| 44.-Presa Santa Rosa | 456.1 | 1,365.14 | 781.1 | Disponibilidad | |
| BAJO SANTIAGO | 45.-Río Santiago 3 | 328.9 | 1,565.34 | 900.8 | Disponibilidad |
| | 46.-Río Tepetongo | 76 | 12.01 | 6.47 | Disponibilidad |
| | 47.-Río Tlaltenango | 226.7 | 112.536 | 60.68 | Disponibilidad |
| | 48.-Arroyo Lobatos | 57.8 | 29.93 | 16.13 | Disponibilidad |
| | 49.-Río Bolaños 1 | 359.8 | 364.43 | 209.32 | Disponibilidad |
| | 50.-Río Bolaños 2 | 261.4 | 529.46 | 304.69 | Disponibilidad |
| | 51.-Río San Juan | 410.4 | 259.95 | 149.55 | Disponibilidad |
| | 52.-Río Atengo | 363.3 | 489.08 | 282.22 | Disponibilidad |
| | 53.-Río Jesús María | 215.7 | 136.71 | 78.89 | Disponibilidad |
| | 54.-Río Huaynamota | 665.6 | 1,045.78 | 604.65 | Disponibilidad |
| | 55.-Río Santiago 4 | 749.4 | 2,558.38 | 1,479.21 | Disponibilidad |
| | 56.-Río Santiago 5 | 1,202.8 | 0 | 6,318.64 | Disponibilidad |

Fuente: CONAGUA. Estudio de disponibilidad de la Cuenca del Río Santiago, 2005.

No obstante que se cuenta con un importante recurso, la disponibilidad está restringida por las declaratorias de veda emitidas mediante decretos presidenciales en los años 1931, 1947, 1954 y 1969, las cuales se mantienen vigentes, y por lo tanto, sólo se tiene disponibilidad efectiva en tres de la cuenca del Río Santiago.

Tabla II. 34 Disponibilidad efectiva de agua superficial en la Cuenca.

| Subregión | Cuencas | Disponibilidad (hm ³) |
|--------------|-----------|-----------------------------------|
| Santiago | Ixtapa | 105.5 |
| | San Blas | 211.9 |
| | Huicicila | 426.2 |
| TOTAL | | 743.6 |

2.11 Hidrología subterránea

En la cuenca del Río Santiago se tienen localizados 43 acuíferos que representan el 6.6% de los acuíferos en México (653 a nivel nacional), con una recarga media anual total de 1,413.0 hm³/año, equivalente al 1.8% de la nacional (76,984 hm³/año)². De estos acuíferos, 29 se encuentran localizados en el Alto Santiago y 14 en el Bajo Santiago (cuadro siguiente).

Tabla II. 35 Recarga natural, inducida y total de los acuíferos de la Cuenca Santiago.

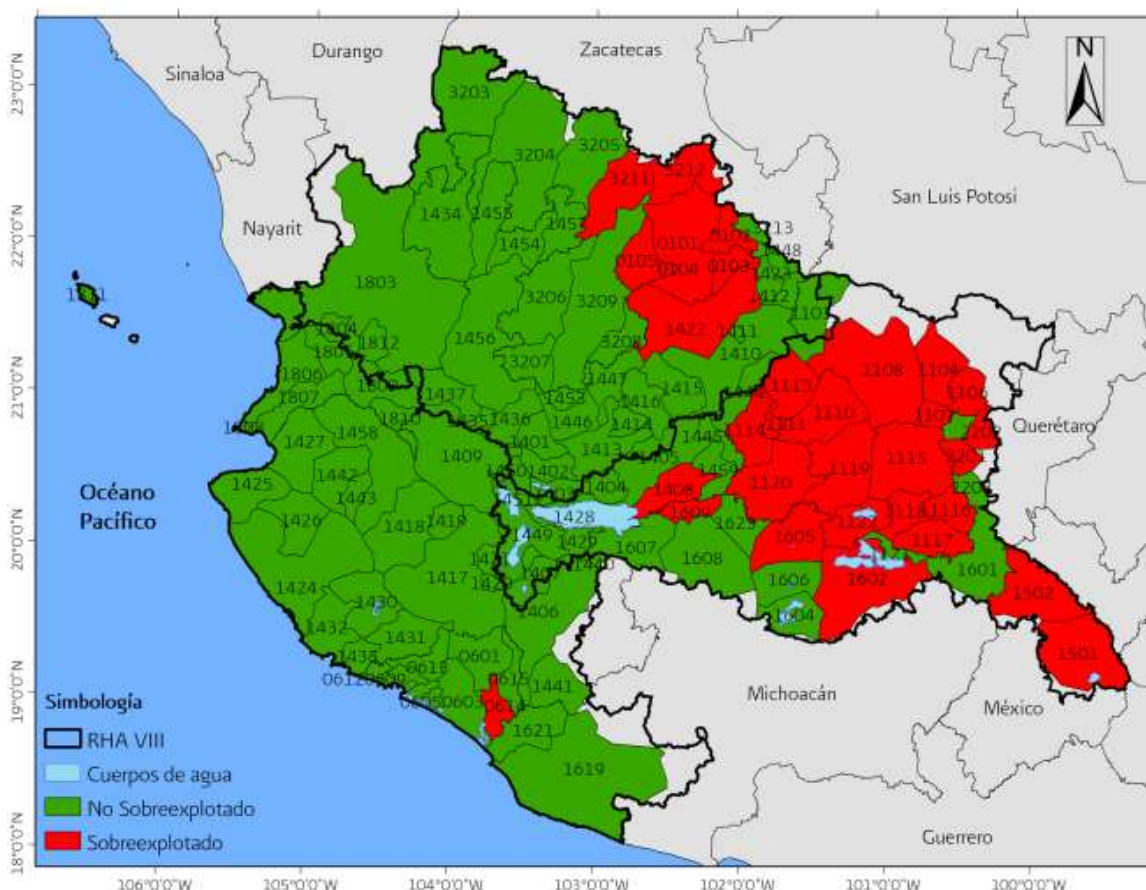
| Subregión | Acuíferos | Recarga Natural (hm ³ /año) | Recarga Inducida (hm ³ /año) | Recarga Total (hm ³ /año) |
|--------------------------|------------|--|---|--------------------------------------|
| Alto Santiago | 29 | 1,119.6 | 17.3 | 1,136.8 |
| Bajo Santiago | 14 | 273.0 | 3.2 | 276.2 |
| Subtotal Santiago | 43 | 1,392.5 | 20.5 | 1,413.0 |
| Total Región | 128 | 7,261.8 | 273.0 | 7,534.8 |

Fuente: Cuaderno base del Programa Hidráulico 2002-2006 de la Región VIII, Lerma-Santiago-Pacífico, 2003 Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025 de la Región Lerma-Santiago-Pacífico. Datos actualizados de los 39 acuíferos de la Región, publicados en el DOF el 31 de enero de 2003. * No se cuenta con información del Acuífero Playa Azul.

Dentro de la cuenca se encuentran 8 acuíferos en condiciones de sobreexplotación, la mayoría ubicados en la subcuenca Alto Santiago.

² Estadísticas del Agua en México 2013, CONAGUA.

Ilustración II. 12 Acuíferos de la Cuenca y RHA VIII.



Fuente: Elaborado con base en la tabla maestra de acuíferos, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subdirección General Técnica, CONAGUA, 2009.

Del volumen de recarga media total de los acuíferos en la cuenca que son 1,413 hm³ al año, se tiene un índice de explotación promedio anual de 0.60, lo que indica en términos generales la posibilidad de seguir aprovechando en forma limitada, y que revela en algunos la grave sobreexplotación que padece.

Tabla II. 36 Características de los acuíferos.

| Subregión | Recarga hm ³ /año | No. de Acuíferos | No. de acuíferos sobreexplotados | Índice de explotación promedio |
|--------------|---------------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|
| Santiago | 1,413 | 43 | 8 | 0.60 |
| Total | 1,413 | 43 | 8 | 0.60 |

Fuente: Elaborado con base en la tabla maestra de acuíferos, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subdirección General Técnica, cierre al 31 de diciembre de 2009.

Nota: De los 127 acuíferos identificados, sólo 55 cuentan con datos de disponibilidad publicada en el DOF, y veinte están en proceso de publicación. El índice de explotación se calcula con la relación entre extracción y recarga anual por acuífero.

Subcuenca Alto Santiago. Esta Subregión cuenta con 29 acuíferos, los acuíferos de mayor capacidad de recarga son el de Valle de Aguascalientes, Lagos de Moreno, Atemajac y Toluquilla, en conjunto almacenan el 56% del total de la Región (Cuadro siguiente).

Tabla II. 37 Acuíferos en la Subregión Alto Santiago.

| Estado | Clave | Nombre del acuífero | Recarga (hm ³ /año) | Extracción (hm ³ /año) | Disponibilidad (hm ³) | Extracción/Recarga | Condición Geohidrológica |
|-------------------------------|-------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Zacatecas | 3212 | Ojocaliente | 71.69 | 95.00 | -23.31 | 1.33 | Sobreexplotado |
| Aguascalientes | 101 | Valle de Aguascalientes * | 235.00 | 358.68 | -123.68 | 1.53 | Sobreexplotado |
| Aguascalientes | 102 | Valle de Chicalote * | 35.00 | 40.92 | -5.92 | 1.17 | Sobreexplotado |
| Zacatecas | 3213 | Villa García | 7.70 | 7.00 | 0.70 | 0.91 | Subexplotado |
| Aguascalientes | 103 | El Llano * | 15.00 | 20.01 | -5.01 | 1.33 | Sobreexplotado |
| Aguascalientes | 104 | Venadero | 5.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | Equilibrio |
| Jalisco | 1423 | Primo Verdad | 2.70 | 0.00 | 2.70 | 0.00 | Subexplotado |
| Jalisco | 1422 | Encarnación * | 63.30 | 97.95 | -34.65 | 1.55 | Sobreexplotado |
| Jalisco | 1413 | Altos de Jalisco ** | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | Subexplotado |
| Jalisco | 1411 | El Muerto ** | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | Subexplotado |
| Jalisco | 1453 | Los Puentes ** | 2.40 | 0.00 | 2.40 | 0.00 | Subexplotado |
| Guanajuato | 1103 | Ocampo * | 52.00 | 1.25 | 50.75 | 0.02 | Subexplotado |
| Jalisco | 1412 | 20 de Noviembre | 5.00 | 0.00 | 5.00 | 0.00 | Subexplotado |
| Jalisco | 1410 | Lagos de Moreno * | 196.00 | 79.89 | 116.11 | 0.41 | Subexplotado |
| Zacatecas | 3208 | Nochistlán | 2.86 | 1.90 | 0.96 | 0.66 | Subexplotado |
| Jalisco | 1414 | Tepatitlán * | 41.10 | 10.96 | 30.14 | 0.27 | Subexplotado |
| Jalisco | 1447 | Yahualica | 3.30 | 0.60 | 2.70 | 0.18 | Subexplotado |
| Jalisco | 1415 | Jalostotitlán | 26.00 | 13.00 | 13.00 | 0.50 | Subexplotado |
| Jalisco | 1416 | Valle de Guadalupe | 10.43 | 2.10 | 8.33 | 0.20 | Subexplotado |
| Zacatecas | 3210 | Benito Juárez * | 20.10 | 21.09 | -0.99 | 1.05 | Equilibrio |
| Zacatecas | 3211 | Villanueva | 49.05 | 16.00 | 33.05 | 0.33 | Subexplotado |
| Aguascalientes | 105 | Valle de Calvillo * | 25.00 | 39.72 | -14.72 | 1.59 | Sobreexplotado |
| Zacatecas | 3209 | Jalpa-Juchipila | 18.74 | 12.90 | 5.84 | 0.69 | Subexplotado |
| Jalisco | 1446 | Cuquío | 3.00 | 0.60 | 2.40 | 0.20 | Subexplotado |
| Zacatecas | 3207 | García de la Cadena | 0.21 | 0.20 | 0.01 | 0.95 | Equilibrio |
| Jalisco | 1401 | Atemajac | 121.50 | 154.50 | -33.00 | 1.27 | Sobreexplotado |
| Jalisco | 1436 | Arenal | 1.80 | 0.50 | 1.30 | 0.28 | Subexplotado |
| Jalisco | 1402 | Toluquilla | 86.00 | 94.80 | -8.80 | 1.10 | Sobreexplotado |
| Jalisco | 1403 | Cajititlán | 35.00 | 20.30 | 14.70 | 0.58 | Subexplotado |
| Subtotal Alto Santiago | | | 1,136.88 | 1,094.87 | 42.01 | 0.96 | Equilibrio |

Fuente: CONAGUA. Cuadernos Base del Programa Hidráulico Regional 2002-2006, año 2003; actualizada con la información de los 39 acuíferos de la Región, publicados en el Diario Oficial de La Federación el 31 de enero de 2003 (*).

Aunque actualmente a nivel Subregión de planeación la condición geohidrológica presenta una condición de equilibrio, es importante prever acciones para revertir la situación en los acuíferos sobreexplotados y por lo menos mantener la situación de equilibrio en el resto. Cabe resaltar que prácticamente el estado de Aguascalientes tiene todos sus acuíferos sobreexplotados, situación originada principalmente por las altas extracciones que se realizan en el sector agrícola.

Subcuenca Bajo Santiago. Cuenta con 14 acuíferos; uno de ellos se encuentran en equilibrio y otro está sobreexplotado y el resto están subexplotados. Los acuíferos

en equilibrio representan reservas de agua para las Subregiones que cuentan con problemas de disponibilidad, aunque están muy alejados de los centros de población que demanda el recurso. En la Subregión las extracciones sólo representan el 60% del total de la recarga.

Tabla II. 38 Acuíferos en la Subregión Bajo Santiago.

| Estado | Clave | Nombre del acuífero | Recarga (hm ³ /año) | Extracción (hm ³ /año) | Disponibilidad (hm ³) | Extracción /Recarga | Condición Geohidrológica |
|-------------------------------|-------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Zacatecas | 3205 | Jerez * | 33.40 | 50.86 | -17.46 | 1.52 | Sobreexplotado |
| Zacatecas | 3204 | Valparaiso | 22.59 | 13.10 | 9.49 | 0.58 | Subexplotado |
| Jalisco | 1454 | Villa Guerrero | 1.70 | 1.00 | 0.70 | 0.59 | Subexplotado |
| Jalisco | 1457 | Colotlán | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | Subexplotado |
| Zacatecas | 3206 | Tlaltenango-Tepechitlán | 14.90 | 4.60 | 10.30 | 0.31 | Subexplotado |
| Jalisco | 1456 | San Martín de Bolaños | 5.30 | 1.00 | 4.30 | 0.19 | Subexplotado |
| Jalisco | 1437 | Tequila | 17.00 | 8.00 | 9.00 | 0.47 | Subexplotado |
| Jalisco | 1455 | Mezquitic | 3.00 | 1.30 | 1.70 | 0.43 | Subexplotado |
| Jalisco | 1434 | Norte de Jalisco | 7.80 | 0.00 | 7.80 | 0.00 | Subexplotado |
| Jalisco | 1435 | Amatitán ** | 16.09 | 0.00 | 16.09 | 0.00 | Subexplotado |
| Nayarit | 1812 | Valle de Santa María del Oro | 2.00 | 1.40 | 0.60 | 0.70 | Subexplotado |
| Zacatecas | 3203 | Corrales | 0.38 | 0.40 | -0.02 | 1.05 | Equilibrio |
| Nayarit | 1804 | Valle de Matatipac | 120.00 | 64.20 | 55.80 | 0.54 | Subexplotado |
| Nayarit | 1803 | Valle Santiago-San Blas | 30.00 | 19.60 | 10.40 | 0.65 | Subexplotado |
| Subtotal Bajo Santiago | | | 276.16 | 166.46 | 109.70 | 0.60 | Subexplotado |

Fuente: CONAGUA. Cuadernos Base del Programa Hidráulico Regional 2002-2006, año 2003; actualizada con la información de los 39 acuíferos de la Región, publicados en el Diario Oficial de La Federación el 31 de enero de 2003 (*).

El acuífero con mayor capacidad de almacenamiento es el de Valle de Matatipac, en Nayarit, cuya recarga representa el 43.5% del total de la Subregión. Éste acuífero es el más explotado, junto con el de Jerez, en Zacatecas, extrayéndose de cada acuífero el 38.5% y 30.6%, respectivamente, del total de agua subterránea utilizada.

3. USOS DEL AGUA

3.1 Agua Superficial

En la cuenca los principales usos del agua son en primer lugar el agrícola (51.49%), siguiendo el público urbano (43.21%), el de usos múltiples (3.6%), el industrial (0.71%) y en último lugar el comercial, con menos del 0.01% del volumen total concesionado, valor que no se aprecia en el cuadro por su valor tan pequeño.

Por tipo de fuente, las extracciones de agua superficial concesionada representan un total de 1,585.86 hm³/año, de los cuales el 74.3% se encuentran en el Alto Santiago y 407.83 hm³/año que representan el 25.7% en el Bajo Santiago.

Tabla III. 1 Usos del agua superficial por sector de consumo (hm³)

| Subcuenca | Uso Consumitivo (hm ³ /año) | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| | Agrícola | Acuacultura | Pecuario | Múltiples | Otros | Público urbano (*) | Domestico | Agroindustrial | Servicios | Industrial | Comercio | Total | % |
| Alto Santiago | 445.10 | 0.07 | 7.08 | 48.79 | 0.00 | 671.39 | 0.14 | 0.04 | 4.90 | 0.47 | 0.00 | 1177.98 | 74.30% |
| Bajo Santiago | 371.50 | 0.35 | 0.32 | 8.35 | 1.73 | 13.80 | 0.03 | 0.00 | 1.01 | 10.79 | 0.00 | 407.88 | 25.70% |
| Total | 816.6 | 0.42 | 7.4 | 57.14 | 1.73 | 685.18 | 0.16 | 0.04 | 5.91 | 11.26 | 0 | 1,585.86 | 100.00% |
| % | 51.49% | 0.03% | 0.47% | 3.60% | 0.11% | 43.21% | 0.01% | 0.00% | 0.37% | 0.71% | 0.00% | 100.00% | |

Fuente: REPDA, CONAGUA, 2006.

* En el caso del uso público urbano, se incluye el consumo de la industria conectada a las redes municipales.

Por otra parte, se estima que en la Cuenca los volúmenes reusados de agua residual no municipal ascienden a 8.3 m³/s, que equivalen a un volumen medio anual de 261.68 hm³/año; de los cuales, el 81.6% se reusa en la agricultura; 15.7%, en la industria; y 2.7%, en servicios municipales³.

Uso no consumitivo

Plantas Hidroeléctricas. En 1994 inició su operación la central hidroeléctrica de Aguamilpa Solidaridad en la cuenca del Río Santiago en el estado de Nayarit, con 960 MW que representa el 9.1% de la capacidad hidroeléctrica total (CFE, 2004). Se terminó de construir en 2010 la hidroeléctrica El Cajón, que será la segunda más grande de la Región, con una capacidad instalada efectiva de 750 MW. Está en proceso constructivo, ya casi terminándose la Yesca, presa que contará con la cortina más alta de América Latina.

³ Estadísticas del Agua en México 2013, CONAGUA.

Tabla III. 2 Plantas Hidroeléctricas en Operación en la Región.

| Subregión de planeación | Nombre de la Central | Municipio/Edo. | Tipo de Planta | No. de Unidades | Capacidad efectiva (MW) | Generación Bruta (GWh) | Factor de Planta (%) |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| Alto Santiago | Agua Prieta (Valentín Gómez Farías) | Zapopan Jal. | HID | 2 | 240 | 249 | 11.8 |
| | Santa Rosa (Manuel M. Dieguez) | Amatitán Jal. | HID | 2 | 61 | 291 | 54.2 |
| | Colimilla | Tonalá Jal. | HID | 4 | 51 | 58 | 12.8 |
| Bajo Santiago | Aguamilpa solidaridad | Tepic, Nayarit. | HID | 3 | 960 | 2,445 | 29 |
| | El Cajón | Nayarit | HID | 2 | 750 | 754 | ND |
| Total Santiago | | | | 13 | 2,062 | 3,797 | 107.8 |

Fuente: CFE, 2004.

Nota: HID (Planta Hidroeléctrica), ND (No hay datos)

Debido a que este tipo de generación, de tipo renovable, provoca mínimos efectos de contaminación sobre las aguas turbinadas, puede considerarse como una fuente de energía limpia; sin embargo, es un hecho que se generan una serie de afectaciones al ambiente. Los efectos de impacto ambiental más relevantes de las hidroeléctricas son el cambio de hábitat de terrestre a acuático, los cambios hidrológicos aguas abajo por los cambios en el escurrimiento diario, con descargas fluctuantes de acuerdo con las horas pico de generación, impedimento para la migración de especies, cambios en las características fisicoquímicas del agua aguas abajo (oxígeno disuelto y nutrientes) por las descargas hipolímnicas (o profundas), entre otros. Es importante tomar en cuenta el impacto ambiental y aplicar las medidas necesarias para mitigar y restaurar los daños al ambiente causadas por estas obras.

3.2 Aguas subterráneas

Respecto a los volúmenes subterráneos concesionados, que representan el 52.65% de total de agua concesionada en la Cuenca, los mayores niveles se tienen en el Alto Santiago, con 1,614.83 (92%) hm³/año y 148.54 hm³/año (8%), en el Bajo Santiago.

Por su parte los principales usos del agua son en primer lugar el agrícola (41.48%), siguiendo el público urbano (42.76%), el de usos múltiples (9.76%), el industrial (4.26%) y en último lugar el comercial, con menos del 0.88% del volumen total concesionado, el resto de los usos, su monto no se aprecia en el cuadro por su valor tan pequeño.

Por tipo de fuente, las extracciones de agua subterránea concesionada representan un total 1,763.37 hm³/año, de los cuales, 1,614.83 hm³/año que representan el 92% se encuentran en el Alto Santiago y 148.54 hm³/año que representan el 8% en el Bajo Santiago.

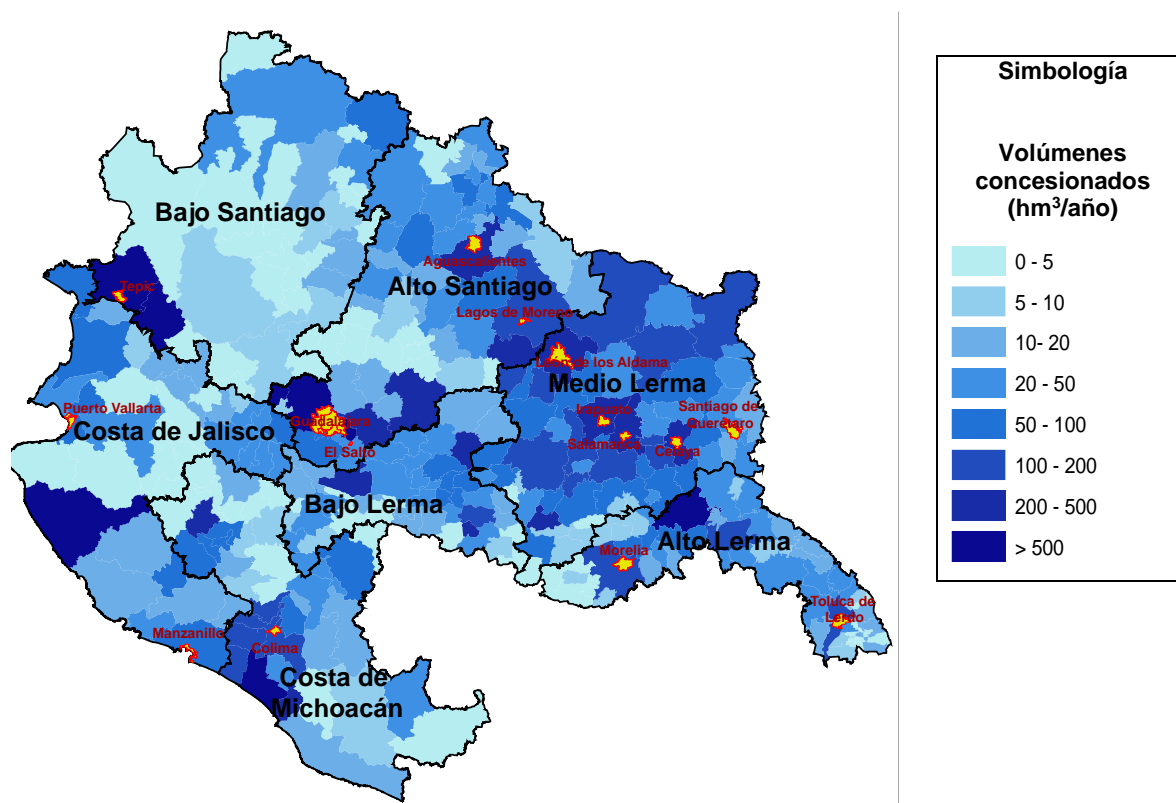
Tabla III. 3 Usos del agua subterránea por sector de consumo.

| Subcuencas | Uso Consuntivo (hm ³ /año) | | | | | | | | | | | Total | % |
|---------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|--------------------|-------------|----------------|--------------|--------------|----------|----------------|-------------|
| | Agrícola | Acuacultura | Pecuario | Múltiples | Otros | Público urbano (*) | Domestico | Agroindustrial | Servicios | Industrial | Comercio | | |
| Alto Santiago | 661.31 | 0.07 | 9.35 | 168.96 | 0.94 | 694.52 | 1.06 | 2.38 | 14.7 | 61.51 | 0 | 1,614.83 | 92% |
| Bajo Santiago | 70.14 | 0.21 | 0.56 | 3.15 | 0.41 | 59.49 | 0.02 | 0 | 0.87 | 13.68 | 0 | 148.54 | 8% |
| Total | 731.45 | 0.28 | 9.91 | 172.11 | 1.35 | 754.01 | 1.08 | 2.38 | 15.57 | 75.19 | 0 | 1763.37 | 100% |
| % | 41.48% | 0.02% | 0.56% | 9.76% | 0.08% | 42.76% | 0.06% | 0.13% | 0.88% | 4.26% | 0.00% | 100.00% | |

Fuente: REPDA, CONAGUA, 2006.

* En el caso del uso público urbano, se incluye el consumo de la industria conectada a las redes municipales.

Ilustración III 1 Volúmenes concesionados totales a nivel municipal en la Región.



Fuente: Registro Público de Derechos de Agua, marzo 2006, CONAGUA.

Por otra parte, se estima que en la Región los volúmenes reusados de agua residual no municipal ascienden a 45.8 m³/s, que equivalen a un volumen medio anual de 1,444 hm³/año; de los cuales, el 83.6% se reusa en la agricultura; 15.7%, en la industria; y 0.7%, en servicios municipales⁴.

⁴ Estadísticas del Agua en México 2013, CONAGUA.

Tabla III. 4 Uso del agua superficial y subterránea.

| Subcuenca | Uso Consuntivo (hm ³ /año) | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| | Agrícola | Acuacultura | Pecuario | Múltiples | Otros | Público urbano (*) | Doméstico | Agroindustrial | Servicios | Industrial | Comercio | Total | % |
| Alto Santiago | 1,106.42 | 0.15 | 16.43 | 217.76 | 0.94 | 1,365.91 | 1.2 | 2.43 | 19.61 | 61.98 | 0 | 2,792.81 | 83.39% |
| Bajo Santiago | 441.64 | 0.56 | 0.88 | 11.5 | 2.15 | 73.29 | 0.04 | 0 | 1.88 | 24.47 | 0 | 556.42 | 16.61% |
| Total | 1,548.05 | 0.71 | 17.31 | 229.26 | 3.09 | 1,439.20 | 1.24 | 2.43 | 21.48 | 86.45 | 0 | 3,349.22 | 100.00% |
| % | 46.22% | 0.02% | 0.52% | 6.85% | 0.09% | 42.97% | 0.04% | 0.07% | 0.64% | 2.58% | 0.00% | 100.00% | |

Fuente: REPDA, CONAGUA, 2006.

* En el caso del uso público urbano, se incluye el consumo de la industria conectada a las redes municipales.

Uso Público Urbano

De acuerdo con los datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el 47.6% del agua concesionada para el uso público urbano corresponde a fuentes superficiales y el 52.4% restante a subterráneas. A nivel Subcuenca, la de mayor demanda de agua es el Alto Santiago (95%), que concentra la mayor parte de la población en la cuenca, originado en gran medida por la Zonas Metropolitanas de Guadalajara y Aguascalientes.

Tabla III. 5 Dotaciones, demandas y coberturas de agua potable y alcantarillado 2010.

| Subcuenca | Cobertura de Agua Potable | | | Cobertura de Alcantarillado | | |
|----------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------|---------------|
| | Total | Rural | Urbano | Total | Rural | Urbano |
| Alto Santiago | 93.40% | 81.40% | 94.80% | 96.00% | 85.10% | 97.30% |
| Bajo Santiago | 89.00% | 74.10% | 96.20% | 86.70% | 64.60% | 97.50% |
| Total Cuenca Río Santiago | 92.90% | 79.50% | 95.00% | 95.00% | 79.70% | 97.30% |

Fuente: Elaborado con datos del Censo General de Población y Vivienda, resultados definitivos, INEGI, 2010.

Cobertura de Agua Potable

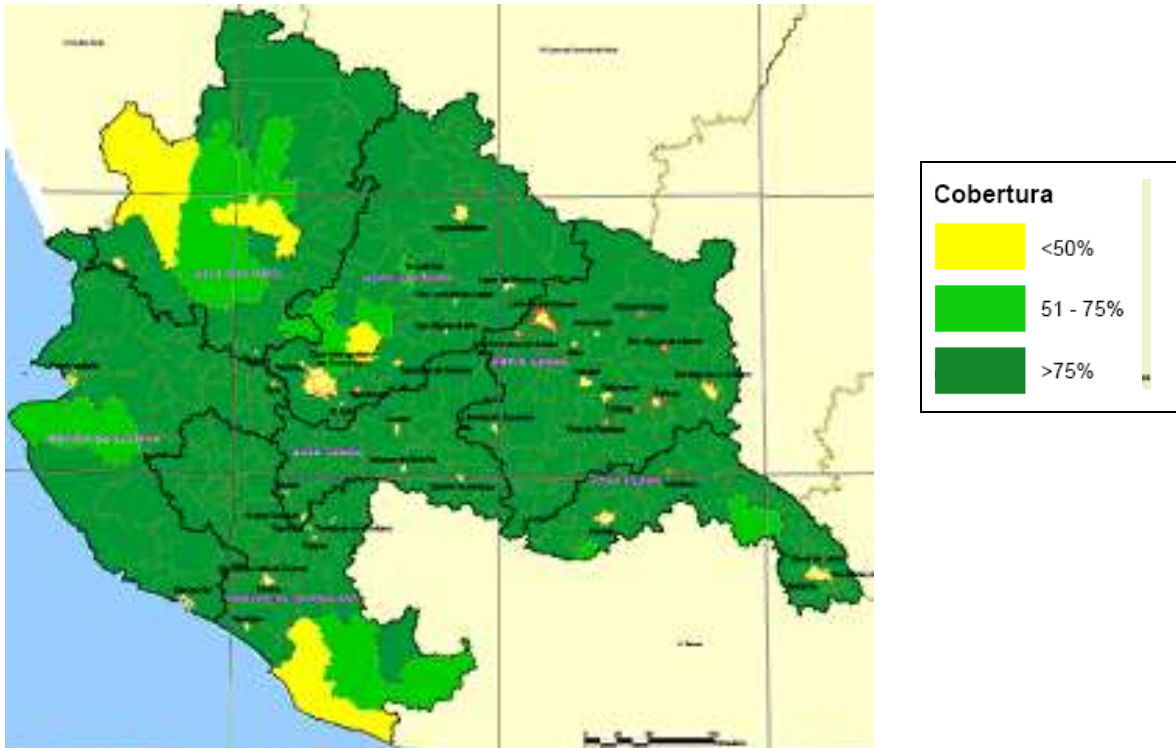
La cobertura de agua potable en el medio urbano, la más alta se presenta en el Bajo Santiago, pero es también la que demanda menos cantidad de agua. En el medio rural, esta misma subcuenca, la Bajo Santiago cuenta el nivel más bajo de cobertura con un 74%, pero en general, la subcuenca del alto Santiago cubre el mayor porcentaje de dotación.

Alcantarillado

La cobertura de alcantarillado urbana más alta se presenta en la Subcuenca Bajo Santiago, con 97.5%, mientras que en el medio rural, esta presenta la cobertura más baja 64.6%. Pero en general en la subcuenca del Alto Santiago se presentan los mejores niveles de cobertura en alcantarillado.

Como se puede observar, en general los niveles de coberturas de agua potable y alcantarillado en la zona urbana son muy superiores a las establecidas en la media nacional.

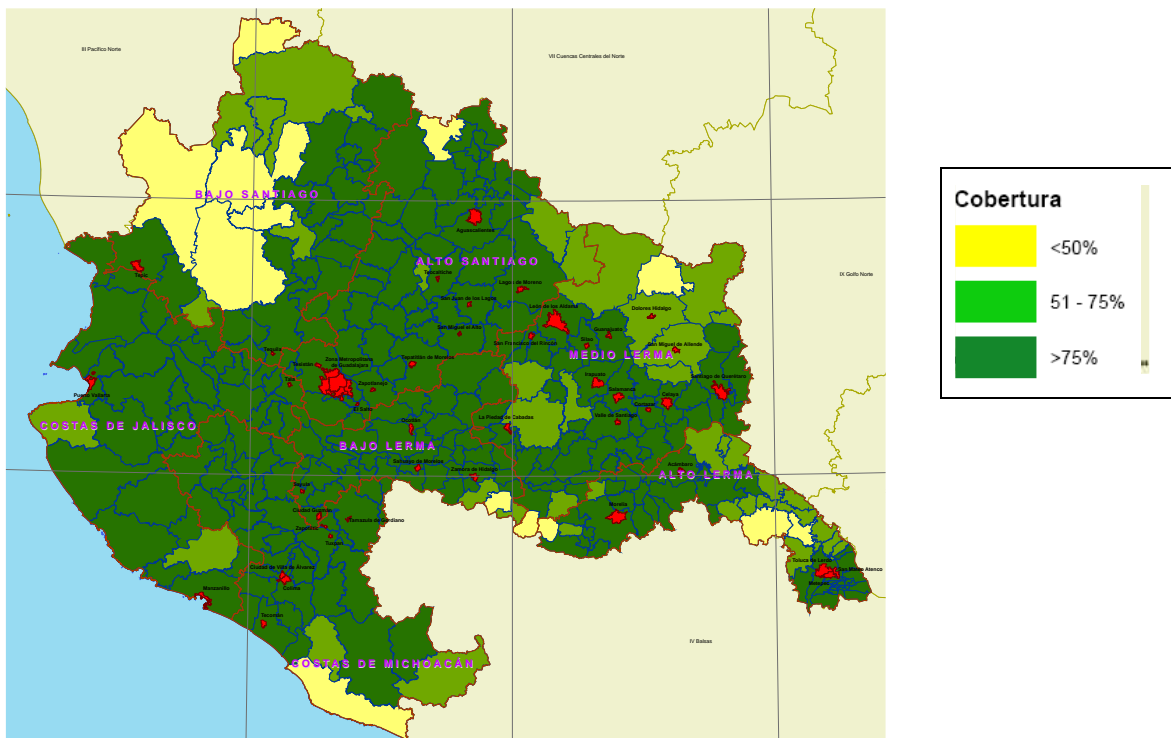
Ilustración III 2 Coberturas de agua potable a nivel municipal en la cuenca



Fuente: Las coberturas fueron calculadas por la Gerencia de Planeación Hidráulica, CONAGUA 2006, con base en los resultados del II Censo Definitivo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

Aunque aquí las ilustraciones en la cobertura de agua potable y alcantarillado que aquí se presentan corresponden al año 2006, las que se presentaron en el año 2010, son muy similares, ya que las variaciones incrementales que se dieron en el 2010 oscilan en un cambio porcentual mayor entre un 1% y 1.5 %.

Ilustración III 3 Cobertura de alcantarillado a nivel municipal en la Cuenca.



Fuente: Las coberturas fueron calculadas por la Gerencia de Planeación Hidráulica, CONAGUA 2006, con base en los resultados del II Censo Definitivo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

Saneamiento

Uno de los principales problemas de la Cuenca es la contaminación de las fuentes superficiales por escasez en el tratamiento de las aguas servidas de origen doméstico e industrial. En el primer caso, para el 2010 se estimó un caudal de agua residual generada de 15.03 m³/s, originándose la mayor parte en el Alto Santiago (91.7%).

Tabla III. 6 Uso Cobertura de saneamiento municipal.

| Subregión | Agua Residual Generada (m ³ /s) | Número de plantas | Capacidad Instalada (m ³ /s) | Agua Residual tratada (m ³ /s) | Cobertura (%) |
|---------------|--|-------------------|---|---|---------------|
| Alto Santiago | 13.78 | 197 | 6.0 | 4.8 | 43.54 |
| Bajo Santiago | 1.25 | 26 | 1.1 | 0.9 | 88.00 |
| Total | 15.03 | 223 | 7.1 | 5.7 | 47.24 |

Fuente: Estimación con datos del Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación CONAGUA., 2010.

Como parte de los esfuerzos para reducir el grave problema de contaminación, se ha impulsado la construcción de varias plantas de tratamiento en toda la Región, contabilizándose un total de 223 para el año 2010, con capacidad instalada de 7.1

m³/s; tratando un caudal de 5.7 m³/s, equivalente al 47.24% del volumen de agua residual municipal generada, de origen primordialmente urbano.

A nivel de Subcuenca Alto Santiago cuenta con la segunda cobertura más baja de la Cuenca, sobresaliendo el estado Jalisco y el de Aguascalientes, con cobertura de 95.7%, y con capacidad instalada de 3.08 m³/s en 97 plantas de tratamiento⁵.

En Jalisco se han construido dos importantes plantas de tratamiento para sanear las aguas residuales de la zona metropolitana de Guadalajara, que son la PTAR: El Ahogado y Agua Prieta.

La primera Localizada en el municipio de Tlajomulco y planteada para el saneamiento de las aguas residuales de la cuenca El Ahogado, con un diseño de 2.5 m³/seg de capacidad instalada y el mismo volumen de gasto de operación. Tiene una capacidad de conducción de 8.05 m³/seg, cuyo proceso de tratamiento es a base de rejillas gruesas y finas de 38 y 6 mm respectivamente, canales desarenadores – desengrasadores, clasificadores primarios y sistema de lodos activados con remoción de nitrógeno y fosforo, con generación de energía eléctrica; Actualmente mantiene una capacidad de operación o nivel de tratamiento de 2.17 m³/seg, lo que equivale a un 96.44% de su capacidad.

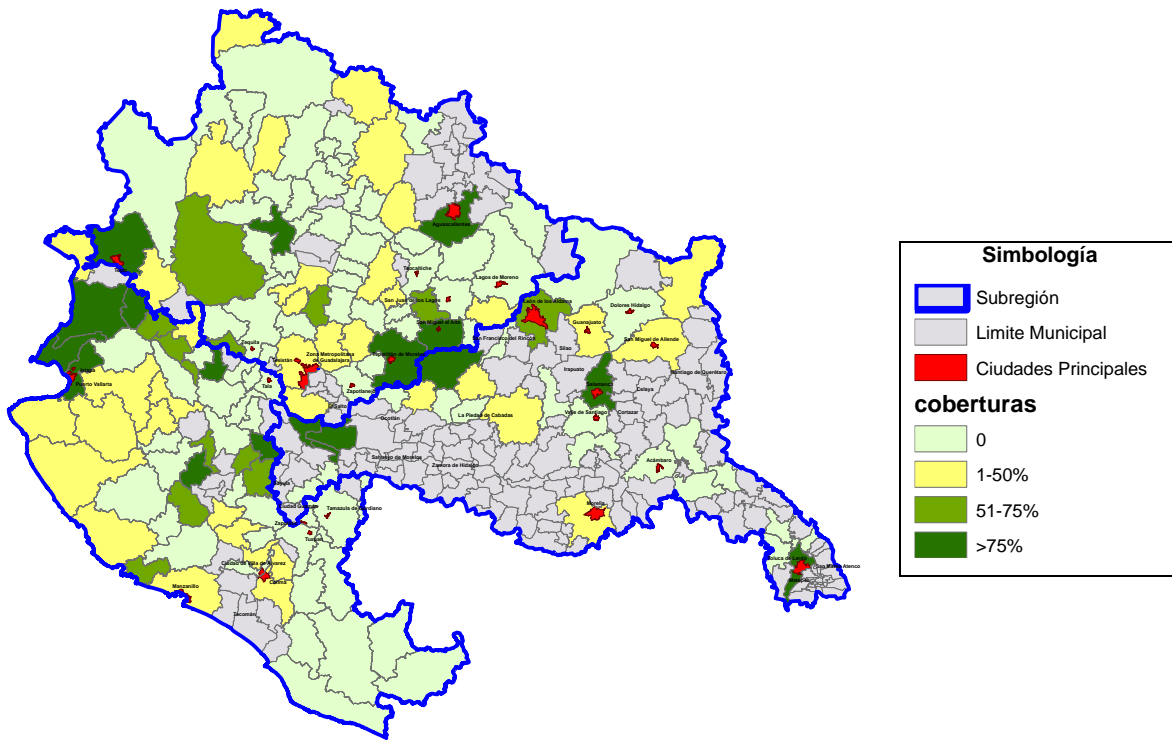
Por su parte la PTAR Agua Prieta se localiza aguas debajo de la localidad de Atemajac y está planeada para sanear todas las aguas residuales que se generan en Guadalajara, Tonalá, Tlaquepaque y Zapopan, beneficiado con ello a casi cuatro millones de habitantes. Cuenta con un diseño de 8.5 m³/seg de capacidad instalada y el mismo volumen de gasto de operación. Esta planta tiene una capacidad de conducción de 15.3 m³/seg. Su sistema de tratamiento es a base de rejillas gruesas y finas de 38 y 3 mm respectivamente, canales desarenadores – desengrasadores, microrejillas primarias de 0.25 mm y sistema de lodos activados bajo la modalidad de mezcla completa con generación de energía eléctrica. Su capacidad de operación o nivel de tratamiento de 4.53 m³/seg, lo que equivale a un 53.3% de su capacidad de diseño.

Con la construcción de la plantas de tratamiento para la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco (Agua Prieta y El Ahogado), se ha incrementado sustancialmente la cobertura de saneamiento en la subcuenca del Alto Santiago.

A nivel regional la capacidad de reserva para tratar los caudales futuros, es de 34%. Existen varias plantas de tratamiento que ya han rebasado su capacidad instalada, siendo necesaria su rehabilitación o ampliación para cumplir en forma eficaz con la NOM-ECOL-001-1996.

⁵ Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2013, CONAGUA.

Ilustración III 4 Coberturas de Saneamiento a nivel municipal en la Región.



Fuente: Estimación para el presente estudio, con base en el Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación a diciembre del 2004; la Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2006; CONAGUA; y el II Censo Definitivo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

4. SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO

4.1 Agua superficial

En la cuenca los principales usos del agua son en primer lugar el agrícola (51.49%), siguiendo el público urbano (43.21%), el de usos múltiples (3.6%), el industrial (0.71%) y en último lugar el comercial, con menos del 0.01% del volumen total concesionado, valor que no se aprecia en el cuadro por su valor tan pequeño.

Por tipo de fuente, las extracciones de agua superficial concesionada representan un total de 1,585.86 hm³/año, de los cuales el 74.3% se encuentran en el Alto Santiago y 407.83 hm³/año que representan el 25.7% en el Bajo Santiago.

En lo que se refiere a fuentes superficiales, toda la Subregión Santiago presenta disponibilidad, aunque en algunas subcuencas ésta es mínima, teniéndose algunas con valores menores a 2 hm³/año (Río San Pedro, Presa Calles, El Niagara, El Cuarenta, Río Grande y Río Palomas).

Respecto al saneamiento de las aguas residuales municipales generadas en la cuenca, se cuenta con una cobertura de sólo el 26%, contrastando con los que se presentan en los estados de Aguascalientes, con una cobertura del 95.7%, unas de las más altas a nivel nacional (35%)⁶; y el del estado de Nayarit, que solo alcanza a cubrir el 2.6%. Por lo que respecta al saneamiento industrial, ésta se estimó que se cubriría en la cuenca en 51%⁷.

Por lo anterior, la planeación hídrica de esta Subregión Santiago debe enfocarse principalmente al manejo integral del agua en las subcuencas en equilibrio y acuíferos sobreexplotados; a disminuir el vertido de aguas residuales sin tratamiento; y a promover y orientar el desarrollo del sector productivo y social en las cuencas que todavía cuentan con suficiente agua.

4.2 Conclusiones del diagnóstico de agua superficial

Esta cuenca afortunadamente en su balance no tiene problemas de disponibilidad, sin embargo en algunas zonas la disponibilidad es nula, y ya se consideran en déficit, como en el caso del Estado de Aguascalientes.

No obstante que se cuenta con un importante recurso, la disponibilidad está restringida por las declaratorias de veda emitidas mediante decretos presidenciales

⁶ Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2013, CONAGUA.

⁷ Estimado con los datos del año 2003, precargados en el MIPRODOH por la Gerencia de Planeación Hidráulica, CONAGUA 2006.

en los años 1931, 1947, 1954 y 1969, las cuales se mantienen vigentes, y por lo tanto, sólo se tiene disponibilidad efectiva en tres de la cuenca del Río Santiago.

Al año 2030, este problema podría agudizarse debido al crecimiento de la demanda, la cual se estima podría ascender a 3,954 hm³. Esto traerá consigo un desequilibrio hidrológico, que se conoce como una brecha hídrica, del orden de los 812 hectómetros cúbicos.

Para dar solución a esta problemática y enfrentar el reto al 2030, se proponen dos objetivos de política hídrica en la región.

Asegurar el equilibrio de cuencas y acuíferos, mediante la reducción del consumo, del desperdicio y de las pérdidas de agua en todos los usos.

Las medidas con el mayor impacto, y por lo tanto prioritarias, son las ligadas a las estrategias de aplicar tecnologías que reducen el consumo de agua y las pérdidas en los sistemas hidráulicos de todos los usos.

Es importante señalar aquí, que de acuerdo a los estudios de prognosis y de crecimiento de la demanda, para el año 2030, en la parte del Alto Santiago en el estado de Aguascalientes, se ampliará la brecha ente el desequilibrio que hay de oferta contra demanda, por lo que el reto técnico para disminuir esta situación será cada vez mayor. En este caso del Alto Santiago Aguascalientes no se ha identificado una solución viable para cerrar las brechas, por lo que se deberán realizar estudios detallados que permitan analizar otro tipo de alternativas no estructurales de solución, además de intensificar las medidas propuestas para reducir los déficits que se tienen.

Para aprovechar el potencial de los recursos hídricos para la generación de empleos, mediante la producción sustentable de alimentos, energía, bienes y servicios, es necesario aplicar medidas que aumenten la productividad del agua y la producción agrícola, así como las que reduzcan las pérdidas de los productos agrícolas, y a ampliar y mejorar los canales de comercialización para los productos agropecuarios con la finalidad de que los productores estén en mejores condiciones económicas y sociales que les permitan sustentar las acciones relacionadas con sus sistemas hidráulicos.

4.3 Agua subterránea

En la cuenca del Río Santiago se tienen localizados 43 acuíferos que representan el 6.6% de los acuíferos en México (653 a nivel nacional), con una recarga media anual total de 1,413.0 hm³/año, equivalente al 1.8% de la nacional (76,984

hm³/año)⁸. De estos acuíferos, 29 se encuentran localizados en el Alto Santiago y 14 en el Bajo Santiago

Dentro de la cuenca se encuentran 8 acuíferos en condiciones de sobreexplotación, la mayoría ubicados en la subcuenca Alto Santiago, y los cuales se encuentran también las grandes zonas urbanas como son las de Guadalajara y Aguascalientes.

El volumen de recarga media total de los acuíferos en la cuenca de 1,413 hm³ al año, tiene un índice de explotación promedio anual de 0.60, lo que indica en términos generales la posibilidad de seguir aprovechando en forma limitada, y que revela en algunos la grave sobreexplotación que padece.

4.4 Conclusiones y recomendaciones agua subterránea

A pesar de que actualmente a nivel de cuenca la condición geohidrológica presenta una condición de equilibrio, a nivel de varias subcuencas, la situación se da de manera completamente contraria, con sobreexplotaciones severas, por lo que es importante prever acciones rigurosas y firmes para revertir la situación en los acuíferos sobreexplotados y por lo menos mantener la situación de equilibrio en el resto. Cabe resaltar que prácticamente el estado de Aguascalientes tiene todos sus acuíferos sobreexplotados, situación originada principalmente por las altas extracciones que se realizan en el sector agrícola.

⁸ Estadísticas del Agua en México 2013, CONAGUA.

5. TENDENCIAS DE USO ACTUAL

El reto hídrico que enfrenta la cuenca del Río Santiago se agrupa en dos grandes temas.

El primero reúne los problemas de carácter natural donde la demanda por el crecimiento de las actividades productivas y de la población ha rebasado a la oferta disponible con la infraestructura adecuada, lo que aunado a la deficiencia en la administración y manejo del recurso, han llevado a que la disponibilidad en las cuencas y acuíferos esté hoy día limitando el desarrollo de esas regiones y se tenga registrada ya una escasez del recurso. El segundo grupo se refiere a los problemas que por factores económicos, de competitividad entre los usos del agua y la falta de productividad del recurso han llevado al desequilibrio en esas zonas.

Se estima que la demanda actual de agua en la cuenca del Río Santiago es de 3,210 hm³. Para satisfacer esta demanda se cuenta con una infraestructura hidráulica cuya capacidad instalada aporta una oferta sustentable de agua de 2,751 hm³. Sin embargo, parte de la demanda es abastecida de manera no sustentable, provocando que los niveles de sobreexplotación sean del orden de 459 hm³ ocasionando daños en los ecosistemas hídricos por no dejar escurrir el volumen necesario para su preservación y conservación, y la sobreexplotación de agua subterránea, concentrándose esto principalmente en la subcuenca del alto Santiago.

El incesante crecimiento del sector industrial y la elevada concentración de la población en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), Jalisco, y Aguascalientes, Ags., localizadas en la Subcuenca Alto Santiago, así como de las extracciones sin control que realizan las URDERALES, han generado que actualmente se tenga una marcada sobreexplotación en algunos acuíferos, en esta zona.

En lo que se refiere a fuentes superficiales, toda la Subcuenca Santiago presenta disponibilidad, aunque en algunas subcuencas ésta es mínima, teniéndose algunas con valores menores a 2 hm³/año. Además a nivel global se cuenta con una cobertura de saneamiento de aguas residuales municipales de sólo el 46%, contrastando con la de los estados de Aguascalientes, Jalisco y Nayarit. Por lo que se refiere al saneamiento industrial, ésta se estimó aun baja.

Por lo anterior, la planeación hídrica de esta cuenca Santiago debe enfocarse primordialmente al manejo integral del agua en las subcuencas en equilibrio y acuíferos sobreexplotados; a disminuir el vertido de aguas residuales sin tratamiento; y a promover y orientar el desarrollo del sector productivo y social en las cuencas que todavía cuentan con suficiente agua.

En la Cuenca Río Santiago, se tenía en el año 2010 alrededor de 7 millones 756 mil 028 personas, el 88.2 % de ellas en comunidades urbanas y el resto en rurales. Casi el 90% se concentra en la subcuenca Alto Santiago y alrededor del 10% en el Bajo Santiago.

Tabla V. 1 Población de la Cuenca Río Santiago

| Subcuenca | Población total | Población Urbana | Población rural |
|-----------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Alto Santiago | 6,670,425 | 5,945,920 | 724,505 |
| Bajo Santiago | 788,705 | 530,691 | 258,014 |
| Total Santiago | 7,459,130 | 6,476,611 | 982,519 |

Fuente: Elaborado con base en el Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010, resultados definitivos.

La población de la cuenca se concentra en tres ciudades importantes que cuentan con más de 100,000 habitantes. Éstas, por su crecimiento, se han extendido e integrado con algunas otras formando metrópolis o lo que se denominan zonas metropolitanas. En la Región se han identificado 3 zonas metropolitanas de gran relevancia: Zona Metropolitana de Aguascalientes, de Guadalajara y Tepic.

De acuerdo con las proyecciones de población realizada por la Gerencia de Planeación Hidráulica (cuadro siguiente), la población urbana de la Subregión Santiago se incrementaría de 6'838,734 habitantes en el 2012 a 7'673,184 habitantes en el 2018 (12%); y hasta 9'808,217 habitantes para el 2030 (43%); mientras la población rural presentaría una ligera disminución, pasando de 917,294 habitantes en el 2012; a 890,033 habitantes, en el 2018; y a 864,230 habitantes, en el 2030 (96%).

Tabla V. 2 Población total, urbana y rural de la Subregión Santiago proyectada.

| Año | Población total (hab) | Urbana | | Rural | |
|------|-----------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|
| | | Población (hab) | (%) | Población (hab) | (%) |
| 2010 | 7,459,130 | 6,476,611 | 87 | 982,519 | 13 |
| 2012 | 7,756,028 | 6,838,734 | 88 | 917,294 | 12 |
| 2015 | 8,223,679 | 7,236,838 | 88 | 894,050 | 12 |
| 2018 | 8,719,527 | 7,673,184 | 88 | 890,033 | 12 |
| 2024 | 9,802,718 | 8,724,419 | 89 | 879,076 | 11 |
| 2030 | 11,020,469 | 9,808,217 | 89 | 864,230 | 11 |

Fuente: Proyección elaborada por la Gerencia de Planeación Hidráulica en base a los censos definitivos de Población y Vivienda 2010, INEGI, 2012.

La variación en los porcentajes de población urbana y rural a lo largo del periodo de análisis indica que de permanecer la misma tendencia de desarrollo, continuaría la emigración de la población rural hacia la zona urbana, y fuera de ella.

A nivel global se esperaría un incremento de 963,499 habitantes adicionales en el 2018; y de 3, 264,441 habitantes, en el 2030: lo que representa un aumento del 12% y 42% con respecto al 2030, respectivamente.

Coberturas y Eficiencias

En el siguiente cuadro se presenta los valores iniciales promedio de coberturas en los servicios públicos y de eficiencias en los sistemas de distribución del agua para la Subregión Santiago, y los estimados en forma lineal para los años intermedios, en el corto, mediano y largo plazo.

Tabla V. 3 Coberturas y eficiencias promedio de la Subregión Santiago a corto, mediano y largo plazo.

| Concepto | Escenario | Actual | Corto Plazo | | Mediano Plazo | Largo Plazo | | |
|--|-------------|--------|-------------|------|-----------------------------|-------------|------|------|
| | | 2006 | 2007 | 2012 | 2015 (Metas del milenio) | 2018 | 2024 | 2030 |
| Cobertura Agua Potable Urbano (%) | Tendencial | 98 | 98.0 | 98.0 | 98.0 | 98.0 | 98.0 | 98.0 |
| | Sustentable | 98 | 98.0 | 98.1 | 98.2 | 98.3 | 98.4 | 98.5 |
| Cobertura Agua potable Rural (%) | Tendencial | 80 | 80 | 81 | 81 | 82 | 82 | 83 |
| | Sustentable | 80 | 80 | 82 | 83 | 84 | 85 | 87 |
| Cobertura de Alcantarillado Urbano (%) | Tendencial | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | Sustentable | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Cobertura de Alcantarillado Rural (%) | Tendencial | 76 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 |
| | Sustentable | 76 | 76 | 78 | 79 | 80 | 82 | 84 |
| Cobertura de Saneamiento Doméstico (%) | Tendencial | 26 | 27 | 82 | 84 | 85 | 88 | 91 |
| | Sustentable | 26 | 27 | 84 | 86 | 88 | 93 | 98 |
| Cobertura de Saneamiento Industrial (%) | Tendencial | 51 | 52 | 56 | 58 | 61 | 65 | 70 |
| | Sustentable | 51 | 53 | 61 | 66 | 71 | 80 | 90 |
| Eficiencia Sistema Agua Potable Urbana (%) | Tendencial | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| | Sustentable | 56 | 57 | 60 | 61 | 63 | 67 | 70 |
| Cobertura de Micromedición Urbana (%) | Tendencial | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| | Sustentable | 56 | 56 | 58 | 59 | 61 | 63 | 65 |
| Eficiencia de Conducción en DR (%) | Tendencial | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| | Sustentable | 65 | 66 | 71 | 74 | 78 | 84 | 90 |
| Eficiencia Parcelaria en DR (%) | Tendencial | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| | Sustentable | 60 | 61 | 64 | 66 | 68 | 71 | 75 |
| Eficiencia Global en DR (%) | Tendencial | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| | Sustentable | 39 | 40 | 45 | 49 | 52 | 60 | 68 |
| Eficiencia Global en Unidades de Riego (%) | Tendencial | 59 | 59 | 59 | 59 | 60 | 60 | 60 |
| | Sustentable | 59 | 60 | 63 | 65 | 67 | 71 | 75 |

Fuentes: Base de datos del MIPRODOH; Gerencia de Planeación Hidráulica; Subgerencia Regional de Infraestructura Hidráulica Urbana; Subgerencia de Construcción (PROSSAPYS); Subgerencia de Programación; Subgerencia de Infraestructura Hidroagrícola; y Jefaturas de los Distritos de Riego; CONAGUA, 2006.

Los parámetros asignados a la zona urbana en el escenario tendencial se mantuvieron constantes a futuro; mientras que el servicio de saneamiento, en la zona urbana y el correspondiente al industrial, se esperan incrementos del 84% y 58% en el 2015, como promedios actuales, respectivamente; al 85 y 61%, para el 2018; y hasta el 91% y 70%, en el 2030, también respectivamente, buscando con

estas acciones resolver el grave problema de contaminación de las aguas superficiales en algunos ríos y cuerpos de agua de la cuenca, procurando además dar cumplimiento a la NOM-001-ECOL-1996, en cuanto a la incorporación de las localidades urbanas con tratamiento de sus aguas residuales.

Para las zonas rurales se consideraron incrementos moderados en agua potable y alcantarillado, para pasar de un 81% y 78% en año 2015 a un 82% y 78% para el año 2018 y un 83% y 80% para el año 2030 respectivamente.

Demandas

Actualmente, la demanda total de agua abastecida con agua de la cuenca Santiago asciende a 3,210 hm³/año; donde el principal demandante es el sector agrícola, con 2,439 hm³/año (76% del total) usados para el riego de 193.9 mil has. Para el abasto de agua potable se requieren de 642 hm³/año (20%), donde están los 237 hm³/año concesionados que se importan del Lago de Chapala, localizado en la Subregión Lerma, hacia la ZMG, y que representan el 67% de su demanda actual, que además se utilizan para abastecer el comercio y la industria conectada al Sistema Intermunicipal (Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan).

La demanda doméstica presentaría un modesto aumento en la zona rural, siendo mucho mayor en la urbana debido a tres factores principales: el crecimiento natural de la población, la inmigración proveniente de la población rural, y primordialmente por la sustitución del Lago de Chapala como principal fuente de abastecimiento de la ZMG. En este último caso, cabe aclarar que las demandas obtenidas con el MIPRODOH reflejan el volumen abastecido con agua de la Subregión Santiago.

Para el escenario futuro se consideró que el subsector agrícola utilizaría en un inicio los volúmenes promedio usados en los últimos años, ampliando su superficie con el agua recuperada por efecto del aumento de eficiencias, tomado como límite su superficie de proyecto.

Bajo las perspectivas del escenario a futuro, se esperaría que la demanda de los Distritos de Riego se mantenga hasta el 2018 y aumente hasta 618 hm³/año, en el 2030, representando un incremento del 15%. Por otra parte, las demandas en las URDERALES prácticamente permanecen constantes, suponiendo, al igual que para los Distritos de Riego, que los volúmenes recuperados se destinen a incrementar la superficie regada.

Tabla V. 4 Demandas en los escenarios tendencial y sustentable de la Subregión Santiago.

| Conceptos | Demandas (hm ³ /año) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | Actual | Corto Plazo | | | | | | Mediano Plazo | | | Largo Plazo | | |
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2018 | 2024 | 2030 |
| Demanda de Agua: | | | | | | | | | | | | | |
| Distritos de riego | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 | 526 | 629 | 623 | 618 |
| URDERALES | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 | 1,249 |

| Conceptos | Demandas (hm ³ /año) | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | Actual | Corto Plazo | | | | | | Mediano Plazo | | | Largo Plazo | | |
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2018 | 2024 | 2030 |
| Doméstica urbana | 416 | 413 | 410 | 407 | 405 | 417 | 513 | 525 | 537 | 549 | 584 | 608.5 | 621.2 |
| Doméstica rural | 51 | 51 | 51 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52.5 | 52.8 | 52.9 | 52.6 |
| Industrial | 131 | 133 | 136 | 138 | 141 | 146 | 151 | 156 | 161 | 166 | 183 | 210 | 233 |
| Demanda Total Tendencial | 2,372 | 2,372 | 2,371 | 2,371 | 2,372 | 2,389 | 2,490 | 2,507 | 2,525 | 2,542 | 2,698 | 2,743 | 2,773 |
| Demanda Insatisfecha | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 36 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Demanda para Saneamiento: | | | | | | | | | | | | | |
| Descarga Doméstica | 471 | 472 | 473 | 473 | 474 | 475 | 476 | 477 | 478 | 479 | 481 | 486 | 491 |
| Doméstico tratado | 124 | 127 | 130 | 382 | 385 | 388 | 391 | 394 | 397 | 400 | 409 | 427 | 446 |
| Descarga Industrial | 86 | 88 | 89 | 91 | 92 | 94 | 96 | 98 | 99 | 101 | 107 | 119 | 132 |
| Industrial tratado | 44 | 45 | 47 | 48 | 50 | 52 | 53 | 55 | 57 | 59 | 65 | 78 | 93 |

Fuente: Elaboración para el presente estudio, a partir de los resultados de MIPRODOH.

Para el sector industrial⁹, se ha estimado para el año 2030 un crecimiento anual del 1.8%; mientras que para el resto de las áreas productivas del sector secundario que participan en la generación del PIB, su crecimiento pronosticado se mantendría constante, debido a que la mayoría de estos se localizan primordialmente en la Zona Metropolitana de Guadalajara y la ciudad de Aguascalientes, donde sus fuentes de abasto son primordialmente de agua subterránea, y actualmente sus acuíferos presentan graves problemas de sobreexplotación, dificultando un mayor crecimiento de la industria con alto y medio consumo de agua.

Por otra parte, con respecto a la demanda de saneamiento doméstico, ésta se podría incrementar, en 1% en el 2018; y en 4% en el 2030, esto debido al aumento de eficiencia en la zona urbana, que al reducir la demanda doméstica también se disminuiría el volumen residual descargado.

La demanda de saneamiento industrial, por su parte, podría incrementarse en 12% (2018) y 53% (2030). En este último caso, debido al crecimiento nulo considerado y al aumento de eficiencia en sus procesos productivos, lo que permitiría usar y descargar menos agua residual.

En general, se esperarían aumentos en la demanda de agua en la cuenca del Río Santiago, estimándose que en que éstas pudieran representar en el 2018, el 5% más del valor actual; y para el 2030, el 17%.

Para estimar el comportamiento futuro de la demanda de agua, se contempló la construcción de la presa el Purgatorio, sobre el cauce del Río Verde, para atender

⁹ Crecimiento del PIB nacional en el período 2001-2005, BANXICO.

de abasto de agua en la ZMG, además de la construcción de la presa el Zapotillo, con la cual se exportará agua a la ciudad de León, Guanajuato (Subregión Lerma). En el caso del sistema de abastecimiento Zapotillo, la obra permitiría satisfacer la demanda de León al 100%, así como proporcionar agua a otras localidades de la zona de los Altos de Jalisco.

Debido a que la Zona Metropolitana de Guadalajara concentra el 55% de la población total de la cuenca del Río Santiago, influye en gran medida en el comportamiento de la demanda doméstica de la misma.

En el caso del agua importada de lago de Chapala, se contempla una disminución sustancial del 67% de la demanda actual a sólo el 17%; y en contraparte, un aumento en el abasto con aprovechamientos de las aguas de la cuenca Santiago, del 33% actual al 83% para el 2030, incluyendo como principal fuente la presa de El Purgatorio, en menor escala los aprovechamientos del Río Calderón (6%) y los acuíferos locales de Atemajac y Toluquilla (4% en conjunto). Para estos últimos se planea una reducción en sus extracciones actuales de 2.85 m³/s a 0.5 m³/s, para su recuperación y manejo sustentable¹⁰.

Oferta y disponibilidad

La cuenca Santiago presenta un escurrimiento virgen de 7,849 hm³/año, presentando disponibilidad de agua en todas sus subcuencas, aunque en algunas ésta es mínima, estando prácticamente en equilibrio con valores menores de 2 hm³/año (Río San Pedro, Presa Calles, El Niágara, El Cuarenta, Río Grande y Río Las Palomas). Esto permite planear un mayor desarrollo en el sector de riego en las cuencas con disponibilidad suficiente e implementar acciones para la conservación de las que se encuentran en equilibrio.

Dada la disponibilidad general de agua superficial en la cuenca del Río Santiago, se estableció destinar el 10% del escurrimiento superficial virgen para el uso ambiental.

La oferta subterránea (estimada en 1,308 hm³ al año) en general no presenta déficit, aunque a nivel particular existen 9 acuíferos con serios problemas de sobreexplotación, como es el caso de los acuíferos de Toluquilla y Atemajac que abastecen a la ZMG; en igual situación se encuentra el acuífero interestatal Valle de Aguascalientes-Ojo Caliente-Encarnación, que abarca una zona de los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco, y que es la principal fuente de abastecimiento para la ciudad de Aguascalientes, el Distrito de Riego 001 Pabellón y varias URDERALES. En igual situación se encuentran los acuíferos de El Llano, Valle de Calvillo y Valle de Chicalote, en el mismo estado; y el de Jerez, en Zacatecas; este último en la Subcuenca Bajo Santiago.

¹⁰ Diagnóstico y Planeación Integral del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Metropolitana de Guadalajara, SIAPA 2003.

Como no se consideraron variaciones significativas en la oferta superficial de la cuenca, se mantuvo constante el escurrimiento superficial virgen estimado en la actualidad (7,849 hm³/año)¹¹. En el caso de la recarga natural de los acuíferos no se estimaron tampoco variaciones, no así en la recarga inducida, la cual se esperaba que afectara la recarga total, aumentándola en 3% en el mediano plazo.

Tabla V. 5 Oferta de agua en los escenarios tendencial y sustentable de la cuenca Santiago.

| Concepto | Oferta y disponibilidad (hm ³ /año) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | Actual | Corto Plazo | | | | | | Mediano Plazo | | | Largo Plazo | | |
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2018 | 2024 | 2030 |
| Aguas superficial: | | | | | | | | | | | | | |
| Esc. superficial virgen | 7,849 | | | | | | | | | | | | |
| Volumen recuperado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.1 | 11.6 |
| Descarga superficial de las cuencas | 6,565* | 6,564 | 6,564 | 6,564 | 6,564 | 6,545 | 6,452 | 6,425 | 6,408 | 6,390 | 6,245 | 6,212 | 6,205 |
| Aguas subterránea: | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga Natural de acuíferos | 1,308 | | | | | | | | | | | | |
| Recarga inducida de acuíferos | 105 | 105 | 104 | 103 | 103 | 102 | 101 | 101 | 100 | 100 | 121 | 117 | 116 |
| Recarga Total acuíferos | 1,413 | 1,412 | 1,412 | 1,411 | 1,410 | 1,410 | 1,409 | 1,408 | 1,408 | 1,407 | 1,429 | 1,425 | 1,423 |
| Descarga de acuíferos | 402 | 401 | 400 | 400 | 399 | 399 | 400 | 401 | 403 | 404 | 433 | 437 | 427 |
| Sobreexplotación acuíferos | 243 | 243 | 243 | 243 | 244 | 240 | 237 | 234 | 231 | 228 | 224 | 227 | 233 |

Fuente: Elaboración para el presente estudio a partir de los resultados de MIPRODOH.

(*) La diferencia para el año de inicio se debe a que en el escenario tendencial se consideró el volumen promedio usado en Distritos de Riego; y en el Sustentable, los concesionados.

Los aumentos previstos en la demanda en la cuenca Santiago, provocarían la reducción global del agua superficial de la cuenca, estimándose en 5% en el 2030. De manera general no se afectaría la situación de disponibilidad de agua en la cuenca, y el volumen descargado supera con mucho el 10% de caudal ecológico considerado en ambos escenarios.

El nivel de sobreexplotación de los acuíferos se reduce un poco en el mediano plazo, pero al final del período vuelve a aumentar prácticamente al mismo nivel.

Es importante señalar que aunque se pretenden lograr altas eficiencias en los sistemas de abastecimiento, la sobreexplotación persiste porque la demanda supera con mucho a la oferta en la mayoría de los acuíferos donde se presenta; por lo que se requieren necesariamente acciones para la reducción de los consumos para lograr su equilibrio. En el caso de los acuíferos sobreexplotados, deben

¹¹ Estudio de disponibilidad de la Cuenca del Río Santiago, subgerencia Técnica, CONAGUA 2005.

impedirse dar más concesiones al uso agrícola e industrial altamente consumidora de agua. Existe la posibilidad de crecimiento sólo a través de la compra de derechos, del aumento en sus eficiencias por mejoramiento tecnológico en sus procesos productivos, o bien, ubicarse en las cuencas que presentan disponibilidad de agua suficiente.

6. SITUACIÓN DESEABLE DEL AGUA Y RECURSOS NATURALES ASOCIADOS

La desigual disponibilidad del agua en la cuenca del Río Santiago, su dinámica poblacional, el desarrollo de las actividades económicas, asentamientos urbanos desordenados, la degradación de las cuencas, la sobreexplotación de los acuíferos y los efectos del cambio climático que se reflejan en sequías e inundaciones más intensas en ciertas regiones de la cuenca, entre otros aspectos, constituyen uno de los problemas principales que enfrenta el sector hídrico en México, cuya tendencia a futuro pone en riesgo la sustentabilidad de los recursos hídricos en algunas partes de esta cuenca.

El incesante crecimiento del sector industrial y la elevada concentración de la población en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), Jalisco, y Aguascalientes, Ags., localizadas en la Subregión de planeación Alto Santiago, así como de las extracciones sin control que realizan las URDERALES, han generado que actualmente se tenga una marcada sobreexplotación en algunos acuíferos, principalmente en la subcuenca Alto Santiago.

Para el año 2030, este problema podría agudizarse más debido al crecimiento de la demanda, la cual se estima podría ascender a 3,954 hm³, mientras que la oferta sustentable accesible por la capacidad instalada estaría del orden de los 3,142 hm³. Esto traerá consigo un desequilibrio hidrológico, que se conoce como una brecha hídrica, del orden de los 812 hectómetros cúbicos.

Durante varias décadas el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos para apoyar el desarrollo se basó en la idea de que los recursos naturales son abundantes. La problemática descrita muestra que tal visión ha llegado a su límite y que es necesario un manejo del agua que garantice su sustentabilidad en el largo plazo, para satisfacer las demandas de agua de los usuarios actuales sin comprometer las demandas futuras.

Esta situación despertó el compromiso del consejo de cuenca del Río Santiago para que de manera conjunta sumaran voluntades, capacidades y recursos para consolidar una política hídrica que de sustentabilidad y armonía a la cuenca.

La planeación del recurso hídrico en la Región Santiago permitió identificar los retos, objetivos, estrategias y acciones con los diferentes actores del sector y especialistas.

En la definición de los objetivos y estrategias específicas dirigidas a resolver los problemas, se obtuvieron mediante consultas directas en función de sus impactos de implementación.

6.1 Disminución del arrastre de residuos sólidos

La disposición de los residuos sólidos urbanos (RSU) en vertederos, genera lixiviados con alto poder contaminante, provocando severos impactos ambientales sobre las fuentes de abasto de aguas superficiales y subterráneas. En la cuenca son contados los que cuentan con sistemas de recolección y tratamiento de estos lixiviados. En el campo se realiza la evaluación físico-química de los lixiviados generados en los vertederos, proponiéndose sistemas de tratamiento eficaces para los vertederos de las ciudades en la cuenca, garantizando con ello cumplir con las normativas establecidas.

Los sitios de disposición final son el punto más débil de los procesos de manejo de residuos municipales y esto resulta en vectores de contaminación ambiental que afectan directamente las fuentes de agua, la calidad del aire regional y, en ocasiones, a los asentamientos de población aledaños. En la cuenca del Río Santiago que comprende cinco estados de la república, que albergan ciudades medias, grandes y zonas conurbadas. Aquí el manejo de los residuos sólidos se califica de “regular”, induciendo a señalar que los vertederos de la región son un factor de riesgo que puede estar ocasionando un nivel importante de contaminación de los ecosistemas municipales y regionales¹².

Igualmente, se deberán incrementar los Espacios de Cultura del Agua en cada municipio, y fortalecerlos donde ya existan con los equipos y materiales necesarios para la correcta promoción de la cultura del agua a fin de que disminuya el arrojado de residuos sólidos a los cuerpos o al campo, donde son arrastrados por las corrientes o el aire a la parte más baja de las cuencas donde se encuentran los cuerpos de agua.

La cultura del agua, es una derivación de los procesos de desarrollo social, ambiental y económico de cada región.

6.2 Disminución de las descargas de aguas residuales sin tratamiento

Uno de los aspectos que definen la disponibilidad real del agua en la cuenca se refiere a su calidad, que determina las verdaderas posibilidades de uso para cada actividad. Se tienen severas limitaciones por la contaminación, aparte del volumen disponible, sobre todo en la parte alta del Río Santiago. Sabido es que el deterioro de la calidad del agua pone en peligro la salud de la población, limita las actividades económicas demandantes y, en general, representa un obstáculo para el desarrollo social.

La localización de la industria y de los principales asentamientos humanos hace particularmente crítico el problema de deterioro de los ecosistemas de la subcuenca.

¹² Riesgo de contaminación por disposición final de residuos, en la región centro occidente de México, Gerardo Bernache Pérez, CIESAS, México 2011.

Las estrategias y acciones previstas en este rubro representan una de las prioridades en la cuenca para atender el grave problema de contaminación de las aguas superficiales, presente en la mayoría de las cuencas por la falta de cobertura en el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico e industrial. Además de afectar y deteriorar las condiciones ambientales en los ríos y cuerpos de agua, impactando negativamente a la ecología y las cadenas tróficas de los ecosistemas, dificulta el reúso y limita el desarrollo basado en el uso de este recurso. Por ello, una de los objetivos debe ser el aumentar sustancialmente la cobertura de saneamiento doméstico e industrial en toda la cuenca, principalmente, el impulso debe enfocarse al de tipo industrial por ser uno de los principales contaminadores.

En la Subcuenca Alta del Río Santiago, específicamente en la Zona Metropolitana de Guadalajara, donde se genera una gran parte de la contaminación que aqueja a la cuenca del Río Santiago, se han realizado la construcción de dos importantes plantas de tratamiento, con las que se ha incrementado considerablemente la cobertura de saneamiento en el corto plazo, estimando incluso un impacto significativo en la cobertura nacional. Estas dos importantes plantas de tratamiento de aguas residuales son las denominadas: Agua Prieta y El Ahogado, sin embargo aún persiste gran parte de la contaminación que se genera en la cuenca alta del Río Santiago.

En la industria algunas de ellas evaden su responsabilidad de tratar sus descargas; de parte del uso agrícola el empleo de agroquímicos impacta en la calidad del agua la cual no recibe ningún tratamiento previo a su descarga; la ganadería, salvo en muy contados casos como la industria porcícola, tratan sus descargas residuales. La problemática anterior impacta al suelo, agua y aire.

Dentro del rubro de la problemática de contaminación del agua se requiere promover un cambio en la voluntad política de los tres niveles de gobierno resaltando que a los municipios se le han conferido un sinnúmero de responsabilidades para las que generalmente carecen de recursos económicos, y/o personal técnico para enfrentarlos. Habrá que resaltar, además, que existe un círculo vicioso de bajas tarifas y recaudación.

Mediante las acciones estructurales en alcantarillado se debe impulsar y aumentar la captación de las aguas residuales domésticas en la zona urbana y rural de la Cuenca, que permitan su conducción hacia las plantas de tratamiento, y evitar la dispersión y exposición de la población a la contaminación y, así, mejorar las condiciones sanitarias y disminuir los riesgos que representan estas aguas.

Con el cumplimiento de acciones encaminadas a este fin, se pretende dar un mayor impulso a la población rural, como una de las zonas más vulnerables a sufrir enfermedades por la falta de este servicio básico y por deficiente atención médica.

Con los proyectos de saneamiento se pretende disminuir la contaminación del Río Santiago por vertidos por aguas residuales sin tratamiento, además, el contar con mayores volúmenes de agua residual tratada aumentará la posibilidad del intercambio de este tipo por agua de primer uso, pudiéndose disminuir las extracciones de agua de los acuíferos locales de Aguascalientes, Toluquilla y Atemajac, gravemente sobreexplotados.

6.3 Disminución del arrastre de sedimentos

El deterioro de los ecosistemas de la cuenca tiene múltiples orígenes, entre los que destacan la deforestación, la erosión, la sobreexplotación de los recursos hidrológicos superficiales y subterráneos y la contaminación por la descarga de aguas residuales a los sistemas hidrológicos.

La deforestación, sea por el aprovechamiento directo o por el uso del suelo en actividades agropecuarias y/o asentamientos urbano – industriales, ha sido una causa recurrente de alteración en las cuencas, originando el deterioro de los recursos bióticos, arrastre de materiales y pérdida de suelo, azolvamiento de cauces y cuerpos de agua y desequilibrios en los ciclos de las avenidas, con aumento de los picos y consecuentes desbordamientos e inundaciones por la respuesta instantánea del escurrimiento.

Todo cambio en un ecosistema, dependiendo de la magnitud, tiene repercusiones en la conservación de los recursos naturales y en las funciones o procesos que se dan hacia su interior; resiste alteraciones y variaciones de las características dentro de ciertos límites, fuera de los cuales pueden ya no funcionar los mecanismos homeostáticos o de regulación y romperse el equilibrio (ecológico), originando cambios en ocasiones difícilmente reversibles, con repercusiones hacia ecosistemas aledaños. Tal es el caso, por ejemplo, cuando por deforestación en laderas se desencadenan procesos erosivos (hídrica y eólica) de difícil control natural, con pérdida de suelo y aporte de azolves al sistema hidrográfico.

Se considera que las zonas de recarga son puntos muy importantes en una cuenca hidrológica y podrían considerarse como ecosistemas vitales o áreas prioritarias para su conservación. Igualmente se pueden tratar todas aquellas zonas cuya conservación redituaría beneficios en el control de la erosión, promoción de pesca y hábitat para la fauna silvestre, zonas para la recreación, amortiguación climática y las que brindan una serie de servicios ambientales.

La alteración de la vegetación en la cuenca ha originado cambios de los recursos faunísticos asociados y dificultado su conservación, además de, como se esbozó líneas arriba, consecuencias de erosión de los suelos, alteraciones del escurrimiento superficial y de recarga de acuíferos y, en general, cambios ecológicos desfavorables dificultan un desarrollo sustentable.

6.4 Disposición de residuos sólidos y lixiviados

Uno de los principales retos que se han generado en las cuencas y acuíferos que contribuyen a su agotamiento, alteración y contaminación de los ecosistemas vitales relacionados con los recursos hídricos, son la deforestación, erosión acelerada, pérdidas de suelo, disminución de capacidad de cauces y vasos por azolvamiento, sobreexplotación de los recursos naturales, eutrofización de cuerpos de agua, desarrollo de malezas acuáticas, deterioro de los principales cuerpos de agua y la falta de disposición controlada de residuos sólidos.

“Los sitios de disposición final son el punto más débil de los procesos de manejo de residuos municipales y esto resulta en vectores de contaminación ambiental que afectan directamente las fuentes de agua, la calidad del aire regional y, en ocasiones, a los asentamientos de población aledaños. La cuenca del Río Santiago que comprende cinco estados de la república, albergan ciudades medias, grandes y zonas conurbadas, se investigó y el resultado fue que siendo los ayuntamientos los responsables de manejo de residuos no lo hacen adecuadamente, obteniendo una calificación promedio de 76 en un sistema de 100 puntos. Esta calificación es “regular” e indica que los vertederos de la región son un factor de riesgo que puede estar ocasionando un nivel importante de contaminación de los ecosistemas municipales y regionales.”

Los señalamientos sobre los problemas ambientales que ocasionan los sitios de disposición final no son recientes, desde hace un par de décadas que se ha alertado sobre los riesgos de contaminación no controlada que se originan en los grandes entierros de basuras municipales (Breen 1990, Restrepo et al. 1991).

El basurero de la ciudad de Tepic en tiempo reciente fue descrito como un sitio “que no cumple ni por asomo con las disposiciones de relleno sanitario” (Encinas et al. 1996).

Los estudios arrojaron que los lixiviados se filtraban al subsuelo y alcanzaban el acuífero, llevando consigo una carga de residuos peligrosos, en particular metales pesados como cadmio, plomo, zinc, cromo, níquel y arsénico (Israde et al. 1999, 2005).

Los vectores de contaminación que se originan en los vertederos y rellenos sanitarios han sido descritos en detalle por Robles, quien señala que las causas principales de la contaminación ambiental en sitios de disposición final son el biogás y los lixiviados (Robles 2008). Robles afirma que se ha mejorado el manejo y la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios que pueden controlar estos dos vectores de contaminación. Sin embargo, la mayoría de sitios de disposición de residuos en zonas urbanas en la cuenca todavía no pueden clasificarse como

rellenos sanitarios, persistiendo los tiraderos y los diversos tipos de vertederos municipales.

La falta de infraestructura, de personal y de recursos para una operación adecuada en los sitios de disposición final de los residuos sólidos, no permite cumplir cabalmente con las disposiciones normativas en materia ambiental en la cuenca. Los procesos de disposición final en los municipios urbanos de la cuenca son un punto problemático que es el origen de contaminación local y regional tanto por el manejo del gas metano que se libera a la atmósfera, como por la falta de control de los lixiviados con residuos peligrosos que escapan de los vertederos.

Los escurrimientos de lixiviados fuera del sitio contaminan fuentes de agua y afectan un sector pequeño (pero importante) de la población regional. En la minoría de casos hay afectaciones graves, en otros casos las afectaciones son serias. En cualquier escenario, el punto es que no debería tenerse escape de lixiviados que contaminen el agua y afecten a la población.

La disposición final de residuos es un proceso complejo y que tiene un costo significativo para las finanzas de un municipio. Por lo anterior, un sitio que opera como relleno sanitario requiere personal directivo profesional con conocimientos y experiencia en este tipo de actividades, trabajadores especialistas (para operación de maquinaria y organización de la disposición) y también requiere de un presupuesto anual de acuerdo con el tamaño del sitio y el tonelaje de residuos que recibe semanalmente.

Además de lo anterior, la gestión sustentable de residuos demanda un compromiso ambiental del presidente y su cabildo, el desarrollo de políticas públicas apropiadas y campañas de educación ambiental para involucrar a la población¹³.

6.5 Aplicación de la normatividad

No cabe duda que uno de los aciertos de la legislación mexicana en materia de agua, es la inclusión de la planeación hídrica en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y las Leyes respectivas en planeación nacional. Se establece como un proceso obligatorio y participativo buscando que en ningún momento el agua se transforme en una limitante para el desarrollo, procurando que se maximicen los beneficios sociales y económicos de manera equitativa, y se ubique siempre al ser humano como el centro de todas las acciones.

Además, la LAN establece como ordenamiento no comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales, de tal manera que se mantenga o se restablezca, en su caso, el equilibrio entre la disponibilidad y el aprovechamiento del agua, buscando

¹³ *Riesgo de contaminación por disposición final de residuos, en la región centro occidente de México, Gerardo Bernache Pérez, CIESAS, México 2011.

atender la demanda con base en la oferta. La consideración de los diversos usos y usuarios del agua en esquemas de gestión conjunta con el suelo y los recursos relacionados, favorecerá el desarrollo sustentable del sector.

La escasez del agua y la competencia por los diferentes usuarios demandantes, crea conflictos y tensión social que incluso pueden poner en riesgo el desarrollo y la gobernabilidad. Cubrir los requerimientos globales del recurso en una cuenca lleva implícito la elaboración y aplicación de esquemas de planeación que definan las formas de aprovechamiento de un recurso finito, así como satisfacer la demanda con base en el uso óptimo y racional.

No pueden seguirse aplicando modelos autoritarios para mantener la gobernabilidad, teniendo a la sociedad al margen de la toma de decisiones de asuntos que van dirigidos a ella. Los Consejos de Cuenca es una forma con la que se puede alcanzar la gobernanza en materia de agua.

Por otra parte, es necesario vigilar que los usuarios efectivamente hagan uso como máximo de su volumen concesionado, así como verificar que se cumpla con las condiciones particulares de descarga para aguas residuales, o en su defecto con los límites máximos permisibles que marca la NOM-001-ECOL-1996, según su disposición final.

Con el propósito de enfocar mayores esfuerzos para la gestión de los problemas en la cuenca, se han creado varias Comisiones de Cuenca del Río Santiago (del Río Calderón, de la Laguna de Cajititlán, Altos de Jalisco, Laguna de Santa María del Oro, Río Mololoa, Acuífero Ojo Caliente - Aguascalientes – Encarnación y Laguna de Cajititlán y Río Los Sabinos), que a través de sus grupos especializados, y los de los Consejos de Cuenca, se procura fomentar el uso eficiente del agua en la agricultura y las grandes ciudades, la conservación de suelos y el agua, el saneamiento de las aguas residuales y su reúso, el fomento de una mayor cultura del agua y el bosque, que en conjunto permitan conservar y preservar los bienes y servicios ambientales en las zonas existentes y en las que ya han sido degradados. Todos estos grupos, junto con los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas, los Consejos Ciudadanos Estatales, permiten traducir en reglamentos, planes, programas y acciones los principios de política hídrica en cuencas y acuíferos.

En la región, el Organismo de Cuenca actualiza constantemente los estudios sobre Balance Hidráulico y Disponibilidad Superficial de todas las cuencas hidrológicas de la Región, y de igual forma para sus acuíferos, con el propósito de contar con los elementos suficientes para otorgar o negar concesiones por el uso de las aguas nacionales, con el objeto de coadyuvar a restablecer el equilibrio hidráulico en las cuencas y acuíferos sobreexplotados y mantener la disponibilidad en el resto. Para ello se basa en la operación y mejoramiento de la red de estaciones climatológicas e hidrométricas, y actualmente se encuentra en diseño el Sistema de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua, a partir del cual se pretende

dar a conocer en forma oportuna las principales características sobre este recurso en la región.

Sin duda alguna, uno de los principales retos de política hídrica a enfrentar sigue siendo lograr la autosuficiencia financiera del sector, donde uno de los primeros pasos a seguir es por sí mismo otro reto, y que es el reconocimiento de la sociedad de la necesidad de contribuir con el pago justo y oportuno de los servicios que recibe, como parte de una verdadera cultura del agua. A nivel doméstico, a través de la implementación de medidas formuladas en estudios de Diagnósticos y Planeación Integral para el mejoramiento de los Sistemas de Agua potable, Alcantarillado y Saneamiento de las principales ciudades, se procura aumentar la capacidad de recaudación de los Organismos Operadores municipales, que les permita, entre otros fines, solventar sus costos de financiamiento para la operación, conservación, rehabilitación y ampliación de los servicios que prestan. En el sector agrícola, sólo a través del fortalecimiento en la capacidad productiva de los agricultores para mejorar sus ingresos se podrá comenzar a cobrar cuotas por el uso del recurso. Actualmente, a través de su participación en el financiamiento de diversas obras que se desarrollan, y para solventar los costos de operación y mantenimiento menor de la infraestructura que les ha sido transferida, se ha resarcido en parte esta carencia.

Propuestas de acción para la aplicación de la normatividad:

- Establecer un Convenio de Distribución de las Aguas Superficiales y Subterráneas en la Cuenca del Río Santiago.
- Disminución de volúmenes concesionados a la agricultura ajustándose a la disponibilidad real de cuencas y acuíferos.
- Ajustar la transferencia de derechos entre usuarios a partir de los volúmenes netos consumidos (uso consuntivo) y no los concesionados.
- Reglamentar el uso de agua en las cuencas y acuíferos.
- Determinar y difundir la disponibilidad real de las aguas superficiales, tomando en cuenta las necesidades ambientales.
- Realizar estudios de Balance Hidráulico y Disponibilidad en todos los acuíferos sobreexplotados
- Eficientar los sistemas de conducción-distribución en las grandes ciudades, distritos y Unidades de Riego.
- Aplicar la norma NMX-AA-159-SCFI-2012 para considerar el caudal ecológico y destinar parte del agua recuperada para cubrir este aspecto en forma constante.
- Dar prioridad a las acciones que propicien la reducción de la demanda.
- Verificar que exista disponibilidad de agua en las cuencas y acuíferos que se pretendan utilizar para exportación de agua hacia otras cuencas o regiones.
- Mejorar los sistemas de información y medición regional para conocer en forma más precisa y oportuna la situación del recurso hidráulico en la Cuenca.

- Compartir bases de datos sobre los recursos hídricos entre dependencias e instituciones del sector
- Aumentar los recursos humanos y financieros para ampliar las acciones de inspección y vigilancia.

Se propone esto como una estrategia general para asegurar que la cuenca del Río Santiago cuente con una estructura de gobierno sólida, con capacidad suficiente para gestionar los recursos hídricos de forma corresponsable y sustentable, y asegurar una mejor y más equilibrada distribución de competencias de fomento, regulación y prestación de los servicios de agua y saneamiento, con responsabilidades de los tres órdenes de gobierno, para lograr un Sistema de Gestión Regional del Agua más equilibrado, capaz de responder a los desafíos presentes y futuros del agua.

6.6 Implementación del programa de ordenamiento territorial (POT)¹⁴

“El Ordenamiento Territorial es un instrumento político que permite lograr la eficiencia económica del territorio garantizando, al mismo tiempo, su cohesión social, política y cultural en condiciones de sustentabilidad. En particular, es una estrategia que, al considerar plenamente la dimensión espacial, tiene como objetivo hacer no sólo compatibles sino complementarias las aspiraciones locales y regionales con las orientaciones nacionales (**SEDATU, 2015**). Es un instrumento que contempla el análisis territorial y la planeación u ordenación propiamente dicha, como un concepto integral de desarrollo social, económico, cultural y ambiental; cuya misión es establecer las pautas de actuación y las regulaciones y normas necesarias que permitan una dinámica de transformación del espacio que acerque a los objetivos del ordenamiento territorial” **CUNURBA, MEXICO 2015**.

Objetivos que persigue el POT

Vincular la planeación del desarrollo territorial, con el ordenamiento ecológico y el desarrollo urbano, para orientar el uso óptimo del territorio e impulsar el desarrollo sustentable de las actividades económicas, igualmente determina las políticas públicas territoriales que impulsarán el desarrollo regional desde el ámbito estatal, y que se vincularán con las políticas de agua, vivienda, infraestructura, gestión de riesgos y desarrollo agrario.

Integrar en un mismo instrumento de planeación los diferentes instrumentos de planeación ambiental y territorial actuales y con los sectoriales relacionados con el desarrollo territorial.

¹⁴ Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, (SEDATU), 15 marzo 2015.

Establecer las bases para realizar los proyectos estratégicos identificando las potencialidades y oportunidades para el desarrollo y las condicionantes para llevarlos a cabo, en cada subcuenca.

Sentar las bases para que, sirva de plataforma para los programas municipales y metropolitanos en el ámbito territorial.

Objetivos particulares

Para el ordenamiento ecológico territorial:

Revisar y en su caso modificar los lineamientos y criterios de regulación ambiental para el establecimiento de las zonas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, de acuerdo a las vocaciones de aprovechamiento del territorio estatal, de conformidad con los Programas Estatales de Ordenamiento Ecológico Territorial vigente.

Formular, ejecutar y evaluar los proyectos, medidas y acciones que conlleven al ordenamiento y administración sustentable del territorio de cada estado.

Establecer las bases para gestionar, conservar y preservar las aguas de jurisdicción estatal así como las zonas de recarga de mantos acuíferos, a fin de lograr el desarrollo sustentable de la entidad.

Para el ordenamiento territorial:

Determinar las políticas públicas territoriales para las regiones y subregiones del estado, de conformidad con las metodologías para la elaboración de Programas Estatales de Ordenamiento Territorial vigentes en la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (**SEDATU**), como herramienta para regular, restringir, autorizar, controlar y vigilar la utilización de los usos del suelo del estado, mediante su diversificación y eficacia.

Especificar las políticas que conlleven a la fundación, consolidación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población y de las reservas territoriales de la entidad, privilegiando en todo momento la redensificación poblacional y su regulación ambiental.

Establecer las bases para el uso del suelo y desarrollo de las actividades económicas, así como el mejor aprovechamiento del territorio y sus recursos naturales.

Para el desarrollo urbano:

Revisar y en su caso modificar las políticas públicas del sistema de ciudades de los estados contenidas en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano vigente, para la construcción, mantenimiento y conservación de la infraestructura pública y del equipamiento urbano en todos los municipios de los estados.

Promover el adecuado suministro de los servicios públicos, mediante su mejoramiento, eficientización y fomento a la implementación de fuentes renovables de energía y el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos.

Definir las políticas públicas de vivienda, así como proyectos y acciones habitacionales, privilegiando las necesidades sociales de la población. CUNURBA, MEXICO 2015.

Así el Ordenamiento Territorial es un proceso político, en la medida que involucra toma de decisiones concertadas de los factores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio. Asimismo, es un proceso técnico administrativo porque orienta la regulación, promoción de la localización y desarrollo de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial, así como la de los asentamientos humanos.

El Ordenamiento Territorial es un instrumento que tiene como fin último la distribución equilibrada de la población y sus actividades económicas, contribuye a la consecución de los objetivos del desarrollo nacional, estatal y municipal en su dimensión territorial, y permite entre otras cosas, llevar a cabo procesos eficientes de reubicación de la población asentada en zonas de riesgo.

En consecuencia, para garantizar el desarrollo del territorio, es necesario orientar procesos de ordenamiento territorial, que lleven a la distribución equilibrada de la población y sus actividades económicas, tomando como punto de partida el aprovechamiento de la vocación y el potencial productivo de cada subcuenca.

La definición de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la LAN (Art. 3-XXIX) no deja dudas sobre una planeación que no comprometa la sustentabilidad de los ecosistemas y persiga el desarrollo sustentable. Se reconoce la importancia que revisten los ecosistemas como reguladores de la cantidad y calidad del agua, y la necesidad de un enfoque integral como estrategia para la gestión de suelo, agua y recursos bióticos. Es por ello que se tiene que contemplar la integración de todos aquellos factores físicos, bióticos, económicos, tecnológicos y sociales que permitan la sustentabilidad de los recursos, poniendo especial atención en la conservación de las cuencas de cabecera, las áreas naturales y los servicios ambientales que brindan los diferentes factores del ambiente.

La gestión actual del agua tendrá que eliminar la desigualdad en el suministro y la degradación de las fuentes, dando atención prioritaria a los conflictos sociales.

Todas las acciones que se propongan no tendrán el efecto deseado si no se tiene realmente la participación activa de la sociedad.

Acciones coyunturales de apoyo para el Ordenamiento Territorial:

Promover la implantación de la transversalidad del agua.

Establecer zonas prioritarias comunes entre dependencias para el manejo sustentable del agua, bosque y suelos, a nivel microcuenca.

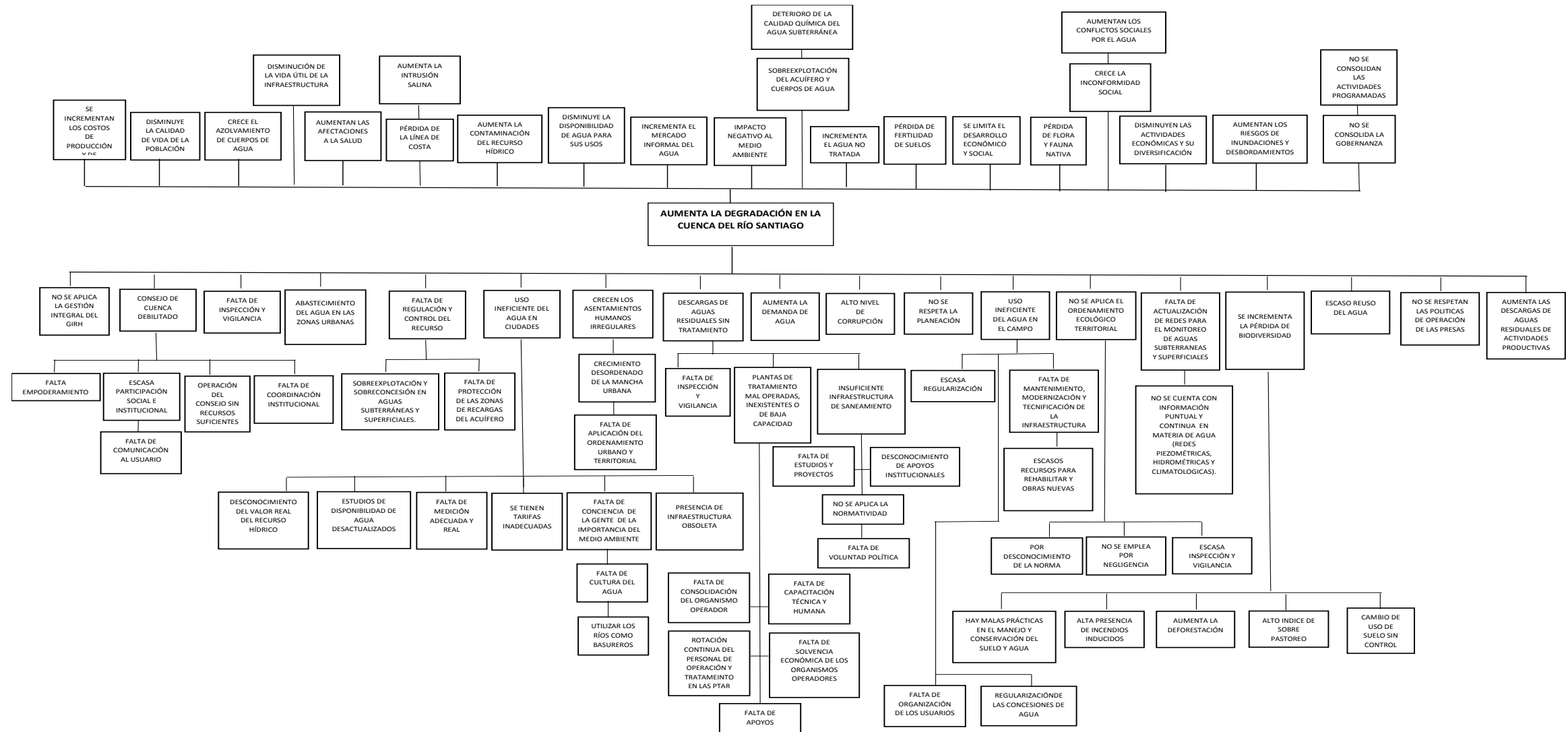
Garantizar la factibilidad técnica, ambiental, social y económica de las obras hidráulicas.

Minimizar los impactos negativos en los suelos y la vegetación a través de acciones de mitigación, durante la construcción y operación de las grandes obras hidráulicas, para no afectar las componentes que propician la ocurrencia del ciclo hidrológico

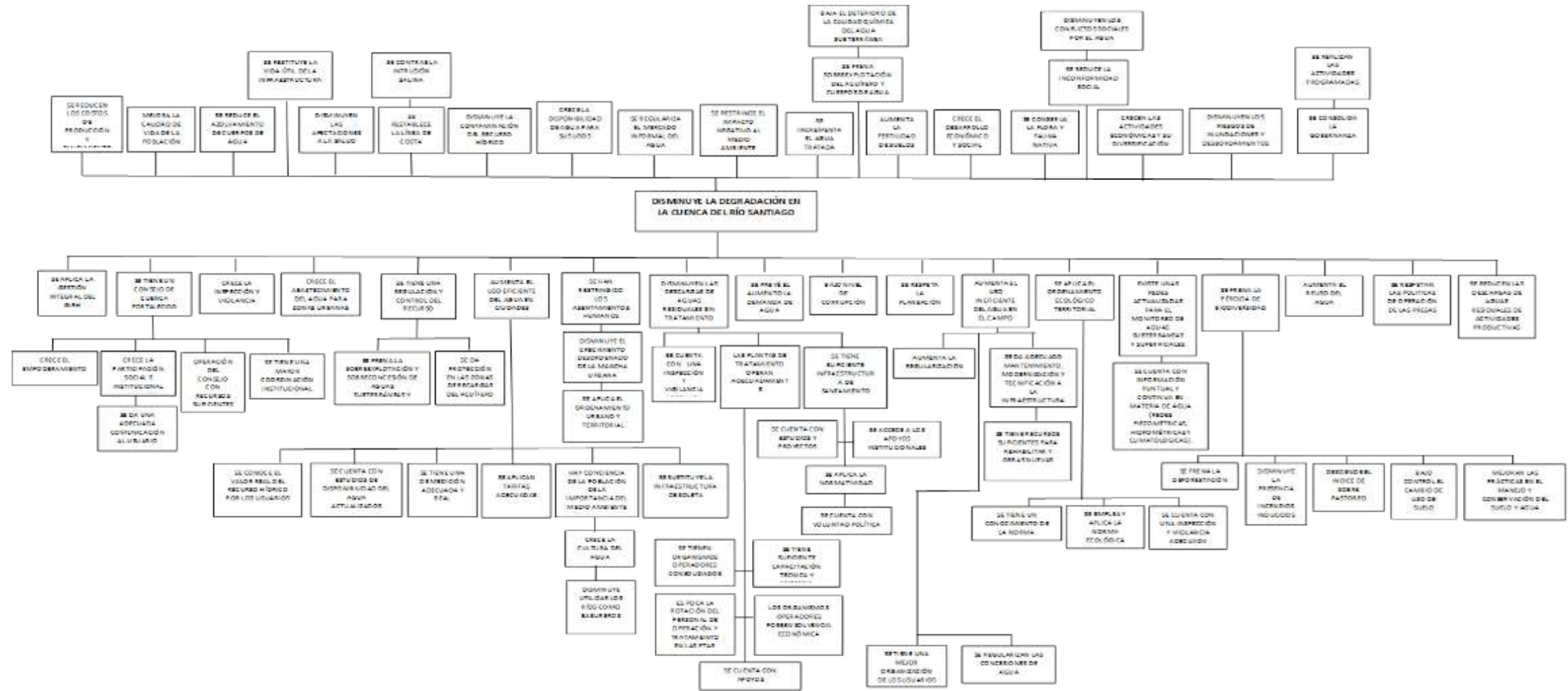
ANEXOS

Los resultados de cada uno de los talleres y del trabajo de gabinete, se presentan en los siguientes diagramas:

A1. Árbol de problemas (Diagnóstico participativo).



A2. Árbol de objetivos.



Del árbol de estrategias se obtuvieron los siguientes programas necesarios para paliar la problemática detectada en el árbol de problemas:

PROGRAMAS

Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos

- Programa de Participación Social para el fortalecimiento de los órganos auxiliares y funcionales del Consejo de Cuenca.
- Programa de fortalecimiento de la Gerencia Operativa
- Programa de seguimiento y compromisos del CCRS

Programa de inspección y vigilancia (este programa se vinculara en varias aplicaciones dependiendo de su naturaleza)

Programa de Ordenamiento, Regulación y Control de Acuíferos

- Programa para Protección y recarga de acuíferos
- Programa de inspección y vigilancia
- Programa de Estudios de Disponibilidad y Calidad del Agua
- Programa para aumentar y actualizar las redes piezométricas para el monitoreo de acuíferos

Programa de Ordenamiento, Regulación, Control y Distribución de Aguas Superficiales

- Programa de Estudios de Disponibilidad y calidad del agua
- Programa para aumentar y actualizar las redes hidrométricas y climatológicas para contar con información real y continua de los cuerpos de agua
- Programa de inspección y vigilancia

Programa de Uso Eficiente del Agua en las Ciudades

- Programa de eficientización de sistemas de agua potable
- Programa de operación y medición
- Programa de eficiencia de procesos administrativos
- Programa de análisis tarifario
- Programa de Cultura del Agua

Programa para la reforma de la Ley de Asentamientos Humanos

- Programa de Desarrollo Urbano y Territorial
- Programa para evitar invasión de zonas federales
- Programa para aplicar el cambio y uso del suelo
- Programa de inspección y vigilancia
- Programa para la aplicación de los Planes Parciales de desarrollo municipal
- Programa para aplicar Uso y trazos del municipio
- Programa para el manejo y conservación de áreas naturales

- Programa de Ordenamiento Territorial
- Programa de infraestructura de agua potable
- Programa de difusión y divulgación
- Programa de Cultura del Agua

Programa de Saneamiento

- Programa de disposición de residuos sólidos
- Programa de operación, construcción, rehabilitación y ampliación de PTAR´s
- Programa de saneamiento agropecuario
- Programa de saneamiento industrial
- Programa de alcantarillado sanitario
- Programa de inspección y vigilancia
- Programa de Cultura del Agua
- Programa de difusión de apoyos institucionales

Programa de Uso Eficiente del Agua en el Campo

- Programa para la rehabilitación, modernización y tecnificación de la infraestructura
- Programa de uso y conservación de suelos
- Programa de regulación
- Programa de inspección y vigilancia
- Programa para combatir las malas prácticas agrícolas

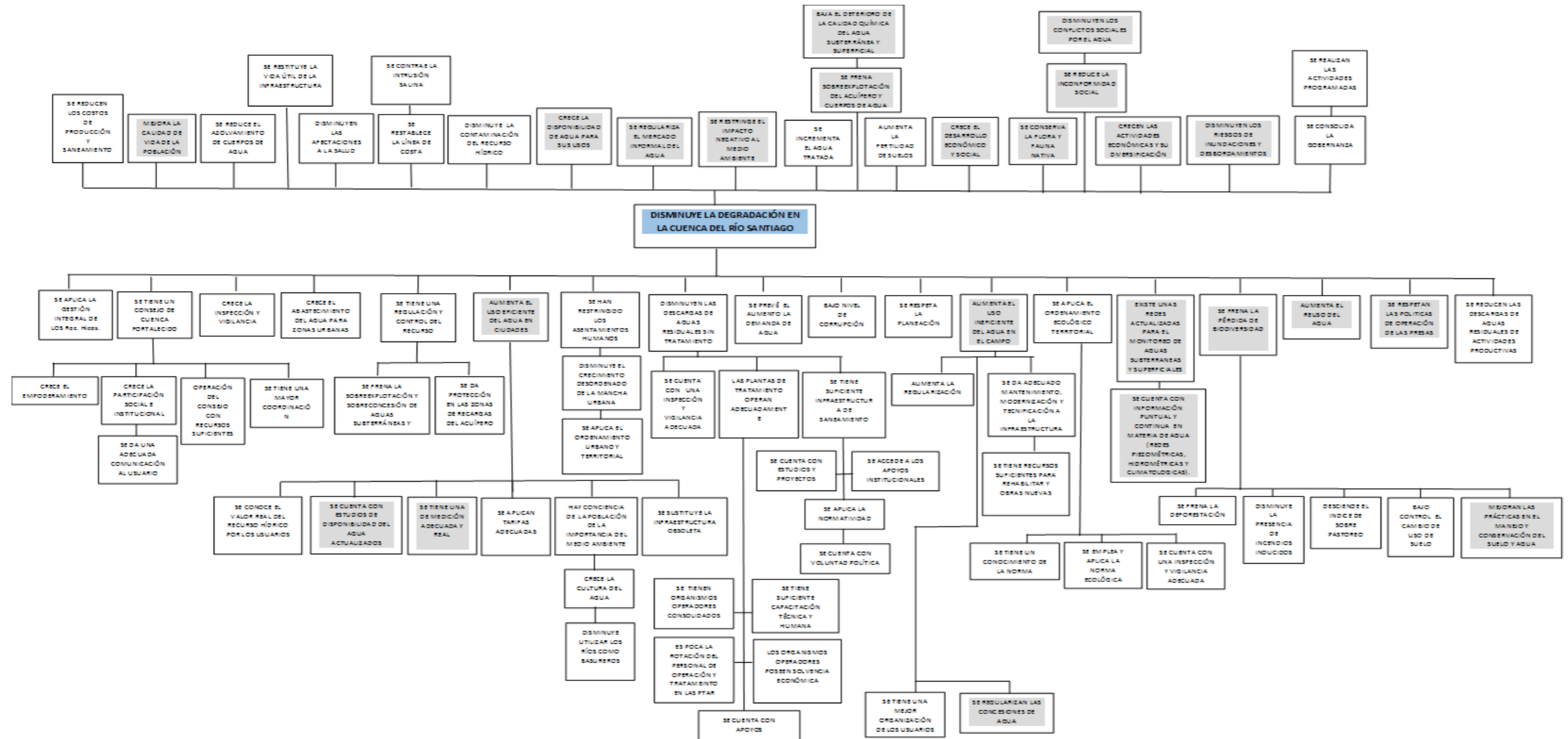
Programa de reforestación

- Programa de control de incendios
- Programa para combatir las malas prácticas de pastoreo, agostadero y cultivo

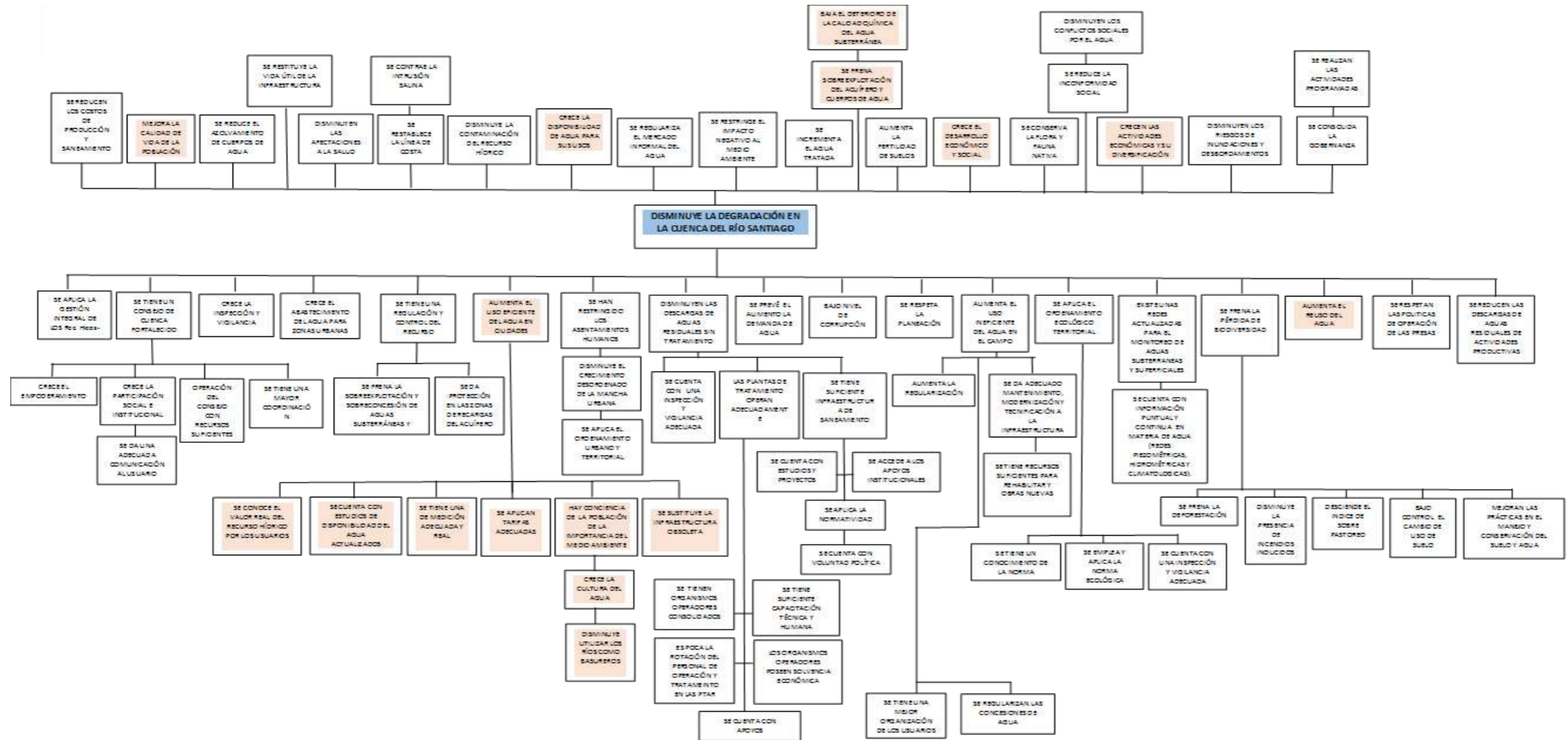
Programa anticorrupción

- Programa de inspección y vigilancia

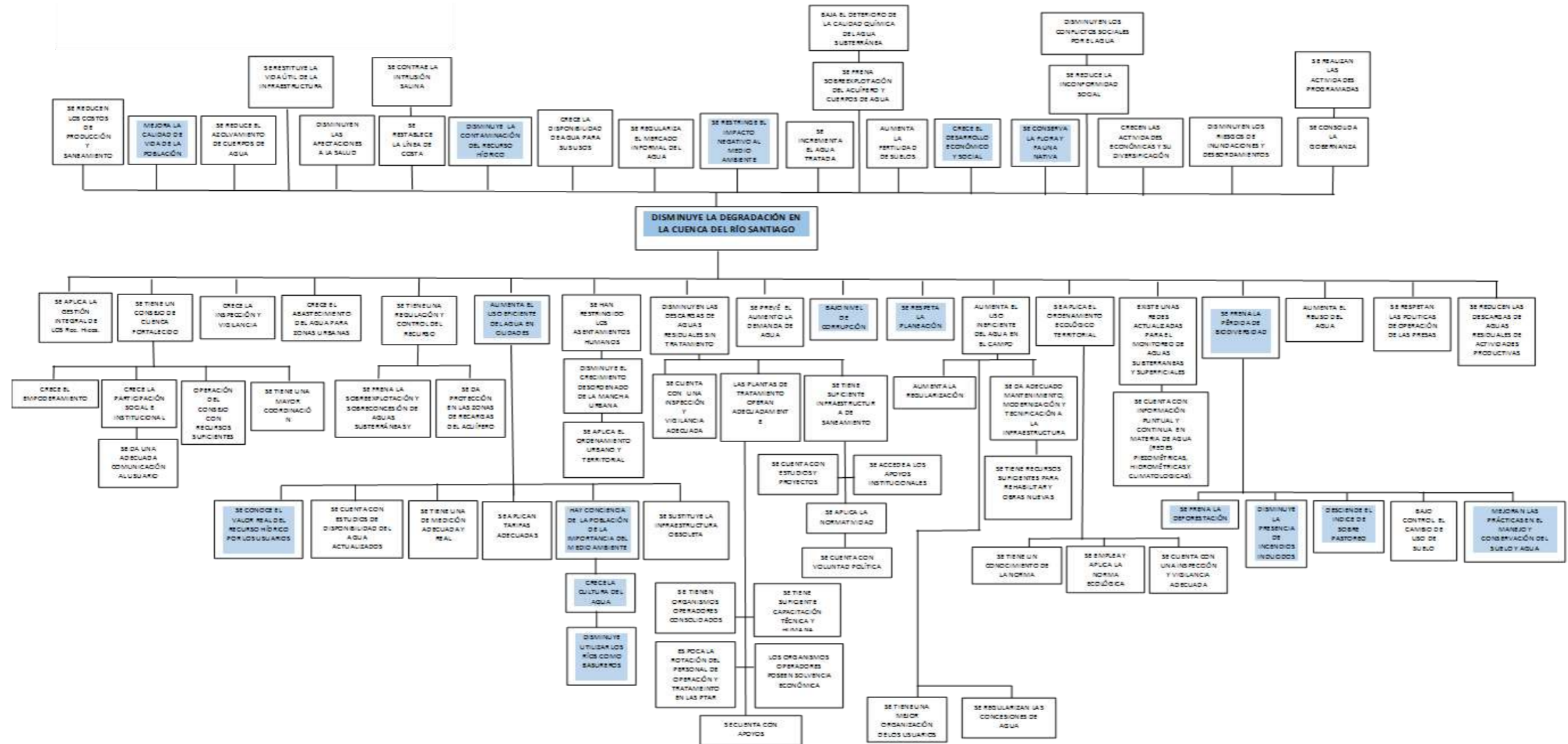
A4. IV Programa de Ordenamiento, Regulación y Control de Aguas Superficiales.



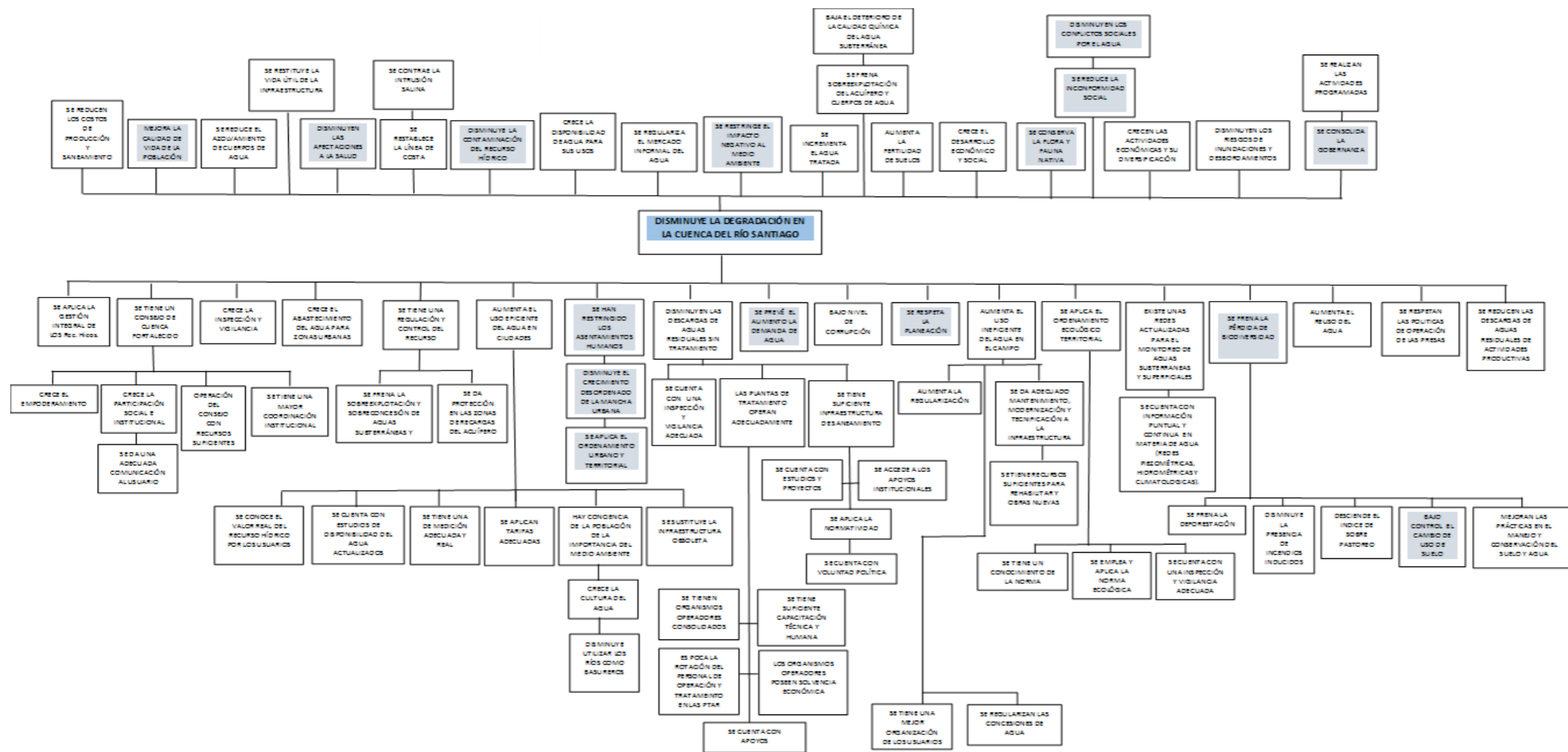
A4. V Programa de Uso Eficiente del Agua en las Ciudades.



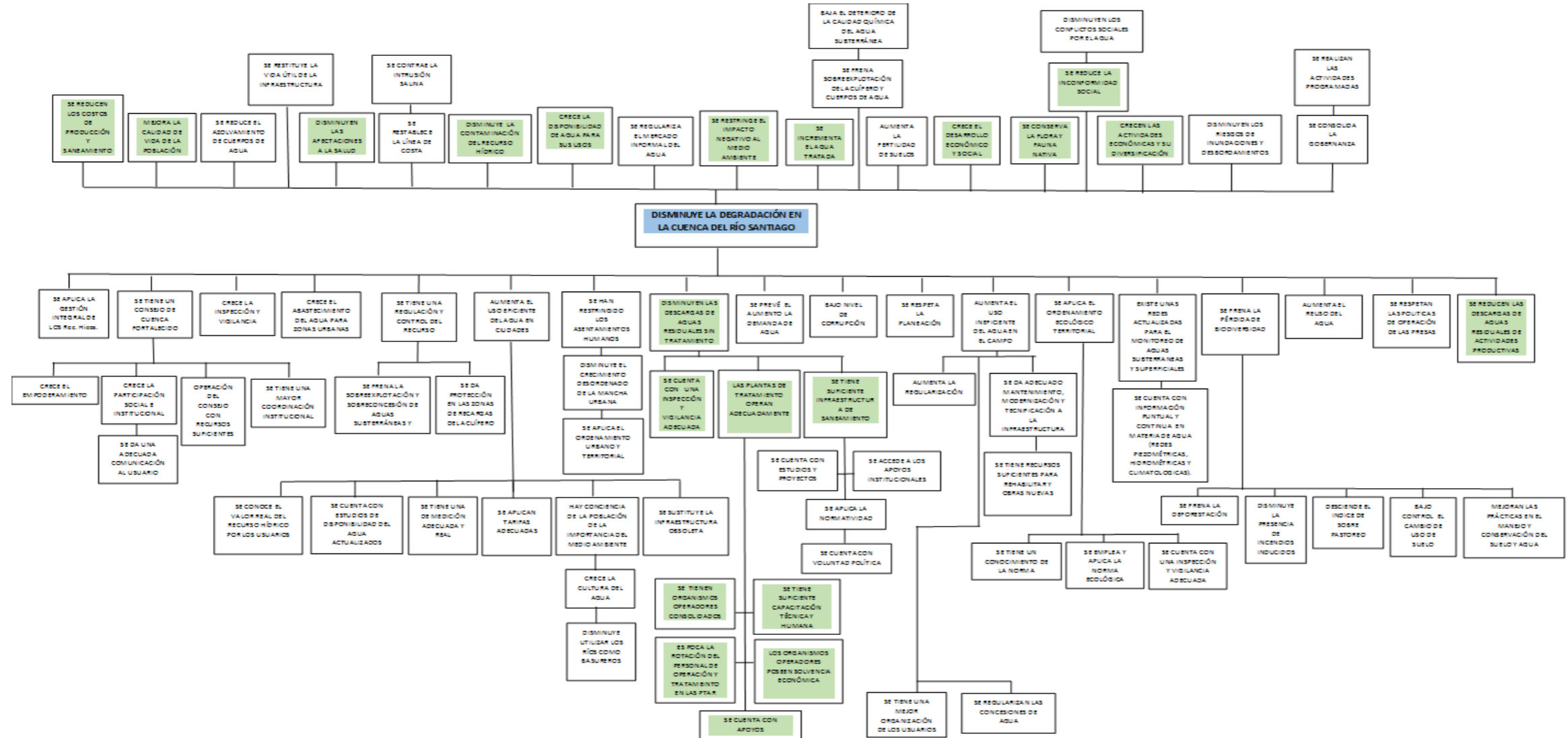
A4. VI Programa de Cultura del Agua.



A4. VII Programa para la Reforma de la Ley de Asentamientos Humanos.



A4. VIII Programa de Saneamiento.



A5. Listado de localidades de la cuenca del Río Santiago.

CIUDADES DE MAS DE 50,000 HABITANTES

| ESTADO | CIUDAD | SUBREGIÓN |
|----------------|-----------------|---------------|
| Aguascalientes | Aguascalientes | Alto Santiago |
| Jalisco | Guadalajara | Alto Santiago |
| | Lagos de Moreno | Alto Santiago |
| | Tepatitlán | Alto Santiago |
| | Tlaquepaque | Alto Santiago |
| | Zapopán | Alto Santiago |
| | Tonalá | Alto Santiago |
| Nayarit | Tepic | Bajo Santiago |

CIUDADES MAYORES DE 20,000 HAB. Y MENORES DE 50,000 HAB.

| ESTADO | CIUDAD | SUBREGIÓN |
|----------------|-----------------------|---------------|
| Aguascalientes | Jesús María | Alto Santiago |
| | Pabellón | Alto Santiago |
| | Rincón de Romos | Alto Santiago |
| Jalisco | Encarnación de Díaz | Alto Santiago |
| | Jalostotitlán | Alto Santiago |
| | San Juan de los Lagos | Alto Santiago |
| | San Miguel el Alto | Alto Santiago |
| | Teocaltiche | Alto Santiago |
| | Nuevo México | Alto Santiago |
| | Tesistán | Alto Santiago |
| | Zapotlanejo | Alto Santiago |
| | Tequila | Bajo Santiago |
| Zacatecas | Jerez | Bajo Santiago |

NUMERO DE LOCALIDADES MAYORES DE 2,500 HAB. Y MENORES DE 20,000 HAB.

| ESTADO | NUMERO DE LOCALIDADES | SUBREGIÓN |
|----------------|------------------------------|------------------|
| Jalisco | 52 | Alto Santiago |
| Aguascalientes | 17 | Alto Santiago |
| Guanajuato | 1 | Alto Santiago |
| Zacatecas | 11 | Alto Santiago |
| Total | 81 | |
| Jalisco | 6 | Bajo Santiago |
| Zacatecas | 5 | Bajo Santiago |
| Nayarit | 4 | Bajo Santiago |
| Total | 15 | |

FUENTE: XIII CENSO DEFINITIVO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010, INEGI.

BIBLIOGRAFÍA

- Base de Referencia para los Suelos del Mundo. FAO/UNESCO, 1998.
- Cálculo de la precipitación media anual con base en datos del Sistema Clima Computarizado (Clicom), actualizados al 2009.
- Estadísticas del Agua en México 2013, CONAGUA.
- Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2006; CONAGUA.
- Programa Hídrico Regional Visión 2030 2012, Comisión Nacional del Agua.
- Estimado con los datos del año 2003, precargados en el MIPRODOH por la Gerencia de Planeación Hidráulica, CONAGUA 2006.
- Crecimiento del PIB nacional en el período 2001-2005, BANXICO.
- Diagnóstico y Planeación Integral del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Metropolitana de Guadalajara, SIAPA 2003.
- Estudio de disponibilidad de la Cuenca del Río Santiago, subgerencia Técnica, CONAGUA 2005.
- Riesgo de contaminación por disposición final de residuos, en la región centro occidente de México, Gerardo Bernache Pérez, CIESAS, México 2011.