



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, COMO
INSTRUMENTO DE GESTIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ,
MÉXICO.**

PRESENTA:

Mónica Elena Ortíz Liñán

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Patricia Julio Miranda

ASESORES:

Dr. Valente Vázquez Solís

Dr. Álvaro Gerardo Palacio Aponte

Junio 2012

A **Dios** por darme la fuerza y salud para poder realizar esto que tanto disfruto y me llena.

A **mis padres** Jorge y María Elena por apoyarme e impulsarme siempre, por estar conmigo, los amo.

AGRADECIMIENTOS

La Maestría en Ciencias Ambientales recibe apoyo a través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), por lo que agradezco a CONACYT el otorgamiento de la Beca-Tesis. Becario No. 230656.

A la Dra. Patricia Julio Miranda por tu dirección, por darme la libertad para desarrollar este proyecto que hoy da el primer fruto. Por tu amistad y apoyo en todo momento, gracias Pati.

Al Dr. Valente Vázquez Solís, por compartir tus conocimientos, experiencia, consejos, orientación y apoyo. Por tu amistad incondicional e impulso, por CREER en mí, gracias querido amigo Valente.

Al Dr. Álvaro Gerardo Palacio Aponte y la Dra. María Catalina Alfaro de la Torre por su tiempo, dedicación y aporte a este trabajo.

Al Dr. Juan Antonio Reyes Agüero porque gracias a él aprendí Ecología, por su excelente cátedra, por su exigencia y disciplina.

A mi familia y amigas: Jeanet, Kelly, Brenda, Oly, Laura. A mi hermana Ángeles y cuñado Daniel. A Ana Pao y Luistio. Porque siempre encuentro en ustedes inspiración para seguir trabajando.

A mi querido Jorge Muñoz Rosas, por apoyarme con sus extensos conocimientos de Sistemas de Información Geográfica y programación, por creer. Te quiero hermano.

Al Dr. Miguel Aguilar Robledo, Coordinador de Ciencias Sociales y Humanidades por el apoyo y facilidades otorgadas para cursar los estudios de Maestría.

A mis amigos del posgrado Memo, Mary, Rocío y Paulina, que compartimos extraordinarios momentos y alguno que otro sufrimiento que hoy se vuelve una gran recompensa. Y a Pepe Meléndez por su amistad y apoyo.

Especial agradecimiento al INTERAPAS, en particular al Ing. Raúl Ramírez Moreno Sotil, Subdirector de Construcción y Supervisión y al Ing. Roberto Valenciano Hidalgo, Director del Departamento de Operación y Mantenimiento, por su disposición y tiempo para apoyar esta investigación.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.	3
PROBLEMÁTICA	5
IMPORTANCIA DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.	5
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS PARTICULARES	8
CAPÍTULO I	10
CONSIDERACIONES TEÓRICO-METODOLÓGICAS Y SUSTENTABLES SOBRE LA GESTIÓN DEL RECURSO AGUA	10
1.1. LA IMPORTANCIA DEL RECURSO AGUA EN EL CRECIMIENTO URBANO Y LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	11
1.1.1. EL RECURSO AGUA EN AMÉRICA LATINA	17
1.1.2.	17
1.1.2. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA PLANEACIÓN Y EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS.	18
1.1.2.1. La gestión del agua	19
1.1.2.2. Consideraciones conceptuales sobre la gestión del agua	24
1.1.2.3. La gobernabilidad	25
1.1.2.4. La política pública	28
1.1.2.5. Gestión integral de los recursos hídricos en México	29
1.2. ANTECEDENTES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SIG EN LA GESTIÓN DE AGUA.	36
CAPÍTULO II	41
FACTORES, PROBLEMAS Y ACTORES PRINCIPALES EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.	41
2.1 COMPONENTES Y PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS AL RECURSO AGUA Y SU GESTIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO.	41
2.1.1. ENTORNO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.	41
2.1.2. PROBLEMÁTICA DE LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ EN TORNO AL RECURSO AGUA.	44
2.2 ACTORES Y FACTORES POLÍTICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS.	47
2.3 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL RECURSO.	53
CAPÍTULO III	59

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SIG.	59
3.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL SIG	59
3.2 MODELO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA DEL SIGAGUA	61
3.2.1 ENTREVISTAS.	62
3.2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	63
3.2.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	63
3.2.4. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	65
3.2.4.1. Modelo Conceptual	66
3.2.4.2. Modelo lógico	67
3.2.4.3. Modelo físico	68
3.2.5. BÚSQUEDA DE LA PLATAFORMA ADECUADA PARA INTEGRAR EL SIGAGUA.	69
3.2.6. OPCIONES DEL SIG.	73
3.3 APLICACIÓN DEL SIG A UNA REGIÓN DE LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.	76
CAPITULO IV	77
CONCLUSIONES.	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

Índice de Figuras

Figura 1. 1 Componentes de la Gestión Ambiental	19
Figura 1. 2 Aspectos generales considerados por el MIRH	23
Figura 1. 3 Procesos de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos.	32
Figura 2. 1 Proceso de Gobernabilidad del agua.	48
Figura 2. 2 Organigrama general del INTERAPAS	54
Figura 3. 1 Metodología del SIG	60
Figura 3. 2 Metodología del SIGAGUA	62
Figura 3. 3 Definición de la Base de Datos Relacional del SIGAGUA	66
Figura 3. 4 Definición de la Base de Datos Relacional del SIGAGUA	67
Figura 3. 5 Modelo lógico del SIGAGUA	68
Figura 3. 6 Modelo lógico del SIGAGUA	70
Figura 3. 7Página principal del SIGAGUA-Google Earth	72
Figura 3. 8 Vista preliminar de impresión	73
Figura 3. 9 Vista preliminar de impresión	74
Figura 3. 10 Problemas y aportes que justifican el desarrollo de un modelo de datos espaciales como SIGAGUA.	75

Índice de Tablas

Tabla 1. 1. Objetivos estratégicos. Consejo Mundial del Agua, 2010.	15
Tabla 2. 1 Estadísticas de Medio Ambiente en San Luis Potosí.	41
Tabla 2. 2 Crecimiento de población en número de habitantes 1960 - 2010.	46
Tabla 2. 3 Marco jurídico sobre el cual sustenta su operación INTERAPAS	52
Tabla 3. 1 Ejemplo de la tabla de atributos de pozos ubicados en la ciudad de San Luis Potosí	71

Tabla de abreviaturas.

AGEB – Área Geoestadística Básica.

CEA – Comisión Estatal del Agua.

CGPV – Censo General de Población y Vivienda.

CNA – Comisión Nacional del Agua.

GA – Gestión Ambiental.

GIA – Gestión Integral del Agua.

GIRH – Gestión Integral de los Recursos Hídricos.

INEGI – Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INTERAPAS – Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y servicios conexos de los Municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez.

MIRH – Manejo Integral de los Recursos Hídricos.

O.O. – Organismo Operador.

PIB – Producto Interno Bruto.

PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

PUMAGUA – Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM.

SIG – Sistema de Información Geográfica.

SIGAGUA – Propuesta de Sistema de Información Geográfica del recurso Agua.

UASLP – Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital para el funcionamiento de los ecosistemas, la vida, el crecimiento de la población, el desarrollo de la agricultura y las actividades productivas. Es vulnerable debido a que el uso y manejo no sustentable contribuyen al deterioro en la calidad y cantidad; se considera un elemento de la naturaleza finito, no escaso en sí mismo, ya que esta propiedad se la da la intervención social donde se define el aprovechamiento del mismo, por lo que se ha convertido en un recurso estratégico de primordial interés de control político y social, dando lugar a diversos conflictos sociales y de poder (Ávila, 2002).

La ciudad de San Luis Potosí, se ha convertido en uno de los centros industriales más importantes del país, como miembro de la Región II y de acuerdo a su aportación al Producto Interno Bruto a nivel Nacional, ocupa el tercer lugar de la región con cinco parques industriales, además de contar con variada infraestructura urbana, carretera, turística y cultura, posicionándolo como un corredor económico importante (Garza G., 1991). Esto ha generado un crecimiento demográfico considerable, lo cual trae como consecuencia la planeación de nuevos conjuntos habitacionales hacia los distintos puntos de la ciudad, no proyectado hacia los sitios de mayor disponibilidad del recurso, desarrollo de actividades productivas y de servicios, al generar también demanda, que ha rebasado la infraestructura de almacenamiento y distribución de un servicio tan importante como el agua potable, aunado a un déficit considerable de precipitaciones, que resulta insuficiente para cubrir las necesidades de la población, industria, actividades agropecuarias que aunque siendo marginales, también demandan agua; por lo que garantizar el suministro, calidad y cantidad de agua en tiempo a la población se ha convertido en un tema de interés de la sociedad y entidades de gobierno (Alcalde, 2003).

Este problema ha traído como consecuencia el agotamiento de los mantos freáticos existentes, creación de infraestructura, asfaltado, concreto, construcciones, caminos, que inciden sobre la recarga natural; por otra parte, la apertura de nuevas fuentes de abastecimiento, la operación del Tanque Tenorio y obras implementadas por el gobierno estatal para subsanar ese déficit (ibid).

Finalmente, una gestión deficiente, ha traído como consecuencia que las fuentes de abastecimiento y el crecimiento urbano e industrial sean desproporcionadas y la toma de decisiones al respecto, no tenga una base para fundamentarlas. La falta de planeación genera considerables pérdidas económicas, tanto para la población, como para el Gobierno estatal y municipal (Vivienda, Desarrollo Urbano, Comisión Estatal del Agua, SEDESOL) que en cada cambio de administración, al no contar con un antecedente, siguen trabajando de manera desorganizando y no de manera conjunta (PED, 2003 2009).

En las décadas próximas, la tendencia de urbanización seguirá en ascenso en el país, reforzando el patrón de crecimiento, por lo que la demanda del volumen de agua para satisfacer las necesidades de población será mayor y la tendencia se volverá crítica por la poca disponibilidad del recurso que, de continuar con los patrones, el acceso al recurso tornará a una mayor desigualdad sobre todo a los sectores más pobres, concluyendo que dentro de las políticas de gobierno deberán introducir formas novedosas de gestión que lleven a la creación de normas nuevas, mecanismos novedosos y tecnológicos y una mayor participación social con vistas al uso y manejo sustentable del agua (Ávila op. Cit.)

El hablar de servicios públicos y su Gestión, hoy en día es uno de los temas de mayor interés, tanto en los niveles de gobierno, como en los medios de comunicación. El término agua se ha convertido en materia de prioridad Nacional, al mencionar la “Gestión Integral de los Recursos Hídricos”, considerando la situación de escasez que enfrenta nuestro país, es necesario proveer del recurso, al mismo tiempo que conservarlo.

Para lograr una Gestión Integral es necesario más que una propuesta en los Planes de Desarrollo Nacional, Estatal y Municipal, es imperioso contar con una estructura de

funcionamiento adecuado de acuerdo a actores involucrados en el proceso, un marco legal regulatorio en materia no solo de cuencas, sino también en agua potable y saneamiento, así como definir políticas públicas, renovar los procesos que actualmente son obsoletos por parte de los Organismos Operadores y dar continuidad a los mismos independientemente de los gobiernos y funcionarios a cargo, por lo que se propone apoyar con un instrumento informático actual y de fácil actualización, como es un Sistema de Información Geográfica (SIG) como instrumento de aporte de elementos para asistir la toma de decisiones en la Gestión del agua, que es el tema de este estudio.

Antecedentes.

Existen antecedentes de estudios sobre la gestión local de los servicios públicos mencionan que estos son de vital importancia para que los municipios funcionen de manera productiva, se reflejan directamente en la economía de un país. Afectan directamente la vida de la población, el nivel, calidad y costo, lo que se ha convertido en su eje principal de la preocupación. Así mismo es un tema relevancia para el Estado y de constante debate a considerar en las políticas públicas. Por esto el estudio de los servicios públicos constituye un campo de estudio donde se considera no solo la forma en cómo la población satisface sus necesidades, sino cómo el sector público lo define en los sectores de la sociedad. Algunos elementos claves que se deben considerar en el proceso de gestión según los estudios son: Generación de políticas, Planificación, Financiamiento de las inversiones, Ejecución de proyectos, Operación del proyecto, Seguimiento y evaluación (Rodríguez A., Velásquez F., 1994).

Una herramienta que ha resultado como instrumento de apoyo para la Gestión Ambiental son los SIG, existen precedentes en la aplicación de este instrumento en la gestión del riesgo, estudios al respecto comentan que anteriormente las técnicas analógicas también realizaban estudios de riesgos, aun cuando la connotación semiótica es muy distinta a un mapa de riesgo emitido por un SIG, ya que es considerado como alta tecnología por

aportar una mayor objetividad y legitimidad a la información, la cual es difícil de imaginar por la población más vulnerable, que podría convertirse en víctimas. Aplicar SIG en la gestión del riesgo puede aportar políticas, programas menos burócratas y accesibles de entender por la población vulnerable, contribuye con gran objetividad, precisión y solución. Puede utilizarse como medio de concertación y negociación por la factibilidad de proyectar escenarios diversos (Maskrey A., 1998).

Investigaciones sobre Sistemas de Información Geocientífica mencionan que la creación de nuevas plataformas en el desarrollo de la informática ha permitido unificar datos y organizarlos de manera estructurada, de manera que permitirá la sistematización y posterior análisis que permitan componer y mostrar el conocimiento a los niveles más específicos de la investigación. Permitirá generar una aplicación propia, que responda a la necesidad de la misma, para responder la hipótesis y objetivo de la investigación. El objetivo es generar herramientas que permitan a la investigación realizar la gestión de manera simple y eficiente, desde una interface única y transparente para el usuario (Hernández R., et. al, 2008).

Existe un precedente en estudios de Gestión de agua en el programa “Agua y Sociedad”, implementado por el Colegio de San Luis, con el objetivo de crear, promover y difundir la investigación en torno a los procesos socioculturales que concierne a la gestión del agua, realiza estudios comparativos de México respecto a otros países. Se ha enfocado de manera especial a estudiar las formas de acceso, conflicto, negociación y regulación que la sociedad produce para responder a sus necesidades, tanto de manera histórica, como en la actualidad (COLSAN, 2012). Sin embargo, no existen antecedentes de estudios aplicados a la Gestión del agua, apoyados por una plataforma informática que permita organizar, entrelazar la información de los departamentos y optimizar recursos.

Problemática

En los últimos años, el dinamismo socioeconómico de la ciudad de San Luis Potosí la sitúa como un espacio geográfico preferencial, en donde el desarrollo de las actividades productivas ha evidenciado un incremento significativo de la población, acompañado por la expansión física de la zona metropolitana. Esta situación se expresa en la proliferación de conjuntos habitacionales en áreas específicas de la ciudad, cuya ubicación no obedece a criterios geográficos de localización óptima, está al margen de políticas de planeación urbana, un ordenamiento territorial y una gestión deficiente del agua como recurso estratégico; además de no contar con fuentes de información de manera estructurada, que ha generado problemas en la toma de decisiones de manera precisa y rápida. Para revertir esta situación, surge la necesidad de crear una plataforma informática con bases de datos actualizadas y organizadas mediante SIG, instrumento que permita una gestión integral, eficiente y la toma de decisiones de manera precisa, rápida, constante y eficiente de este recurso.

Algunos elementos claves que se deben considerar en el proceso de gestión según los estudios son: Generación de políticas, Planificación, Financiamiento de las inversiones, Ejecución de proyectos, Operación del proyecto, Seguimiento y evaluación (Rodríguez A., Velásquez F., 1994).

Importancia del tema de investigación.

Es difícil pensar en tecnología cuando se habla de Gestión Ambiental habiendo tantos rubros que cubrir, sin embargo, la visión cambia si se piensa en una herramienta de análisis de sistemas que proporcione elementos de gran potencial para sustentar la toma de decisiones, diseñado especialmente con características espaciales para el tratamiento de información espacial georreferenciada y apoyar la gestión integral del agua (Vieira, 2000).

Este sistema aportará los elementos hacia un control, organización y suministro de fuentes de abastecimiento de agua y elementos relacionados para proporcionar los elementos para la toma de decisiones encaminado a proveer de este valioso recurso a la población, teniendo en cuenta el crecimiento de la misma, se puede reflejar utilizando herramientas informáticas como Bases de Datos relacionales y Sistemas de Información Geográfica, el panorama se vuelve más amplio, así, hace que la Gestión Ambiental y posibles soluciones a los problemas se pueden plantear de manera clara, incluso visualizar escenarios futuros. De la misma manera, ofrece de manera sistemática la oportunidad de poder analizar y visualizar la información de manera sencilla, rápida y eficiente.

El SIG es por definición, “un poderoso conjunto de herramientas para coleccionar, almacenar, recuperar, transformar y exhibir datos espaciales referenciados al mundo real” (Borrough P., 1986); responde a la necesidad de planear, gestionar, generar propuestas, a una escala global, regional y local, la recopilación de información tanto de campo como de gabinete, la cual ayudará a que la población y funcionarios que están relacionadas con la toma de decisiones, de manera gráfica puedan dimensionar problemas ambientales, potencialidades de un territorio a nivel sustentabilidad, reconocer fallas y puntos estratégicos que quizá no se tenían contemplados, así mismo generar un panorama real y futuro, además de generar un crecimiento ordenado en la ciudad de San Luis Potosí.

Una herramienta que ha resultado como instrumento de apoyo para la Gestión Ambiental en su modalidad de Gestión del Riesgo son los SIG, estudios al respecto comentan que aunque anteriormente las técnicas analógicas también realizaban estudios de riesgos, aun cuando la connotación semiótica es muy distinta a un mapa de riesgo emitido por un SIG, ya que es considerado como alta tecnología por otorgar una mayor descripción y legitimidad a la información, la cuál es difícil de imaginar por la población más vulnerable, que podrían convertirse en víctimas. Aplicar SIG en la gestión del riesgo puede aportar políticas, programas menos burócratas y accesibles de entender por la población vulnerable, aportando gran objetividad, precisión y solución. Puede utilizarse como medio

de concertación y negociación por la factibilidad de proyectar escenarios diversos (Maskrey A., 1998).

Investigaciones sobre Sistemas de Información Geográfica mencionan que la creación de nuevas plataformas en el desarrollo de la informática ha permitido unificar datos y organizarlos de manera estructurada, de manera que permitirá la sistematización y posterior análisis que permitan componer y mostrar el conocimiento a los niveles más específicos de la investigación. Permitirá generar una aplicación propia, que responda a la necesidad de la misma, para argüir la hipótesis y objetivo de la investigación. El objetivo es generar herramientas que permitan a la investigación realizar la gestión de manera simple y eficiente, desde una interface única y transparente para el usuario (Hernández R., et. al, 2008).

Se propone una plataforma geoespacial actualizada, que administre la información mediante bases de datos relacionales, para planificar y lograr un análisis de las situaciones actuales y futuras, tomando en cuenta que son tecnologías que permiten la interpretación del territorio, sobreponiendo diferentes escenarios de la realidad, que permitan comprender de mejor manera las interacciones del recurso agua con la población e infraestructura.

Este, es una propuesta de un SIG que agrupa elementos relacionados a la distribución del recurso agua en la ciudad de San Luis Potosí. La función principal es colaborar con elementos que permitan realizar una gestión eficiente del recurso, especialmente a los departamentos de Operación y Planeación del Organismo Operador de agua en la ciudad de San Luis Potosí, que, al presentar un orden en la información y dar la posibilidad de mantenerla actualizada constantemente, se vuelve un instrumento eficaz para el trabajo diario y la solución de estudios sobre la gestión local de los servicios públicos mencionan que estos son de vital importancia para que los municipios funcionen de manera productiva, se reflejan directamente en la economía de un país. Afectan directamente la vida de la población, el nivel, calidad y costo, lo que se ha convertido en su eje principal

de la preocupación. Así mismo es un tema relevancia para el Estado y de constante debate a considerar en las políticas públicas. Es por esto que el estudio de los servicios públicos constituye un campo de estudio donde se considera no solo la forma en cómo la población satisface sus necesidades, sino cómo el sector público lo va incorporando en los sectores de la sociedad.

Los Sistemas de Información Geográfica son instrumentos que sufraga datos concretos acerca del desarrollo de actividades tanto sociales, económicas, ambientales y políticas, pueden otorgar insumos que indique que el organismo puede ser llevado a la sustentabilidad, de manera interna. Tema de estudio que se presenta.

Objetivo general

Elaborar una propuesta de un Sistema de Información Geográfica que facilite e incentive una gestión eficiente del recurso agua en la ciudad de San Luis Potosí.

Objetivos particulares

- I. Revisar y comparar las aproximaciones teórico-metodológicas sobre la gestión del agua a escala internacional, nacional y local.
- II. Caracterizar y reconocer los principales factores, problemas y actores en la gestión del agua en la ciudad de San Luis Potosí.
- III. Diseñar una base de datos relacional y SIG a partir de fuentes documentales, estadísticas y cartográficas sobre la infraestructura y la disponibilidad de agua en la ciudad de SLP.
- IV. Aplicar el SIG a un estudio de caso de una colonia de la ciudad, para mostrar las bondades del mismo.

El presente trabajo consta de cuatro capítulos. En el primer capítulo, se contextualiza el valor del agua como recurso natural para el desarrollo de la población y como medio de subsistencia elemental, particularmente, en América Latina. De manera paralela se identifica el interés de organismos internacionales por incentivar los estudios relacionados con el uso y cuidado del agua.

Posteriormente se analiza la importancia de la gestión como el conjunto de acciones orientadas a lograr la cobertura del servicio de una forma eficiente y satisfactoria para los actores sociales y económicos mediante la intervención de la política. Asimismo, se definen a los Sistemas de Información Geográfica como instrumentos técnicos especializados que apoyan la toma de decisiones en la gestión del agua en distintas zonas del mundo.

En el segundo capítulo se describen los factores, actores y problemáticas principales que afectan la ciudad de San Luis Potosí. La situación ambiental, social y política de la ciudad, como los factores ambientales y el abuso extracción de agua del acuífero han ocasionado que la ciudad presente estrés hídrico.

Posteriormente, se orienta la gestión el agua hacia el concepto de gobernabilidad, donde se definen los actores principales del proceso para lograrla. De la misma manera se describen las funciones del INTERAPAS, Organismo Operador de la ciudad y las bondades que resultarían de la generación de un SIG.

En el capítulo tres, se define el marco conceptual y descripción de las etapas que se realizaron para la propuesta del SIGAGUA, misma que se presenta, concluyendo con el capítulo 4, que es demo de SIGAGUA integrado en un CD de instalación.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES TEÓRICO-METODOLÓGICAS Y SUSTENTABLES SOBRE LA GESTIÓN DEL RECURSO AGUA

Hablar de agua es referirse al recurso más valorado, ya que posee un carácter vital y escaso, un bien natural considerado como no renovable para los usos de la humanidad. La insuficiencia de este recurso afecta el desarrollo humano de cualquier país por estar directamente relacionado a los procesos de avance socioeconómico, asimismo un factor imprescindible que incide directamente en este desarrollo, es el tema de gestión del recurso, por lo que se presenta una revisión teórico y metodológico que se le ha dado al tema de Gestión ambiental, Gestión integral de los recursos hídricos, Gobernabilidad del agua y Políticas Públicas.

En este capítulo se contextualiza el valor del agua como recurso natural para el desarrollo de la población y como medio de subsistencia elemental en el mundo y, particularmente, en América Latina, el área geográfica de principal concentración urbana en los últimos años. De manera paralela se identifica el interés de organismos internacionales por incentivar los estudios relacionados con el uso y cuidado del agua.

Posteriormente se analiza la importancia de la gestión como el conjunto de acciones orientadas a lograr la cobertura del servicio de una forma eficiente y satisfactoria para los actores sociales y económicos mediante la intervención de la política. Como último subapartado de este capítulo se reconoce a los Sistemas de Información Geográfica como instrumentos técnicos especializados que apoyan la toma de decisiones en la gestión del agua en distintas zonas del mundo.

1.1. LA IMPORTANCIA DEL RECURSO AGUA EN EL CRECIMIENTO URBANO Y LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Uno de los derechos humanos fundamentales declarados en el seno de las Naciones Unidas es el acceso al agua. Intransferible e inalienable representa un recurso de elemental importancia para mejorar la salud, como insumo para la producción, el trabajo y, en general, el acceso a una mejor calidad de vida de la sociedad. En el documento “Agua y pobreza. Informe de avance sobre la iniciativa regional para América Latina y el Caribe” elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo se detalla la importancia de que la población tenga acceso mínimo al recurso, como la base para solucionar otros problemas socioeconómicos y el mejoramiento de los ingresos, en sí, un incremento en la calidad de vida de los usuarios.

Los desequilibrios sociales generados por el acceso diferencial al recurso es tan notable, que en la actualidad 1,100 millones de personas carecen de acceso directo a agua limpia o de calidad mínima para el consumo, en tanto 2,600 millones, -cerca del 30%- no tienen acceso a un saneamiento adecuado, que deriva no de la escasez del recurso, sino de una administración deficiente para asegurar el suministro (ONU, 2006).

Aunque el manejo del agua ha sido un aspecto central en las políticas de población y desarrollo en el mundo desde el origen de la civilización, durante el siglo XX la escasez de recursos y la explosión demográfica marcaron el planteamiento de nuevas corrientes de pensamiento y acción que incentivaron la necesidad de mejorar la relación sociedad-naturaleza.

De esta forma, en la Primera Cumbre Mundial de la Tierra celebrada en Estocolmo, Suecia, en 1992, se plantearon las bases del desarrollo sustentable como una propuesta alternativa de los recursos naturales que involucraba al agua como uno de los principales involucrados. En el contexto del desarrollo sustentable, orientado al aprovechamiento integral de los recursos “...de una forma y ritmo tal que garantice que las generaciones

futuras sigan disponiendo de ellos por largo tiempo” (ONU, 1987), pronto dieron origen a la discusión de los problemas específicos inherentes a cada recurso.

De esta manera, desde finales de los años noventa del siglo XX, la ONU, a través del World Water Council (Consejo Mundial del Agua) creado en 1996, comenzó a efectuar los Foros Mundiales del Agua, reuniones organizadas cada tres años en donde se reúnen jefes de estado para discutir temas relacionados con el agua, desde la gestión del recurso, los problemas de abundancia asociados al calentamiento global, la construcción de infraestructuras hídricas, las condiciones de salubridad del recurso y la distribución desigual entre la población, además de otros temas. Estos eventos han tenido lugar en los siguientes lugares: Marrakech, Marruecos, en 1997; La Haya, Países Bajos, en 2000; Kyoto, Japón, en 2003; Ciudad de México, México, en 2006; y Estambul, Turquía, en 2009.

En estos espacios institucionales, el gobierno, las Organizaciones no Gubernamentales, y la sociedad civil buscan soluciones viables para la resolución de problemas que están más allá de la participación individual de un recurso en el que la mayoría coincide en señalar como “un derecho humano básico”.

De manera particular, en el documento “Declaración del Milenio”, documento de la Organización de las Naciones Unidas, redactado en el marco de una asamblea durante el año 2000 por dirigentes de 189 países, se trazaron 8 objetivos, 18 metas y 48 indicadores que incluyen distintos tópicos para incentivar el desarrollo integral de la sociedad mundial. Con respecto al tema del agua, la comunidad internacional se comprometía a lo siguiente:

1. Reducir en un 50% la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable para el año 2015, particularmente en las zonas rurales, en donde el problema es más agudo.
2. Incrementar el acceso a agua limpia y saneamiento, en vista de que puede reducir el riesgo de mortalidad infantil en un 50% (ONU, 2010).

3. Además, los servicios de suministro de agua limpia y de saneamiento reducen la incidencia de enfermedades, específicamente de la mortalidad infantil en los países en desarrollo.
4. En relación con el aspecto anterior, los servicios de suministro de agua limpia también reducen la incidencia de enfermedades tales como la anemia y la carencia de vitaminas que debilitan la salud de las madres.
5. Una higiene deficiente debido al acceso insuficiente al agua limpia y saneamiento expone a personas que viven con enfermedades como el VIH/SIDA a incrementar el riesgo en la contracción de enfermedades, del mismo modo que el saneamiento inadecuado e insuficiente contribuye a la propagación del paludismo, causa de 1,3 millones de muertes cada año, de las que el 90% ocurren en niños menores de 5 años (PNUD, 2006).
6. En varias regiones del mundo subdesarrollado los niños no pueden asistir a la escuela porque tienen la obligación de recolectar agua y carecen de servicios de saneamiento, de tal forma que otras enfermedades como la diarrea, causante de 443 millones de días de ausentismo escolar anual, están asociadas con la calidad del agua.
7. Las actividades productivas de la población, particularmente de las mujeres y los niños se ven severamente afectadas porque además de recolectar agua, ocupan el tiempo en la atención de los familiares afectados por las enfermedades transmitidas por el agua, de tal forma que la pérdida económica y productiva tiene una connotación severa, incluso incalculable.
8. La ausencia de agua limpia y saneamiento es una de las principales causas de pobreza y malnutrición, de tal forma que la inseguridad en la disponibilidad del agua relacionada con el cambio climático puede incrementar el número de personas que padecen malnutrición, de 75 a 125 millones para el año 2080.

9. Las recientes crisis económicas internacionales deben incorporar la crisis del agua, el saneamiento y el cambio climático, de no hacerlo, se corre el riesgo de que los objetivos de Desarrollo del Milenio no se alcancen. A nivel mundial los indicadores muestran que un mayor número de población tiene acceso al líquido, no obstante, las disparidades regionales y nacionales son evidentes: 884 millones de personas en el mundo dependen de fuentes de agua sin mejorar, de esa población, el 84% vive en zonas rurales.

10. De continuar con las tendencias actuales, no se alcanzará la meta relativa al saneamiento del 13% de total del recurso, de tal forma que para 2012, 2700 millones de personas todavía no tendrán el acceso a mejores servicios de saneamiento, o de acceso al agua, lo que constituye un freno económico y social importante para la población de esas regiones.

En otros documentos citados por el Consejo Mundial del Agua se han elaborado planes estratégicos que se orientan a diagnosticar la gestión del agua como un aspecto de vital importancia para el desarrollo de la humanidad. El agua, es a menudo “un limitante y definidor importante del equilibrio entre las diferentes actividades humanas, así como un medio por el cual se buscan soluciones conjuntas a algunos de los desafíos globales más difíciles. Administrar sabiamente nuestras aguas, resulta fundamental para resolver las situaciones socio-económicas y medioambientales mundiales que enfrenta la humanidad” (Ibid).

Con el incremento de la escasez, los tiempos del “agua fácil” se han terminado, de tal forma que el abasto del líquido se torna político y deja de ser un suministro natural, opuesto al derecho inalienable e intransferible al que se hacía referencia hasta hace pocos años. En este sentido, adquiere mayor relevancia la propuesta de objetivos estratégicos, en los que destacan las acciones políticas en torno al mejoramiento de servicios y gestión, incentivar la participación de los usuarios del sistema de agua y participación en las estrategias mundiales, como lo indica la tabla 1.1.

Tabla 1. 1. Objetivos estratégicos. Consejo Mundial del Agua, 2010.

Objetivos estratégicos	Resultados esperados
<p>1. Apoyar la acción política para el mejoramiento de los servicios de agua y saneamiento y la gestión del agua.</p>	<p>El WWC (World Water Council) fortalecerá a los alcaldes y otros funcionarios elegidos localmente en el cumplimiento de los compromisos para el mejoramiento de las condiciones locales de agua y de saneamiento.</p>
	<p>Este organismo fortalecerá los esfuerzos de los parlamentarios en el mejoramiento de la gobernabilidad del agua a nivel local.</p>
	<p>Fortaleceré el entendimiento ministerial de cómo las agendas potenciales hídricas forman parte de sus compromisos en el periodo previo a Río + 20.</p>
<p>2. Profundizar la participación de los principales usuarios del agua en la solución de los retos mundiales del agua.</p>	<p>El WWC brindará asistencia a los sectores y actores del agua, alimentación y energía para comprender mejor sus relaciones de interdependencia y preparar las acciones futuras.</p>
	<p>El organismo asistirá a los realizadores de políticas mundiales a entender la forma en la que los recursos de gestión integrada del agua desempeñan un papel central en la adaptación al cambio climático en el futuro y la reducción del riesgo de desastres.</p>
	<p>Resumirá y comunicará las prácticas, innovaciones y cuestiones de saneamiento a través de mensajes claros a los líderes políticos del mundo.</p>
	<p>WWC creará plataformas innovadoras para la discusión del financiamiento de los servicios y la gestión de agua con los inversionistas, instituciones financieras y los tomadores de decisiones.</p>
<p>3. Fortalecimiento de la cooperación regional para lograr la seguridad del agua y el desarrollo económico.</p>	<p>El WWT sintetizará la información sobre la gestión transfronteriza del agua y lo comunicará a los dirigentes políticos nacionales.</p>
	<p>Con el apoyo de los miembros y socios del Consejo, se fortalecerán marcos regionales hídricos a través de diálogos sobre la cooperación y la inversión en materia del agua para el crecimiento y el desarrollo regional.</p>

	Desarrollar un marco analítico y diálogos de asistencia en los asuntos que se refieren específicamente a la seguridad del agua y el desarrollo económico en los grandes estados federales.
4. Movilizar a los ciudadanos y consumidores para abordar la crisis mundial del agua.	El WWC ampliará la concienciación y catalizará el compromiso ciudadano para hacer frente a la crisis mundial del agua a través de eventos públicos globales sobre el agua.
	El WWC ayudará en el desarrollo de capacidades de los profesionales y formuladores de políticas públicas para abordar los problemas del agua emergentes.
	Apoyar a los miembros y socios del WWC para un mejor entendimiento en el impacto de las innovaciones en el campo de la tecnología de información del sector agua .
	Mejorar la calidad, cantidad y el equilibrio de la cobertura mediática sobre los problemas y soluciones del agua en el mundo como una forma de impulsar la acción ciudadana y una mayor “solidaridad con el recurso”.

Fuente: Consejo Mundial del Agua, 2010. Plan Estratégico 2010-2012.

1.1.1. EL RECURSO AGUA EN AMÉRICA LATINA

Con motivo del día mundial del Agua, el 22 de marzo de 2011, un boletín publicado por la ONU especifica que, en América Latina, más de 120 millones de habitantes urbanos carecen de acceso adecuado al agua. Esta situación es particularmente reveladora si se considera que la cifra es más aguda en las zonas rurales, debido a la dispersión de la infraestructura propia que se habilita para el desarrollo de las actividades productivas.

Es de notable interés la cantidad de estudios científicos que han surgido en el ámbito internacional sobre esta región del mundo debido a que es la que presenta el mayor grado de urbanización, con 78%, y se estima que para 2050 podría alcanzar el 88%. Por ello, el crecimiento acelerado de la periferia suburbana a los grandes asentamientos de la región de América Latina y el Caribe, constituyen algunos de los desafíos más urgentes que prioriza la necesidad de una gestión eficiente del recurso agua.

Según este organismo, más de 150 millones de personas no disponen de servicios sanitarios adecuados y el acceso al agua es un problema que está lejos de resolverse. En un contexto actual en donde la agricultura ocupa el 70% de la utilización total de agua dulce, según la FAO (2009), el reto de aumentar el servicio de agua limpia y la producción de alimentos de manera sostenible requiere un eficiente manejo del recurso.

Una de las vías más discutidas en todos los foros de participación internacional se orienta hacia la restricción en el uso, pues las estimaciones más discretas indican que, en los próximos 50 años, cerca de 7000 millones de personas podrían padecer la escasez del agua en 60 países.

En este apartado se han expuesto datos dados a conocer por organismos internacionales especializados que permiten dimensionar la magnitud del problema, las implicaciones y consecuencias del desigual acceso y abasto de agua, particularmente en las regiones menos favorecidas del mundo; a continuación se analizarán los antecedentes de las acciones de gestión dirigidas a mitigar tales condiciones.

1.1.2.

1.1.2. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA PLANEACIÓN Y EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS.

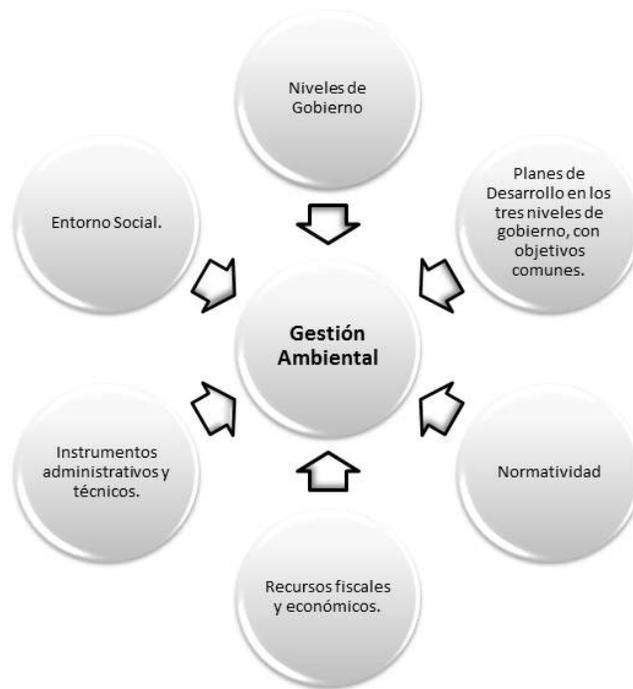
La gestión del agua tiene sus orígenes en reflexiones y propuestas vinculadas a la gestión ambiental, que estima al medio ambiente como todos los recursos vitales necesarios para desarrollar las actividades de los seres vivos que, a su vez, sirven de apoyo para generar servicios requeridos por las tareas propias del ser humano. La gestión ambiental se incorpora al ámbito socioeconómico de un país, no generalizable ya que debe contener procesos flexibles a ser adaptados al entorno de estudio, en el cual son distintos los actores que intervienen para en conjunto lograr la toma de decisiones (Olivera, M., 2007).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo considera al medio ambiente y la energía como indispensables para lograr la sustentabilidad, aportando el desarrollo social, económico y ambiental; y enfoca las actividades de gestión como el instrumento para lograrlo, donde, se incorpora la construcción y desarrollo de capacidades que promuevan la gobernabilidad ambiental y del agua; difundir y apoyarse de la tecnología, aumentar los medios para obtener recursos financieros para el uso y conservación de la biodiversidad y fortalecimiento de espacios de participación social (PNUD México, 2011).

Esta gestión debe ser cuantitativa, a través de las políticas o planes de desarrollo de los distintos niveles de gobierno, preferentemente con objetivos comunes entre los mismos; estas políticas indican el plan de seguimiento para ejecutar la planeación, normatividad, instrumentos fiscales, económicos, administrativos, sociales y técnicos.

La figura 1.1 describe los componentes intrínsecos que describen la gestión ambiental, para que sea eficiente se deben priorizar acciones, previstos en el plan de desarrollo y generando indicadores respecto a la calidad de los recursos y aprovechamiento de los mismos, así se podrán establecer recomendaciones para lograr los objetivos de desarrollo (Op. Cit.).

Figura 1. 1 Componentes de la Gestión Ambiental



Fuente: Elaboración propia para este documento.

Se busca el equilibrio entre el bienestar social y la calidad de vida, sin que se ponga en riesgo a las generaciones futuras. Esto requiere un cambio importante y determinante en las organizaciones, apoyado en los cambios de la estructura corporativa, desarrollo tecnológico y en el comportamiento social a nivel cultural y conductual. Este proceso involucra políticas ambientales que asuma el compromiso de cumplir la legislación ambiental y mejora continua en afán de mitigar la problemática ambiental (Moreno, Pol, 1999).

1.1.2.1. La gestión del agua

En numerosos foros internacionales el tema del agua ha adquirido una importancia trascendental. Aspectos y problemas asociados a la escasez, la calidad, el saneamiento y el acceso de la población al recurso han sido abordados en el seno de reuniones

internacionales y en documentos en donde se especifican dimensiones, magnitudes, escalas geográficas y tendencias en el uso y apropiación, de tal forma que en el Informe de Desarrollo Humano, realizado por la ONU en 2006 se vincula el acceso al recurso con la pobreza de las personas (ONU, 2006).

En el mismo contexto, la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) emerge en los últimos años como el intento por explicar los problemas citados anteriormente. De hecho, en los principios de Dublín, en 1992, autores como Oviedo (2007) se sostiene que:

1. El agua es un recurso finito, vulnerable y esencial para el sostenimiento de la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
2. El aprovechamiento y gestión del agua debe tener sustento en la participación de los usuarios del recurso, los actores que planifican y quienes toman las decisiones en torno al uso que se le otorga.
3. El perfil del género representa un aspecto de notable importancia, en la medida que la mujer abastece, gestiona y protege el agua.
4. Por la forma en la que interviene en las distintas fases del proceso productivo de los bienes materiales que la población utiliza para cubrir sus necesidades, el agua es un insumo fundamental, por lo que debería reconocerse también como un bien económico, además de recurso natural.

Otro de los problemas de mayor trascendencia asociados con la disparidad en la distribución del recurso es el acceso desigual que la población tiene. Una relación directamente proporcional indica que, a mayores ingresos o nivel socioeconómico, mayor acceso al recurso.

Además de los foros mundiales del agua de cuyas características se ha hecho alusión en el apartado anterior, los principios generales de la Gestión Integral del Agua, o bien del

Manejo Integral de los Recursos Hídricos (MIRH), la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, celebrada en Dublín, Irlanda, en 1992.

En dicho foro por primera vez se trata la temática, no solo de la escasez y la importancia del manejo sustentable del recurso sino de la importancia de realizar una gestión eficiente de los recursos acuíferos que le permita a la población tener un acceso más adecuado y justo al agua. De este modo, en el documento Agenda 21, se hace particular referencia al tema de la gestión. En consecuencia, todas las medidas de la gestión del agua tienen origen en 1992, en la Segunda Cumbre de la Tierra, celebrada en 1992, en Río de Janeiro, Brasil.

En síntesis, se enfatiza la naturaleza finita del recurso agua, al grado que para entender la limitación del recurso para cubrir las infinitas necesidades humanas, es preciso reconocer las características del ciclo hidrológico, así como la forma en que interviene en la dinámica de otros recursos naturales en cada ecosistema. Por ello, la incorporación de la perspectiva sustentable representa un reto considerablemente complejo y difícil, por lo que es preciso comenzar por reconocer al agua como un activo del capital natural, que requiere ser mantenido para garantizar la sustentabilidad.

Posteriormente, en estos documentos ya se discute la fundamentación de políticas que articulen la participación de actores que inciden en distintos niveles, desde la escala internacional, los gobiernos nacionales, locales e instituciones que rigen a las localidades y comunidades. La obtención, distribución y consumo del agua involucra entonces el conocimiento de la dimensión ecológica, el análisis de las necesidades y las posibilidades de integración de acciones –gestión- que permitan garantizar su distribución a largo plazo, como el desarrollo sustentable lo propone.

A partir de entonces, se ha dado especial prioridad a que exista un enfoque participativo en la gestión del agua, en donde la detección de dificultades, intereses, necesidades de los actores involucrados deben conciliarse. Éste es uno de los retos principales a los que el Manejo Integral de los Recursos Hídricos (MIRH) o la gestión del agua deben sortear. Este

enfoque es opuesto a la segmentación sistémica natural y de gestión de recursos que se ha practicado y aún impera en grandes regiones del mundo.

Este enfoque de integración contempla las condiciones naturales, sociales y económicas que a continuación se detallan:

1. Eficiencia económica en el uso del agua. Dada la agudización de la escasez de los recursos financieros y del agua, la naturaleza que tiene atributos finitos, mensurables y vulnerables a la acción humana, así como la creciente demanda por parte de una población tendiente a concentrarse en las ciudades y que demanda grandes cantidades de recurso per cápita, requiere atención prioritaria para que el agua sea distribuida y utilizada con la máxima eficiencia posible.
2. Equidad. Se reconoce el derecho universal de acceso básico de la población al agua, en cantidad y calidad reconocidas como mínimamente aceptables que garanticen el bienestar.
3. Sustentabilidad ecológica y medioambiental. El uso, acceso y derecho debe ser que tal forma que equilibre y no atente contra la sustentabilidad ambiental, que indica que el recurso se debe aprovechar de tal forma que no ponga en riesgo el uso y acceso para las generaciones venideras (Mirassou, S., 2009).

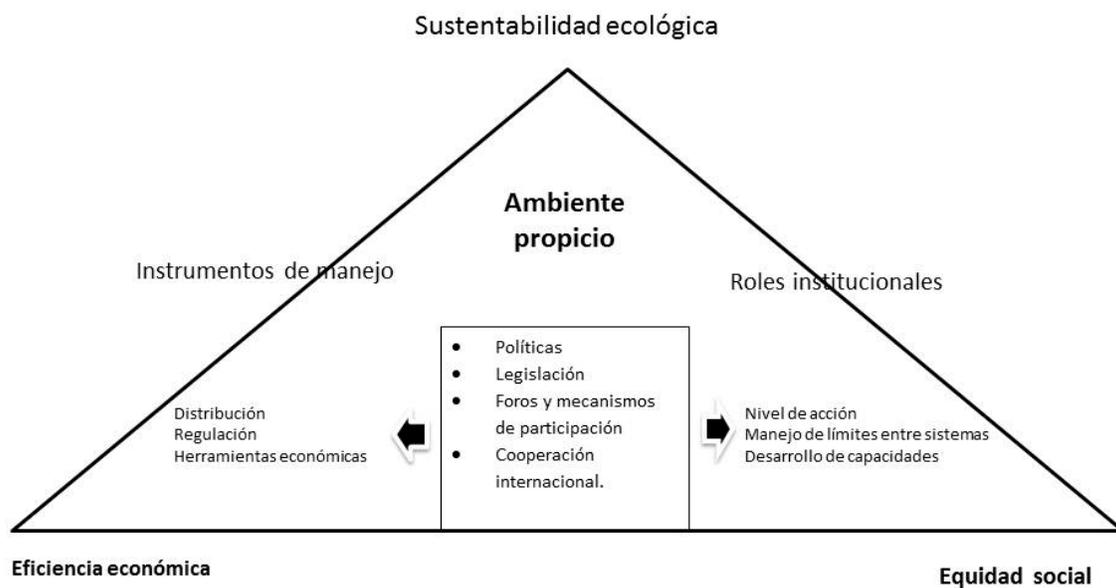
En específico, sobre el MIRH se aluden “elementos complementarios de un sistema de manejo de recursos de agua efectivo, que debieran desarrollarse y fortalecerse de manera concurrente, y que debe incluir los aspectos siguientes:

- Políticas públicas asertivas y eficientes. Deben realizarse en los distintos niveles de acción, desde las leyes internacionales hasta la escala local. Además, debe ser una normativa que no excluya a todos los actores involucrados con la producción, distribución, gestión y uso del recurso.

- Instrumentos de operación, monitoreo y regulación efectiva. Estos instrumentos serán capaces de suministrar elementos de apoyo valiosos a los gestores de política, en la medida que realizarán acciones informadas en las áreas y rubros de acción que competan. Estas elecciones estarán en función de las políticas, recursos materiales, humanos y económicos disponibles, así como los impactos ambientales calculados que no pongan en riesgo el aprovechamiento sustentable del recurso.

En perspectiva, el contexto para el MIRH o de la gestión del agua se puede apreciar en la figura (1.2)

Figura 1. 2 Aspectos generales considerados por el MIRH



Fuente: Global Water Partnership, (GWP, 2000)

1.1.2.2. Consideraciones conceptuales sobre la gestión del agua

Como se ha detallado con anterioridad, la gestión del agua ha sido ampliamente discutida como una fase esencial para la solución de los problemas ligados a la distribución del recurso. Al respecto, autores como Lanna, (2001), indican que es una actividad “analítica y creativa, destinada a la formulación de principios y directrices, a la preparación de documentos orientadores y proyectos, a la estructuración de sistemas de gerenciamiento y a la toma de decisiones que tienen por objetivo final promover, en forma coordinada, el inventario, uso, control y protección de los recurso hídricos con vistas a lograr el objetivo estratégico del desarrollo sustentable”.

Entre los aspectos que debe cubrir la GIA, de acuerdo con UNESCO (1990) destacan:

- La evaluación y predicción de la cantidad y calidad del agua superficial y subterránea.
- Evaluación y planificación de las demandas de agua de la sociedad.
- Elaboración de balances hídricos y definición de estrategias de largo plazo para el mantenimiento del equilibrio y el uso racional del agua.
- Modelación de la gestión del agua (sistemas expertos).
- Predicción de los procesos en los sistemas de recursos hídricos, sea tanto en tiempo real como diferido.
- Uso eficiente de la infraestructura hídrica (embalses, plantas de tratamiento, etc.).
- Diseño e implementación de instrumentos administrativos, legales y económicos para la valoración y gestión del agua.

- Protección de los recursos hídricos y de la sociedad frente a la ocurrencia de fenómenos extremos
- Formación de capacidades.

La consideración de los aspectos anteriores conduce, en correspondencia, a los “sistemas de gestión” entendidos como el conjunto de organismos, entidades e instancias gubernamentales y del sector privado que se dirigen al establecimiento y ejecución de las políticas hídricas a través de Modelos de Gestión, que involucra: las políticas hídricas, la planificación hídrica y el gerenciamiento; en conjunto, estos ámbitos constituyen la plataforma organizada de acción en el mundo desde hace más de 30 años.

Ahora bien, la manera más adecuada de sinergizar una compleja relación sociedad-naturaleza, la primera como el conjunto de seres humanos que se relacionan mediante sistemas complejos de organización, y la segunda como el conjunto de fuerzas y materia preexistentes al ser humano entablan una relación aún más difícil.

1.1.2.3. La gobernabilidad

Para, depurar los criterios que mejoren el uso y aprovechamiento del agua a través de la gestión, requiere incorporar a la **gobernabilidad**, que de acuerdo con Peña y Solanes (2002) es...”la capacidad social para movilizar energías en forma coherente para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos”. Estas políticas, además de ser técnicamente factibles, económicamente viables, deben ser socialmente aceptables.

Por lo tanto, considera la capacidad de gestar políticas públicas convenientes y de llevarlas a cabo, pasando por consenso, por el diseño de sistemas eficientes de gestión, involucrando instituciones, leyes, cultura del agua, sociedad, conocimientos e implementación de prácticas eficientes; además de la adecuada administración, incorpora la participación social en la toma de decisiones.

La función principal de la gobernabilidad es la facultad de diseñar e implementar acuerdos institucionales concordantes con la naturaleza, competencia, restricciones y expectativas en el ámbito del recurso agua. Es necesario conocer la problemática a fondo, ya que la ignorancia por parte de la sociedad es un factor que impide la gobernabilidad, por lo que es importante informar e incluir encuestas de satisfacción, así como exponer resultados por parte del administrador del recurso; y además se comprometa a dar soluciones a los problemas críticos en bien de la sociedad.

No obstante, la gobernabilidad como acción social y componente esencial de la GIRH se ve condicionada por aspectos entre los que destacan:

1. La capacidad de acuerdo social respecto a la forma en la que se observa y desarrolla la naturaleza de la relación agua-sociedad.
2. Los consensos derivados de la política pública nacional, estatal o regional y local en donde dicha relación se manifiesta.
3. Existencia y operatividad de sistemas de gestión que hagan factible la implementación de las políticas en el contexto de la sustentabilidad ambiental.

En los últimos años, el aspecto de la gobernabilidad ha sido discutido en el Foro de Dublín, en 1992, y en reuniones científicas y políticas efectuadas posteriormente, tales como el Segundo Foro Mundial del Agua, celebrado en La Haya, en 2000, y la Conferencia sobre el Agua Dulce, en Bonn, 2001, en donde se le otorga un sitio prioritario al grado de concluir que el problema del agua en el mundo “tiene origen en una crisis de la gobernabilidad”.

En consecuencia, para mejorar esta situación debe de existir un compromiso armónico en donde se dé prioridad a los siguientes factores:

- Ineficiencia de la administración, que implica la falta de capacidad de dar solución concreta a la sociedad por su demanda del servicio. La mayoría de las veces ocurre

debido a que los procesos de gestión son obsoletos e intervienen actores políticos y partidistas en la toma de decisiones.

- Debilidad del rol regulador del estado. Cuando a un bien y recurso tan limitado como el agua, no se le da la importancia y valor propio de su naturaleza, ocasionando que se omita la incorporación de la gestión del recurso dentro de las leyes de estado.
- La debilidad de la sociedad civil, por no formar parte de los sectores de más poder y que inciden en la toma de decisiones, y estas no necesariamente son en favor de la sociedad general.
- La emergencia de incorporar en los procesos de gestión nuevos temas, que anteriormente no eran considerados de importancia nacional, como la economía, el Producto Interno Bruto (PIB). Ahora es importante considerar el medio ambiente y sus relaciones, ya que afectan directamente a la sociedad y el estado.

Siendo el agua un recurso íntimamente ligado a la sociedad, no hay una receta que garantice la gobernabilidad; es posible proponer diferentes modos de organización y contenidos de los componentes de la misma, como leyes, generar las instituciones de acuerdo a la naturaleza y estructuras de poder de cada sociedad, y necesidades que deben ser atendidas en los procesos de gestión (Peña H., Solanes M., 2002).

Por otra parte, aun cuando el agua es un recurso finito, medible o mensurable, requiere priorizada atención la unidad de análisis, acción y gestión para posibilitar una gestión más eficiente del recurso. Al respecto, se ha valorado la pertinencia de utilizar la **cuenca hidrográfica** como el área adecuada en donde interactúan los sistemas físicos y bióticos. Esta interacción se ha considerado la base fundamental para cualquier ejercicio de planeación, a la que los subsistemas económicos y sociales deberían supeditarse.

No obstante haberse demostrado la pertinencia del manejo de la cuenca hidrográfica como la base para la planeación del recurso, esta interacción es más compleja, pues esta unidad territorial no contempla aspectos de orden natural que son ajenos al trazado y reconocimiento de las cuencas, como los escurrimientos y la dinámica de las aguas subterráneas, así como la escasa o nula coincidencia de los límites político administrativos con la demarcación que la naturaleza ha realizado de las cuencas.

Ejemplo de lo anterior es que, a menudo, la demanda y los servicios públicos relacionados con el agua en cierto lugar no contemplan el impacto ambiental, económico y social que generan en la zona que abastece de agua, que es, muy probablemente, distinto a la zona a donde se destina. La voluntad política y el poder económico que ciertos espacios geográficos ejercen sobre el acceso a estos recursos, inciden de forma directa en la distribución y disposición del agua.

Por este motivo, la gestión del agua o el MIRH involucra la participación multidisciplinaria de la ciencia y también de los participantes que inciden, se afectan o benefician del acceso o disposición del recurso, en la medida que exige una coordinación eficiente para lograr interpretar la base de los problemas ligados a la distribución del agua.

1.1.2.4. La política pública

Constituye uno de los factores que amalgama un conjunto de voluntades de acción programadas para la ejecución de un fin. En el contexto que ocupa la presente investigación puede entenderse por política pública a las decisiones y acciones que se toman en torno a una situación, sea de recursos, social, económica; busca dar solución o llevarlas a los canales adecuados que, sin confundirse con ley o norma, supone el ejercicio de poder en la toma de decisiones, involucrando a varias instituciones estatales (Vargas V., 1999).

Una política pública de excelencia corresponde a aquellos cursos de acción y flujos de información relacionados con un objetivo político definido en forma democrática; los que son desarrollados por el sector público y, frecuentemente, con la participación de la comunidad y el sector privado.

Una política pública de calidad incluirá orientaciones o contenidos, instrumentos o mecanismos, definiciones o modificaciones institucionales, y la previsión de sus resultados, dónde se genera un proyecto o plan de acción para mejoramiento de la misma, que contemple la administración de los aspectos que lleven a la sustentabilidad, se realiza una investigación del estado, indica un tiempo de ejecución, los objetivos y metas a cumplir por parte del gobierno para la solución y mejoramiento (Subirats John, 1989). El recurso agua, es uno de los mencionados y atendidos por los planes, ya que es vital para lograr el desarrollo. Debe contemplar el suministro, calidad, desecho y mantenimiento de los mantos freáticos.

1.1.2.5. Gestión integral de los recursos hídricos en México

La Ley de Aguas Nacionales en su artículo III define la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) como: “Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque” (Ley de Aguas Nacionales, 1992). Definición similar a la realizada por la Asociación Mundial del Agua (GWP siglas en inglés).

El objetivo primordial de este proceso es promover el desarrollo y organización de las actividades relacionadas con el agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de asegurar equitativamente el bien social y económico, sin poner en riesgo la

sustentabilidad de los ecosistemas y asegurar el bien para las generaciones futuras. Esto, se debe realizar no solo en el ámbito físico, involucra la reforma de los distintos sistemas: administrativo, gubernamental, social y ambiental para el manejo equitativo del recurso; garantizando el beneficio directo a la sociedad.

Al igual que en la Gestión Ambiental (GA), la GIRH, busca ser incorporada en los planes de desarrollo en los tres niveles de gobierno, como un elemento imprescindible para lograr la sustentabilidad ambiental; con políticas, normas y recomendaciones a aplicar por parte de los actores involucrados en el proceso.

Dentro de la definición de los planes de desarrollo y políticas, se debe considerar un enfoque que la GIRH requiere:

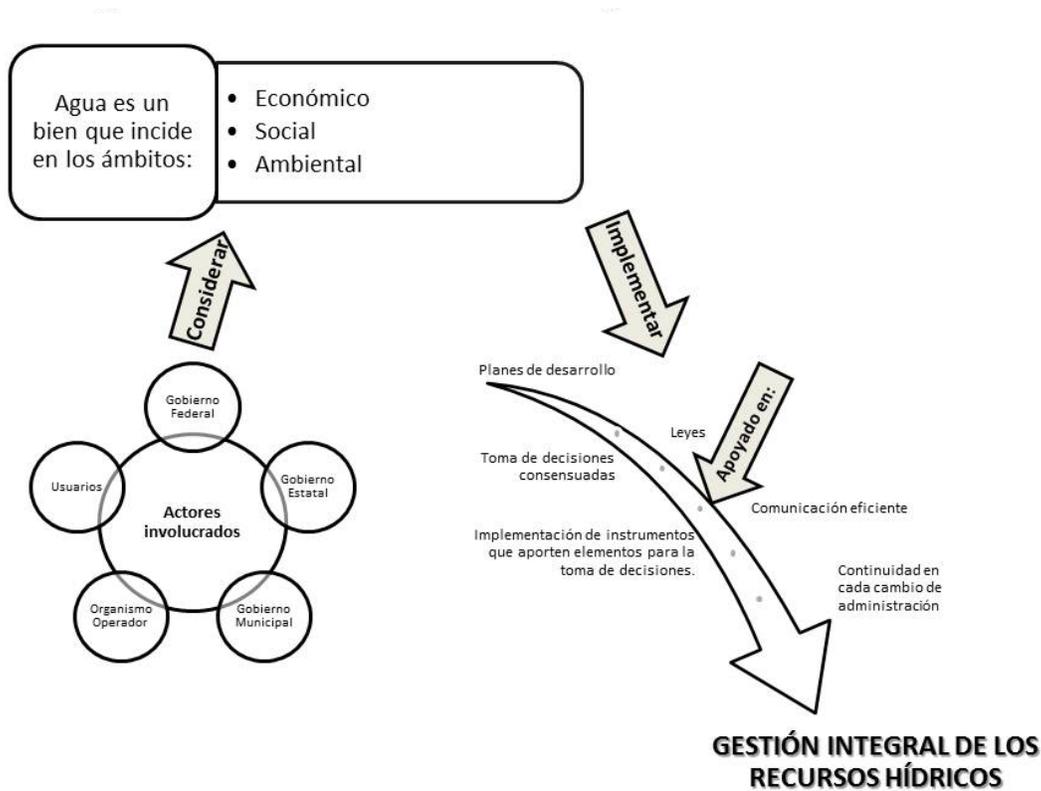
- Dentro de los actores que intervienen en la GIRH se debe considerar: gobierno federal, estatal, municipal, Organismo Operador, usuarios. Estos, deben establecer políticas y mecanismos de manera conjunta, evitando la sobre posición de funciones y contradicciones, tomando acuerdos encaminados a la adecuada toma de decisiones para realizar la gestión del agua.
- En el caso de México, existen Organismos Operadores a cargo de los servicios de agua potable y saneamiento, quienes deben, como parte de los actores principalmente involucrados, incorporar en sus informes y planes de desarrollo, políticas lineales, instrumentos y proyectos continuos para mejorar otorgar una mejora en el servicio, y llevar de manera eficiente su administración, sin poner en riesgo las políticas nacionales.
- Considerar los niveles más descentralizados de cada municipio para realizar la adecuada gestión del recurso, de acuerdo a las características sociales, políticas, económicas y ambientales.

- Que las políticas, dentro de sus prioridades consideren la repercusión, no solo como elemento finito al recurso, sino la afectación a nivel económico, desarrollo social, ambiental y su relación entre sí, para poder implementar de manera global el proceso de gestión del agua.

En resumen, como lo indica la figura 1.3, es imprescindible considerar el recurso agua y generar mayor conciencia sobre él, otorgando un lugar adecuado en las políticas nacionales en varios ámbitos: ambientales, de economía y sociedad; además de establecer canales de comunicación eficiente y proceso de toma de decisiones consensuado entre los actores. Esto llevará a diseñar instrumentos que aporten capacidades para el desarrollo del mismo y que, independientemente de los cambios de gobierno, el proceso de gestión se siga llevando a cabo de manera madura e inerte a estos cambios (Pochat, V., 2008).

Concluyendo con el concepto, es importante concluir el proceso con la difusión a la sociedad de los acuerdos y toma de decisiones involucrado en el proceso de gestión del recurso.

Figura 1. 3 Procesos de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos.



Fuente: Elaboración propia para este documento.

En sí la gestión del recurso agua en México es relativamente reciente. Si bien la Secretaría de Recursos Hidráulicos se crea en 1947 y, posteriormente, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos que se encargó de la gestión, operación y administración del servicio. En numerosos textos y por diversos autores (Barkin, D., 2006) se ha comentado sobre la inoperatividad e incapacidad de las nuevas instituciones que tuvieron bajo su responsabilidad el manejo del agua, de tal forma que la creación de la Comisión Nacional del Agua (CNA), en 1989 y la posterior promulgación de la Ley de Aguas Nacionales, en 1992, han sido insuficientes para resarcir el problema y proponer soluciones correctas.

El agua, bien nacional desde el periodo revolucionario, presentaba ya graves problemas de contaminación y extracción excesiva de los mantos acuíferos que condujeron a su

agotamiento. En este contexto fue que nació la CNA, organismo que tuvo el reto, desde entonces, de resolver graves problemas estructurales que tenían un arraigo importante y su resolución era impostergable (Ibid).

Desde entonces, este organismo dirigió sus esfuerzos a privatizar el recurso con el objetivo de mejorar la calidad, el acceso y suministro en las condiciones y tiempos requeridos (CNA, 2003). A partir de entonces, no han sido pocos los conflictos derivados de la apropiación del recurso, en donde este organismo ha distribuido el recurso de una forma que para una parte importante del sector productivo nacional ha sido poco eficiente, en este sentido, el sector campesino y obrero resultó severamente afectado, pues son los sectores que menos acceso tienen al recurso cuando hay de por medio un costo elevado que debe sufragarse para tenerlo disponible. Esto es particularmente grave cuando el mismo organismo indica que la garantía del acceso de la población como legítimo derecho para tener acceso al agua no significa regalarla, por lo que la gestión del recurso debe realizarse con frecuencia en la ausencia de un Estado de Derecho.

De acuerdo con Barkin (2001), en lo que respecta a un modelo tecnológico que generalmente se orienta a cuestionar las bondades o debilidades de las grandes obras de infraestructura, la gestión del agua tiene un área de oportunidad relevante: incorporar a la población a la autogestión y participación en la disposición del agua al que tiene derecho, en oposición a la infraestructura de “bombas y tubos” que aunados a una burocracia excesiva dificultan esta tarea. Para sufragar la vigilancia y control de la explotación del recurso, se contempla la creación y desarrollo de Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), definidos como organizaciones auxiliares, formadas esencialmente de usuarios como agricultores, industriales, organismos operadores, acuicultores, prestadores de servicios, representantes de la sociedad organizada y gubernamentales, quienes participan con fines sólo de asistencia técnica y asesoramiento. Dentro de las actividades principales de las COTAS destaca el colaborar con la autoridad competente en la aplicación de la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, elaborar y proponer reglamentos o normas, recibir y canalizar sugerencias,

promover la concurrencia de recursos técnicos, financieros, materiales y tecnológicos, y crear un fondo para realizar estudios, proyectos y actividades que contribuyan al aprovechamiento racional y uso eficiente (CNA, 2007).

En este contexto, la participación social en México es uno de los aspectos que deben tratarse principalmente, en donde “la base social delibere y tome decisiones sobre la gestión de un recurso tan importante como este”, de tal forma que se apoye en experiencias tales como la de Porto Alegre, en Brasil, y otros tantos lugares (Balanyá, et. Al, 2005), en donde han existido experiencias exitosas en la dotación del recurso.

Sin embargo, uno de los grandes retos es que la CNA ofrece un servicio descentralizado del recurso, lo que orienta por otra parte la privatización y un creciente acceso diferencial al mismo. De estas reflexiones se derivan los retos siguientes de acuerdo con los trabajos de Barkin D. y Klooster D. (2006) encuentran, en el sistema mexicano de la gestión del agua, las condiciones siguientes:

1. En México, no existen las condiciones actuales para atender las demandas en torno al recurso examinado. En el marco de un consenso general que requiere la consideración holística de todos los recursos hídricos disponibles, que incluyan los sistemas para el manejo de ecosistemas para proteger el medio ambiente, la nueva cultura del agua no ha sido asimilada.
2. Las instituciones oficiales del país no han formulado siquiera sus responsabilidades, de tal forma que “faciliten el cumplimiento de los objetivos de corto alcance, por lo menos”. Asimismo, los “supuestos tecnológicos e institucionales son erróneos, la **información básica necesaria para la evaluación, rendición de cuentas y planeación no existe**. Cabe citar que este punto otorga un fundamento especial que justifica el desarrollo de la presente investigación, porque los resultados obtenidos podrán incidir en este aspecto.

En consonancia, estos autores resumen en los aspectos que a continuación se detallan, el diagnóstico en el ámbito de la gestión del agua en México.

1. Amplias disparidades en el volumen y calidad del agua en distintos grupos sociales, por ende, en zonas del país en donde las condiciones y calidad de acceso al líquido es dispar.
2. Un marco institucional que no ofrece incentivos para la búsqueda de la calidad y la eficiencia, aunados a la disparidad entre la gestión del gobierno, las necesidades ambientales, las ganancias privadas que se sobreponen a un manejo efectivo de los recursos y servicios de agua.
3. **La información sobre la que se basa y opera el sistema de manejo del agua en México es inadecuado. Existen problemas severos sobre el acopio y sistematización de la información.**
4. La mayoría de los organismos operadores locales carecen de sistemas de medición para evaluar los niveles de extracción y abasto de líquido a los consumidores. Por lo tanto, no existen datos precisos de los volúmenes que se manejan.
5. Escaso y laxo control financiero. Esto se percibe con claridad en los sistemas de pago por los servicios de agua. Esta situación se ve acompañada por una sistematización anacrónica de información sustentada y operada por registros manuales.
6. Programas inadecuados de desarrollo urbano que priorizan las edificaciones residenciales ajenas a las condiciones idóneas de suministro de agua, construcción de infraestructura y aprovisionamiento de otros servicios.
7. La inadecuada fiscalización y los patrones culturales crean una herencia que deriva en bajos niveles de tratamiento de aguas residuales.

8. Escasa articulación entre las dependencias encargadas de regular la gestión del agua, o que intervienen de forma transversal en ella. Por ejemplo, las de desarrollo urbano, de medio ambiente y de agricultura operan de forma desarticulada y, sobre todo, en distintos niveles geográficos, algunas en el ámbito federal, otras en el local, sin una articulación regional mediadora.

1.2. ANTECEDENTES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SIG EN LA GESTIÓN DE AGUA.

Como se observó en el apartado anterior, uno de los problemas asociados a una eficiente gestión del agua se relaciona con la carencia de datos para la toma de decisiones en tiempo y forma, o incluso de la falta de sistematización y uso de herramientas tecnológicas que permitan el manejo de grandes bases de datos de usuarios, volúmenes de extracción, características de infraestructura hídrica y la ubicación de los sitios estratégicos en donde se requieren acciones de gestión del recurso.

Por ello, desde el decenio de los noventa del siglo XX, el uso de Sistemas de Información Geográfica en aspectos relacionados con la gestión del agua en distintos niveles administrativos ha ganado importancia, de tal forma que numerosos organismos políticos de decisión en acciones públicas han generado o bien se han apoyado en instrumentos de creación, consulta y análisis que permitan mejorar “las acciones de planeación de los recursos hídricos que se realizan en las instituciones para administrar el agua de una manera más eficiente, en especial de aquellas que requieren análisis geográfico (CONAGUA, 2008).

A razón de lo anterior, instituciones de gobierno en México lanzaron, a través de CONAGUA, un sistema de base de datos llamado Geoagua, en el año 2008, una base de datos institucional que tiene el objetivo y la necesidad de “contar con un área de almacenamiento de información cartográfica única que incluya temas vinculados con las

actividades que realiza el organismo que le da origen y que permita a múltiples usuarios concurrentes quienes utilizan herramientas de Sistemas de Información Geográfica –SIG–.

En este contexto, se implementó un Sistema de Administración de Bases de Datos Relacionales a través de la Subgerencia de Información Geográfica del Agua, que tiene la capacidad de soportar objetos de datos geoespaciales complejos y grandes consultas, de tal forma que los usuarios de la dependencia tienen acceso a la información cartográfica, unicidad en los datos que se manejan y seguridad de realizar vínculos a las bases de datos.

Esta base de datos generada opera como un banco de datos de información geográfica que integra la información que la institución dispone en materia de agua, pero también tiene la capacidad de incorporar la información de otras instituciones. Una ventaja adicional es que se permite modelar la construcción de “datos geográficos de alto nivel para la representación de información geoespacial”. En síntesis, constituye una herramienta básica de consulta y que apoya la toma de decisiones.

Algunas instituciones universitarias también participan de las bondades y ventajas de los Sistemas de Información Geográfica. Al respecto, uno de los ejemplos más representativos es el PUMAGUA, un programa de manejo, uso y reuso de agua dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México que incluye la participación de toda la comunidad universitaria.

Entre las metas principales del programa se encuentra:

1. Reducir en un 50% el consumo de agua potable.
2. Mejorar la calidad del agua potable para que sea bebible y del agua tratada para que cumplan con las normas aplicables.
3. Fomentar la participación de la comunidad universitaria en el uso responsable del agua.

Entre los ejes de acción de mayor relevancia se distinguen:

1. El balance hidráulico que se dirige a regular el consumo de agua e identificar cuánto consume cada usuario o dependencia de la universidad. También tiene instalado un semáforo de fugas a través de medidores que tienen el objetivo de informar en dónde se hallan los desperfectos dentro de las dependencias, con el afán de clasificar su estado y mostrar la cantidad de agua que se pierde al día.
2. Los semáforos de calidad de agua monitorea y analiza los datos de un sistema en línea de la calidad de agua potable, lleva a cabo muestreos de calidad de agua de las cisternas y, en la facultad de Ingeniería, realiza tomas de muestras de agua potable dentro de Ciudad Universitaria.
3. El punto de mayor relevancia para el presente trabajo es que todas las acciones anteriores se apoyan en el uso de **Sistemas de Información Geográfica** que son un conjunto de mapas temáticos sobre el sistema hidráulico de la UNAM, y forma una capa por cada tema. Al sobreponer los mapas deriva una representación abstracta y estratificada de la realidad que permite manipular, almacenar, analizar y modelar datos. Entre la información por capas que se incluye en esta base de datos se incluye la de tuberías, pozos, válvulas, intersecciones de la red de agua potable, medidores, relieve, uso del suelo, áreas de riego, dependencias participantes y plantas de tratamiento (UNAM, 2010).

Un tercer ejemplo sobre el uso de los SIG en la toma de decisiones para regular la gestión del agua se refiere a la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato, y este programa tiene el objetivo de difundir información del agua en la entidad hacia la población general. Así, la Comisión Estatal del Agua ha conformado el Sistema de Información del Agua (SEIA).

Las metas de este programa consiste en impulsar la estabilización de los acuíferos e implementar un sistema integral para el monitoreo del agua.

Entre las estrategias fundamentales de este programa se encuentran:

1. Promover un marco jurídico más adecuado en materia de agua que facilite su aplicación y cumplimiento involucrando al sector social.
2. Generar esquemas que garanticen la participación corresponsable del sector social en la administración eficiente del recurso.
3. Promover el ahorro de volúmenes de agua a través de inversiones que propicien el uso eficiente.
4. Promover las prácticas para el uso eficiente del recurso a través de la asistencia técnica.

En el contexto latinoamericano se han desarrollado numerosas experiencias que recogen el valor de los SIG. En este contexto, se han creado Sistemas de Información Geográfica que sustentan los recursos acuíferos de países como Ecuador, ejemplo representativo de los estudios que en Colombia, Chile, Brasil y Argentina se han realizado sobre este tema.

En estas experiencias se ha congregado la voluntad y el capital humano de instituciones educativas universitarias, centros de Inteligencia en materia de SIG e instancias gubernamentales.

De esta forma se creó un programa llamado SIRA-EC, que pretende “Establecer una plataforma informática de integración, intercambio y publicación vía Internet de la información relacionada con el agua entre las diferentes instituciones, a fin de que sea una herramienta que vincule a los recursos hídricos en el País con el desarrollo sustentable del mismo, mediante la implementación del sistema de información sobre los recursos hídricos y de esa forma coadyuvar a la toma de decisiones que sea de beneficio para la comunidad nacional” (H. Remigio, et. Al., 2002).

El resultado de este trabajo condujo al diseño de una base de datos geográfica que contiene datos y metadatos sobre el agua continental del país. Por consiguiente se desarrolló un portal con la tecnología CLEARINGHOUSE para el intercambio y presentación de información sobre el recurso agua para su difusión a nivel mundial, asociada con todas las redes iberoamericanas.

La conformación del Sistema de Información Sobre los Recursos del Agua en el Ecuador (SIRA-EC) involucra la selección de usuarios nodales que involucra el desarrollo de seminarios o talleres entre los potenciales usuarios del sistema. Al mismo tiempo tuvo el objetivo de desarrollar una publicación del CLEARINGHOUSE GEODIGITAL con la información georeferenciada de cada una de las cuencas hidrográficas de Ecuador.

CAPÍTULO II

FACTORES, PROBLEMAS Y ACTORES PRINCIPALES EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.

2.1 COMPONENTES Y PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS AL RECURSO AGUA Y SU GESTIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1.1. Entorno ambiental en la ciudad de San Luis Potosí.

En el último cuarto del siglo pasado, las preocupaciones medioambientales se han elevado para los gobiernos municipales, para la zona de estudio no es la excepción por lo que el Censo General de Población y Vivienda (CGPV) 2010 (tabla 2.1), refleja las estadísticas medioambientales del municipio.

Tabla 2. 1 Estadísticas de Medio Ambiente en San Luis Potosí.

	Municipio	Estado
Capacidad total de almacenamiento de las presas (Millones de metros cúbicos), 2009	21	209
Volumen anual utilizado de agua de las presas (Millones de metros cúbicos), 2009	13	77
Superficie de cuerpos de agua (Kilómetros cuadrados), 2005	3.4	171.35
Árboles plantados, 2009	3,099	3,451,259
Superficie continental (Kilómetros cuadrados), 2005	1,471.71	60,982.75
Superficie de agricultura (Kilómetros cuadrados), 2005	441.71	12,845.11
Superficie de pastizal (Kilómetros cuadrados), 2005	163.54	6,925.83
Superficie de bosque (Kilómetros cuadrados), 2005	73.77	3,667.15
Superficie de selva (Kilómetros cuadrados), 2005	0	1,498.52
Superficie de matorral xerófilo (Kilómetros cuadrados), 2005	401.17	27,033.42
Superficie de otros tipos de vegetación (Kilómetros cuadrados), 2005	0	503.04
Superficie de vegetación secundaria (Kilómetros cuadrados), 2005	281.52	7,969.45
Superficie de áreas sin vegetación (Kilómetros cuadrados), 2005	0	2.72
Superficie de áreas urbanas (Kilómetros cuadrados), 2005	106.61	366.16

Fuente: INEGI CGPV, 2010

La cabecera municipal se encuentra ubicada al centro del estado, en las coordenadas: 24° 29' - 21° 10' latitud norte y 98° 20' - 102° 18' longitud Oeste, tiene una altitud media sobre el nivel del mar de 1860 metros. El clima que predomina es Bsw, seco y semiseco templado con una temperatura media anual de 16.8°C y una precipitación anual de 372.9 mm (Op Cit., INEGI, 1986).

El Valle de San Luis Potosí permanece rodeado de un valle montañoso, al oriente destaca la Sierra de Álvarez y, al sur y oeste de la capital, el Área Natural Protegida de la Sierra de San Miguelito.

El acuífero abarca aproximadamente 1980 km², comprende, según el acuerdo publicado el 31 de enero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación, total o parcialmente los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Mexquitic de Carmona, Cerro de San Pedro y Villa de Zaragoza; en este se distinguen dos cuerpos: 1) somero de depósitos aluviales materiales sedimentarios compuestos por gravas, arenas y limos con un espesor de 5 a 40 metros (CNA, 1996), es muy dinámico debido a la poca profundidad, por lo que llega a registrar, en su composición química, elevados niveles de contaminación. 2) Un acuífero profundo de origen volcánico, con una capa sedimentaria poco permeable, lo que lo mantiene protegido de fuentes de contaminación externa, está internado en el centro de la cuenca, su límite superior oscila entre 100 y 150 metros de profundidad y es aprovechado por pozos con profundidad de hasta 400 metros. Para 1995 se estimó una extracción de 110.273 mm³ por año, con una recarga de 73.6 mm³ por año, presenta un déficit de 36.66 mm³ por año, a lo que la Comisión Nacional del Agua (CNA), afirma que realmente el déficit es mayor, asciende a 42.5 mm³ por año (Peña F., 2006) (DOF, 2003).

Algunos de los componentes que inciden negativamente el acuífero en el valle son la baja permeabilidad de los materiales rocosos que bordean e inhiben la infiltración hacia el subsuelo, baja precipitación, alta evaporación característica de la región, erosión de suelos deforestados en las sierras aledañas, que impide la retención de agua, urbanización de las

áreas de recarga, en donde el crecimiento de la población ha alcanzado este último sector de la capital, perjudica el flujo de agua hacia las zonas de infiltración en el valle (Noyola-Medrano, et. Al, 2009).

El agua para uso doméstico se abastece del acuífero profundo únicamente, debido a que la calidad de agua del somero, no es apropiada para consumo humano debido a la contaminación con coliformes, nitratos y sustancias de origen industrial; ha sido contaminado por aguas residuales, descargas de aguas industriales que anteriormente eran conducidas por canales a cielo abierto hacia el Tanque Tenorio, mismas utilizadas como aguas de riego en las zonas agrícolas de la capital y Soledad de Graciano Sánchez. (Peña, Op cit.).

Ambientalmente presenta problemas graves y diversos, inciden algunos de estos directamente sobre el recurso agua. La localidad urbana de San Luis Potosí cuenta actualmente con una población de 722772 habitantes y una zona industrial que alberga aproximadamente 300 empresas (INEGI, 2010), que, dentro de la ciudad existen diversas empresas cuyas emisiones a la atmósfera incrementan la contaminación local, la calidad del aire en esta ciudad se ha visto deteriorada siendo no solo este motivo, sino las emisiones a la atmósfera producidas por las actividades de su población creciente, aumento del tráfico vehicular, comercios y servicios; añade erosión, salinización y pérdida de fertilidad de suelo así como disposición inadecuada de residuos domésticos e industriales (H. Ayuntamiento de San Luis Potosí 2009-2012).

El acuífero profundo, presenta contaminación natural por fluoruro, según diversos estudios, debido a corrientes subterráneas de flujos verticales de aguas regionales termales. La Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), en conjunto con monitoreo oficial ha registrado que más del 65% de los pozos, que abastecen la zona conurbada de San Luis Potosí, rebasan el límite permisible de flúor para consumo humano, que es de 1.5 mg/l (NOM-127-SSA1-1994), ocasiona daños de fluorosis dental entre la población y es posible que en edad adulta, fluorosis esquelética (Díaz F., 2000)

Entre otras fuentes probadas de contaminación destacan los basureros a cielo abierto, descargas industriales, degradación de materia orgánica de aguas negras, tiraderos clandestinos (Peña, Op. Cit.).

Si bien es cierto que los niveles de contaminación atmosférica actual no son equiparables con los de otras grandes urbes del país, estudios efectuados por las Facultades de Ciencias Químicas, Medicina e Ingeniería de la UASLP denotan la necesidad inmediata de emprender acciones para prevenir que siga el incremento de esta situación, de igual manera acciones correctivas con un estudio completo de la caracterización de fuentes y elementos contaminantes, sus emisiones y meteorología de la localidad, para asegurar calidad del aire y agua que incrementen el nivel de vida y salud para los habitantes de esta ciudad (Leyva y Col., 1996; Díaz y Col., 1993; Luszczewski y Col., 1988).

2.1.2. Problemática de la ciudad de San Luis Potosí en torno al recurso agua.

Los sistemas de recolección pluvial, se registran 5000 años atrás en la región de Mesopotamia, a principios del siglo XX perdió adeptos debido a que resultaba insuficiente para el rápido crecimiento de la población de las ciudades y la instalación de sistemas de distribución domiciliaria de agua.

En regiones de América Latina, por más de tres siglos se han utilizado sistemas de captación pluvial, recolectan agua en los techos, almacenan en distintos tipos de cisternas de varios tipos de materiales, siendo en la actualidad la fuente principal de almacenamiento para uso doméstico (Anaya M et al., 2007).

Actualmente en la mayor parte de las ciudades de México se cuenta con diversa infraestructura de almacenamiento, tratamiento y distribución, pero esta tecnología ha comprometido seriamente el acuífero y su recarga, así como el suelo debido al alto crecimiento de la población, de la industria, comercio y actividades agrícolas. Por

mencionar un ejemplo, el mayor reto del país en sustentabilidad de agua lo tiene la Ciudad de México debido a que tiene el 45% de la actividad industrial del país: representa 38% del PIB, y junto con los estados de México e Hidalgo, representa el 20% de la población del país (ANEAS, 2009).

La ciudad de San Luis Potosí, presenta una situación particular debido a que se ha convertido en uno de los centros industriales más importantes del país, contando con variada infraestructura carretera, turística y cultural, generando un alto crecimiento demográfico y económico considerable, que trae como consecuencia la planeación de nuevos conjuntos habitacionales hacia los distintos puntos de la ciudad, desarrollo de actividades productivas y de servicios, así, pone en riesgo por la menor disponibilidad de aguas superficiales para su abastecimiento, pues ha rebasado la infraestructura de almacenamiento de un recurso tan importante (Alcalde R., 2003).

Aun cuando se piensa que la agricultura es la responsable por la falta de abastecimiento de agua a la ciudad y el decaimiento del acuífero del valle, existen otras razones entre las que destacan: el mayor volumen de extracción de agua es destinado usos urbanos como: consumo doméstico, comercial e industria y red municipal, la dinámica y crecimiento urbano afecta directamente el acuífero, ya que una importante superficie de éste, se encuentra justo bajo la mancha urbana, los actores, que se encargan de administrar y proporcionar el recurso, y lo han convertido en un factor socio-político, el cual define la explotación del acuífero y la preponderancia sobre el líquido, déficit considerable de precipitaciones, garantizar el suministro, calidad y cantidad de agua en tiempo a la población se ha convertido en un tema de interés de la sociedad, el crecimiento considerable de la población es un indicador que se refleja en la demanda, debido a la planeación de nuevos conjuntos habitacionales hacia los distintos puntos de la ciudad, no proyectado hacia los sitios de mayor disponibilidad del recurso. La tabla 2.2 refleja la velocidad de crecimiento hacia la segunda mitad del siglo XX (Peña, Op. Cit.).

Tabla 2. 2 Crecimiento de población en número de habitantes 1960 - 2010.

Estadística de viviendas	Localidad Urbana San Luis Potosí	Diferencia en habitantes respecto al evento anterior
2010	722772	36838
2005	685934	15402
2000	670532	144799
1990	525733	119103
1980	406630	138679
1970	267951	74281
1960	193670	

Fuente: INEGI, Secretaría de Industria y Comercio. 2010.

Esto ha resultado ser un problema que ha traído como consecuencia la creación de infraestructura, asfaltado, concreto, construcciones, caminos, que incide sobre la recarga natural, ya que la mancha urbana ha alcanzado a la Sierra de San Miguelito, y considera que el crecimiento se ha realizado de manera horizontal, de seguir así, será en definitivo incompatible con el acuífero. (Peña, Op. Cit.).

En las décadas próximas, la tendencia urbanización seguirá en ascenso en el país, para reforzar el patrón de crecimiento, por lo que la demanda del volumen de agua para satisfacer las necesidades de población será mayor y la tendencia se volverá crítica por la poca disponibilidad del recurso, de continuar con los patrones, el acceso al recurso tornará a una mayor desigualdad sobre todo a los sectores más pobres, por lo que dentro de las políticas de gobierno deberán introducir formas novedosas de gestión que lleven a la creación de normas nuevas, mecanismos novedosos y tecnológicos y una mayor participación social con vistas al uso y manejo sustentable del agua (Ávila P., 2002).

2.2 ACTORES Y FACTORES POLÍTICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS.

Esta etapa es fundamental en la gestión del agua, debido a que enfoca la atención de la opinión pública, los distintos niveles de gobierno, la sociedad y empresas para actuar de manera conjunta para no solo definir la problemática y dar solución a ella, sino llevarla al terreno de la sustentabilidad con prácticas permanentes de mejora a través de mecanismos y políticas, abarca el terreno de la gobernabilidad del agua, que se define como: “la capacidad social de movilizar energías en forma coherente para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos, y de hacer efectiva su implementación por los diferentes actores involucrados” (Peña y Solanes, 2002). Los actores que intervienen en la gestión del agua son: gobierno federal, estatal, municipal, Comisión Nacional del Agua, Comisión Estatal del Agua, Organismo Operador (O.O.), ONGs y sociedad.

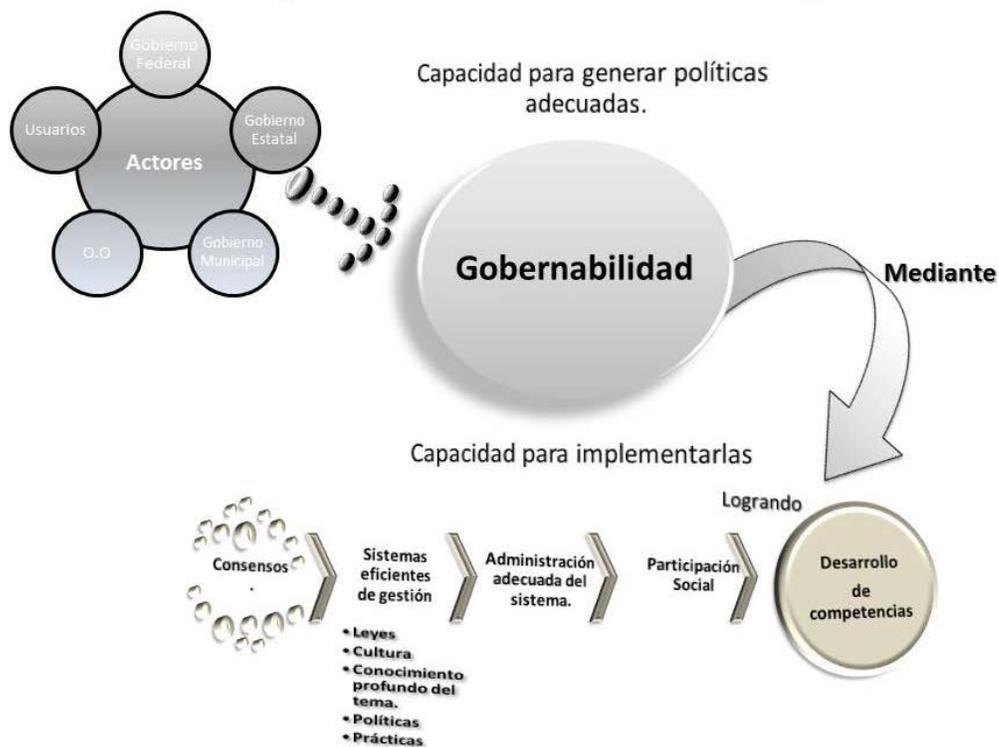
La falta de sustentabilidad en el uso de agua, el monopolio, la inequidad en su distribución, conflictos por asignación de volumen, ha exhibido ciertas fallas en las instituciones u organismos y los sistemas implementados por el gobierno resultan ineficientes, contradictorios y obsoletos, al ser diseñados tiempo atrás en condiciones menos complicadas con un ritmo demográfico y económico menos alarmante; y, con leyes inaccesibles y complejas. Esta problemática ha traído una crisis de agua para el siglo XXI con la necesidad de reformar la gobernabilidad de los recursos hídricos.

Cuando las estructuras fallan y comienzan a evidenciarse las limitaciones del sistema de manejo, es necesario diseñar políticas más afines a la resolución y seguimiento de la problemática. Entre las fallas detectadas y de mayor importancia destacan las brechas en la estructura institucional y de comunicación, la falta de conocimiento del recurso por parte de los organismos, las demandas y usos que se hacen del mismo; las dificultades institucionales en la operación para controlar y regular el uso sostenible del recurso, la burocracia, la ineficiencia interna de las instituciones, intereses particulares, la escasez de pago o morosidad ligados al servicio de agua, la dependencia y parcialidad de los organismos regulatorios, la carencia de legislación adecuada, la falta de instrumentos

eficaces que faciliten el diálogo intersectorial e incentiven la participación social, la ausencia o deficiencia en los instrumentos de coordinación, de decisión y de solución de conflictos, (Mirassou, S., 2009).

Para medir el nivel de gobernabilidad del agua en una sociedad, es necesario considerar las siguientes determinantes: a) establecer una relación agua-sociedad, b) definir un acuerdo social implícito y/o explícito en la relación, c) establecer consensos que definan las bases de las políticas públicas que expresan la relación, d) desarrollar e implementar sistemas de gestión mediante leyes, administración eficiente, cultura, conocimientos del tema y políticas en un marco de sustentabilidad, como se refleja en la figura 2.1 (Peña y Solanes, 2002).

Figura 2. 1 Proceso de Gobernabilidad del agua.



Elaboración propia, fuente: Mirassou, S., 2009.

Según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) la gobernabilidad define tres ejes: económico, político y administrativo. El económico involucra la toma de decisiones respecto actividades económicas de los países y a sus relaciones con otras economías; el político define las políticas en las que se basará la toma de decisiones; y el administrativo verifica la implementación de las políticas.

Al ser el agua una fuente de recursos compartida por cuantiosos usuarios, la gestión eficiente, equitativa y sustentable del recurso, requiere acuerdos entre los distintos actores para la toma de decisiones, en donde las instituciones realicen los cambios necesarios que comprometa, en conjunto con los distintos niveles de gobierno y actores, el delegar las responsabilidades a cada uno y lograr un beneficio democrático (Mirassou , Op. cit.).

Existe una disyuntiva de si la gestión debe ser gubernamental o mediante empresas municipales privadas por medio de licitaciones o concesión de servicio. El punto de inicio es la ideología; que, independiente de si la empresa es privada o subsidio del gobierno, funcione de manera eficiente con el objetivo de cumplir con principios de regulación, condiciones administrativas, jurídicas, autosuficiencia financiera y de operación, con una estabilidad a largo plazo ya que es un organismo creado ex profeso para resolver problemas de agua para uso urbano, en un marco institucional con base en la autonomía, que implica transparencia, rendición de cuentas, formación de consejos administrativos plurales o juntas de gobierno con consejeros profesionales externos.

La empresa u organismo encargado de proveer el recurso, debe otorgar un trato como cliente al usuario, con respeto sus derechos, lo que implica una relación contractual, especificando la relación entre el este, los gobiernos estatal y municipal, y consumidores.

Las tarifas juegan un papel fundamental, por ser de interés económico tanto para el Organismo, como para los usuarios. Esta debe ser flexible y regulada por la Comisión Nacional del Agua, de acuerdo a la zona económica que ocupa el estado, respecto al país y la región. Es de imperiosa necesidad que los usuarios realicen el pago, que incluye abasto

de agua para uso doméstico y/o comercial y/o industrial, drenaje y tratamiento de las aguas residuales. Dentro de las tarifas se reflejan los costos de oportunidad del agua, la recuperación de inversiones y de los costos operativos en el ciclo de servicio público como suministro, alcantarillado y drenaje, y tratamiento.

Igualmente importante es la abolición de exenciones al pago del agua a entidades de gubernamentales o empresas privadas, quienes representan un foco muy amplio de inequidad, generando un lastre financiero significativo para los O.O., pero quien resulta afectado en mayor cantidad es el usuario final o común. Los esquemas tarifarios deben de ser justos y transparentes, que especifiquen el tipo de servicio incluido para cada consumidor.

El Gobierno Federal, como parte de sus funciones en materia de agua, debe valorar adecuadamente los derechos cobrados a los municipios por agua, verificar las descargas de aguas residuales en ríos, aguas costeras y otros cuerpos relevantes. Estos compromisos pueden ser delegados a los gobiernos estatales, que de no cumplirse, puede tomarse el recurso de embargo. Existen subsidios para sectores sociales de alta marginación y bajos ingresos, y deben de ser focalizados, transparentes y equitativos.

El Gobierno Municipal regula que todos los usuarios domésticos, industriales y de servicios ubicados dentro del área urbana estén conectados a la red municipal, con la finalidad de llevar un control del crecimiento, creación de nuevos fraccionamientos o zonas industriales y evitar tratos especiales o de excepción y mermas en la capacidad de facturación y cobro (Consejo Consultivo del Agua, 2010).

La vulnerabilidad en que se encuentran los Organismos Operadores por falta de un marco jurídico que garantice su operación, es uno de los problemas que destacan en la gestión del agua, enfocado a la falta de una política nacional en materia de agua potable y saneamiento, así como un marco legal regulatorio. El Gobierno Federal, como tema de seguridad nacional, a través del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010, indica el menester de fortalecer la infraestructura hidráulica en el país y la necesidad de implementar

estrategias globales a los niveles de gobierno con el fin de alcanzar un manejo sustentable del recurso.

La carencia de un marco regulatorio, se refleja en la falta de continuidad en las políticas públicas definidas, en los costos ejercidos por las concesiones para operar los servicios, en los cambios de administración y en la incertidumbre de los usuarios por no estar informados de sus derechos al realizar un pago a un servicio, así como en la falta de interés en este sector y el débil aprovechamiento del capital privado.

Lejos de lo publicado por medios de comunicación y campañas mediáticas, existen necesidades reales que enfrentan los Organismos Operadores como: presupuesto insuficiente, subsidios tarifarios cruzados, ausencia de tarifas reales, bajo una norma, falta de planeación a largo plazo, factores políticos inciden sobre la operación, carencia de modelos administrativos y de la organización orientados al servicio al cliente, procesos operativos y administrativos obsoletos, falta de apoyo en la tecnología informática en los procesos, falta de profesionalismo de funcionarios y empleados en los cambios de administración de ayuntamientos y asimetrías entre los Organismos Operadores de un mismo estado (Rodríguez E., 2007).

El abasto de agua en la ciudad de San Luis Potosí, está a cargo del Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Servicios Conexos (INTERAPAS), tiene una concesión de 85 mm³ por año, proporciona 2700 litros por segundo que extrae de 118 pozos con una profundidad de 140 a 550 metros, de los que aproximadamente 10% se encuentran fuera de servicio por mantenimiento, rehabilitación o sustitución (Peña, Op. Cit.).

El marco jurídico, sobre el cual funcionan el INTERAPAS, organismo operador en la ciudad de San Luis Potosí, como indica la tabla 2.3, lo definen Leyes Federales, Estatales y reglamentos internos.

Tabla 2. 3 Marco jurídico sobre el cual sustenta su operación INTERAPAS

LEYES FEDERALES	LEYES ESTATALES	INTERNOS INTERAPAS
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Art. 27, 28 y 115.	Constitución Política del Estado Libre y Soberano de San Luis Potosí; Art. 114 y 115.	Reglamento Interior del Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y servicios conexos de los Municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez.
Ley de Aguas Nacionales; 1, 2, 5, 9, 20, Título Cuarto, Capítulos II y III, 44, 45, 46, 47, 85, 88, 112.	Reglamento para el Control de Descargas Residuales al Sistema de Drenaje y Alcantarillado Municipal.	Decreto de Creación del Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y servicios conexos de los Municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez.
Ley Federal de Derechos en Materia de Agua; Art. 222, 223 y 276.	Ley de Adquisiciones del Estado.	Cuotas y Tarifas (Decreto 274)
Ley de Mejoras para Obras Públicas.	Ley de Agua Potable, Alcantarillado, Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales para el Estado y Municipios de San Luis Potosí.	
Ley General de Bienes Nacionales, Art. 1, 2, 16, 20, 21, 22, 23, 27.	Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí.	
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	Ley Estatal de Salud.	
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales: 1, 2, 7, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 52, 53, Título Sexto Capítulo I, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 145, 147, 158.	Ley Estatal de Transparencia Administrativa.	
Ley General de Salud.	Ley de Desarrollo Urbano del Estado de San Luis Potosí.	
Ley de transparencia y acceso a la información pública.	Ley de Obras Públicas y Servicios Públicos relacionados con la misma, para el Estado de San Luis Potosí	
NOM-001-ECOL-96 Denominada "Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales" (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 06 de enero de 1997).	Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de San Luis Potosí	
NOM-002-ECOL-96 Denominada "Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano y municipal" (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de junio de 1998).	Reglamento Estatal de Salud.	
NOM-003-ECOL-97 Denominada "Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público" (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 1998).	Norma Técnica Ecológica	

Fuente: INTERAPAS, 2012.

El marco jurídico citado, abarca de manera general el manejo del agua, destaca:

- a) El papel del gobierno estatal está limitado a solo ser un asesor en la materia.
- b) Fomenta la disparidad entre las políticas estatales y municipales en el manejo de los recursos.
- c) La Federación queda como única entidad reguladora, lo cual no es óptimo en tiempo, competencia y eficiencia.
- d) La legislación en ningún apartado considera los conceptos de agua potable y saneamiento.

Esto evidencia la falta de un marco federal y estatal regulatorio para los servicios de agua potable y saneamiento, lo que es de imperiosa necesidad que sea creado en los distintos niveles de gobierno por el federal para ser integrado en el Plan Nacional de Desarrollo En las economías de mercado, es el Estado quien regula las relaciones de oferta y demanda ante actividades evidentemente monopólicas (Rodríguez, Op. Cit.).

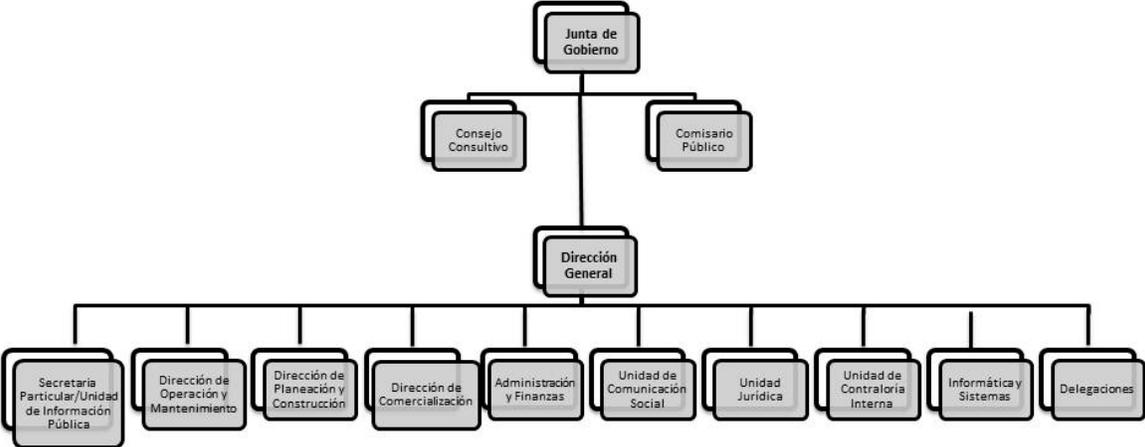
2.3 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL RECURSO.

Desde su inicio, el INTERAPAS ha sido sujeto a la vida política de la capital y el estado, objeto de disputa electoral, situación que lo vuelve inerte, ya que la gestión se realiza de acuerdo al partido que esté en el poder y la duración de su director. Esta condición refleja directamente al interior, pues la rotación de funcionarios ocasiona inestabilidad y falta de continuidad para la realización de sus objetivos.

Es funcionamiento adecuado del organismo está a cargo del Director, quien se encarga de gestionar de manera integral el recurso, atiende las necesidades de la población y el desarrollo urbano en materia de agua; así como de asegurar la optimización de sus

recursos, para mantener y mejorar la productividad, de que los procesos se mantengan con eficiencia con el propósito de prestar los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales en tiempo y forma a los usuarios de la zona metropolitana de San Luis Potosí (INTERAPAS, 2008). La estructura organizacional, se define en la figura 2.2.

Figura 2. 2 Organigrama general del INTERAPAS



Fuente: Reglamento interno , Periódico Oficial del Estado libre y soberano de San Luis Potosí, 22 de mayo de 2002. Organigramas y Nombramientos 2010, INTERAPAS

Las áreas de contraloría interna, jurídicas, administrativas y comercialización son de vital importancia dentro de la gestión actual del INTERAPAS, ya que realizan actividades entre las que destacan: a) Contribuir al fortalecimiento e íntegro cumplimiento de las atribuciones del organismo, con total transparencia y apego a la legalidad, b) Representar legalmente al Organismo con las facultades conferidas por la Junta de Gobierno, elaborar las demandas, quejas y/o denuncias ante las distintas autoridades judiciales y dar seguimiento a las interpuestas, apoyar los procedimientos legales internos

del Organismo, de acuerdo al marco jurídico, c) Dirigir y controlar la aplicación de la Normatividad y política de administración de Recursos Humanos, financieros y materiales que regulan el funcionamiento, con apego a las Leyes, Decretos, Acuerdos, Reglamentos y Manuales vigentes, así como aquellas conferidas por el Director General, d) Promover, coordinar y supervisar las acciones referentes a la atención eficiente a los usuarios, correcta medición del consumo de agua y recuperación del cobro de servicios, aplicar mecanismos adecuados de control y seguimiento en los programas de trabajo, vigilancia y fiscalización.

Evidentemente, para el correcto funcionamiento del Organismo son importantes estas actividades de vigilancia, administración y financieras, pero debe existir un equilibrio entre todos los departamentos, no se puede centrar en materia económica el desempeño. Los departamentos de Planeación y Construcción y, Operación y Mantenimiento son los que se encargan de estructurar y mantener las instalaciones que proveen de recurso a la ciudad y el desarrollo de esta tesis se centra en estos dos importantes departamentos.

Planeación y Construcción está al frente del proceso de planeación, estudios, proyectos y construcción de obras de infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario, tanto para los nuevos desarrollos, como para la infraestructura existente, con la mejora constante del servicio y el cumplimiento de la normativa vigente. Destacan en sus funciones: Identificar y ubicar geográficamente la infraestructura que integran los sistemas de agua potable, alcantarillado, tratamiento, disposición de aguas residuales y descarga de agua pluvial, determinar la capacidad hidráulica y área de factibilidad de los sistemas de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales y aguas pluviales, elaborar y mantener actualizado el Proyecto Estratégico de Desarrollo, tramitar, calcular y proponer costos, para su aprobación por parte del Director General, las solicitudes de incorporación de nuevos fraccionamientos o desarrollos urbanos (centros de población), a los sistemas de agua potable, alcantarillado, tratamiento, disposición de aguas residuales, planear, proyectar, construir, supervisar y desarrollar la ampliación de la red de agua potable y alcantarillado, por si o a través de terceros.

Realizar los procesos de supervisión de la ejecución de obras de rehabilitación o ampliación de los sistemas y líneas de producción de los servicios, elaborar y aplicar el manual de normas de calidad relacionados con la ejecución de obras de rehabilitación o ampliación de los sistemas (INTERAPAS, 2008).

Todas realizadas bajo un sistema que resulta cómodo puesto que da solución a la actividad laboral diaria, empero resulta obsoleto y desorganizado. No ha incluido procesos óptimos que controlen varias actividades, elimine la duplicidad de las mismas, las ordene y quede en registro y de manera transparente para que la siguiente administración pueda retomar las actividades sin volver a plantear un sistema de trabajo nuevo, sin orden y en una actividad rutinaria.

La información geográfica no se encuentra georeferenciada, por lo tanto, no puede ser aprovechada. Utilizan un Sistema de Información Geográfica, Autocad MAP 3D 2011, pero el uso que le da el departamento es únicamente de diseño; agrega información en la que no llevan control, aun cuando tienen las modificaciones al día, pero fácilmente pierden el seguimiento de las capas, lo que obliga a generar nuevas capas sin información o nombres duplicados, que a su esquema de trabajo, no representa mayor problema debido al uso que le dan.

Operación y Mantenimiento administra y controla los procesos de operación, extracción, suministro, mantenimiento, potabilización y aprovechamiento de los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales a cargo del Organismo Operador son las siguientes las más destacadas de sus responsabilidades estipuladas: planear, organizar, dirigir y controlar los procesos de operación, extracción, suministro, mantenimiento, potabilización y aprovechamiento de los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales; evaluar y autorizar las alternativas de mejoramiento de la infraestructura hidráulica para mejorar el nivel de los servicios proporcionados a los usuarios; definir políticas y procedimientos para asegurar un adecuado cumplimiento de los aspectos normativos; coordinar, supervisar y

controlar el desarrollo de las actividades de operación, mantenimiento, extracción, potabilización y distribución de agua potable y recolección del agua residual del sistema de drenajes; con la finalidad de mantener en óptimas condiciones la red y el abastecimiento de agua potable y una eficiente operación del drenaje; diseñar e implementar programas preventivos y correctivos de los equipos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución; realizar las reparaciones, análisis físico, químico, bacteriológico de agua potable y aguas residuales a fin de determinar las acciones que se juzguen convenientes; reportar el comportamiento del resultado del análisis de calidad del agua potable y del agua residual; coordinar las actividades externas realizadas por contratistas; ordenar, supervisar y controlar el suministro de agua mediante pipas a las zonas que así lo requieran; requerir a los usuarios industriales, comerciales o de servicios la instalación de medidores de agua residual en el punto anterior y/o final de la descarga en las que así lo ameriten y en su caso, ordenar la clausura, suspensión o cierre de las descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado a los usuarios como consecuencia de infracciones a la legislación de la materia o por falta de pago de las contra prestaciones correspondientes, cuando se incumpla con las normas vigentes.

Para su atención, son asignadas a cuatro áreas importantes: **Producción**, se encarga de los pozos, plantas potabilizadoras; **Distribución**, verifica y provee la entrega de agua en las tomas, y atiende fugas en red o en toma; **Mantenimiento de Drenajes y Saneamiento** técnicamente se encarga de lo referente a las Plantas tratadoras, pero los límites permisibles de calidad de agua y sus plantas de tratamiento los atiende la Comisión Estatal del Agua.

Cuando el usuario tiene algún problema o queja, realiza una llamada al 073 o mediante la página web: <http://www.interapas.gob.mx/> en el apartado de Sistema de Usuarios Acuatel, perteneciente al departamento de Comercialización, este recibe el tipo de queja y lo hace llegar al Subdirector de Operación y Mantenimiento con tres cortes diarios: 7 a 11, 11 a 15 y 15 a 18 hrs. Cabe señalar que este departamento tiene a disposición una guardia de 24 horas.

La relación entre estos dos departamentos es muy estrecha, efectivamente, tienen un esquema de trabajo y delimitación de funciones preciso de mutua cooperación, pero podría ser más eficiente, por lo que surge la necesidad de proponer un Sistema de Información Geográfica, que sea eficiente y automatice procesos, con un manual preciso de usuario que sea transparente entre administraciones y permita la continuidad sea de manejo accesible y fácil actualización, que sea un instrumento que otorga los elementos para prevenir, de acuerdo a los reportes recibidos y las características de la infraestructura actual, que lleve un registro de antigüedad en las instalaciones y a futuro incorpore el 073 en su relación y permita obtener indicadores de problemática y resolución de problemas.

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SIG.

3.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL SIG

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se define como un conjunto de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de información espacial, orientados a un propósito específico para resolver problemas complejos de planificación y gestión. Los SIG constituyen una herramienta innovadora para manipular la información geoespacial, el uso y aplicación de estos sistemas se ha ido incrementado a partir del siglo XX, por lo que implementar una metodología adecuada, es esencial para llevar un desarrollo eficiente e integral en las instituciones (Guevara, A., 1993).

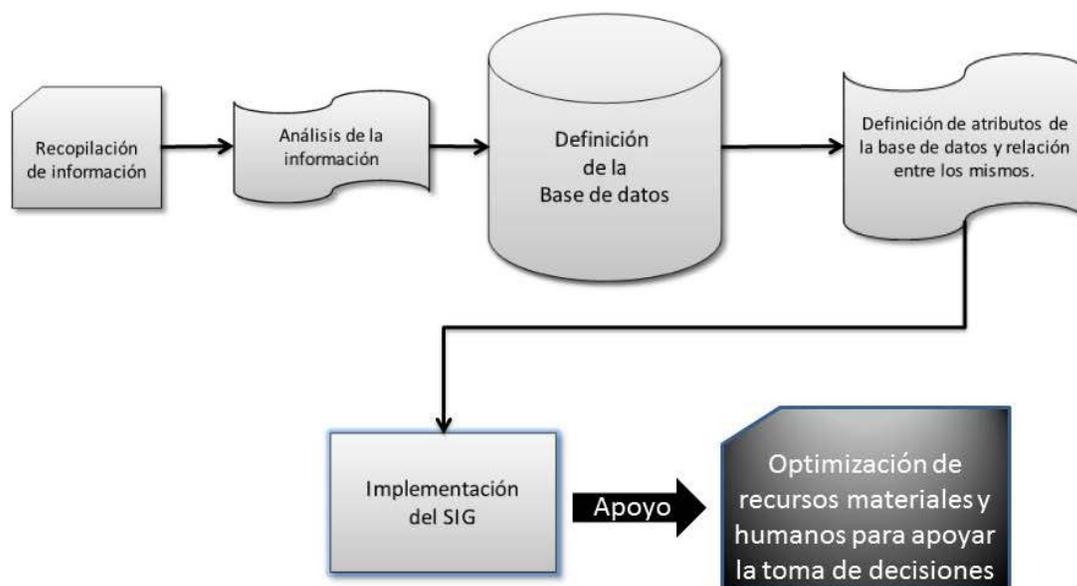
Los SIG difieren de los sistemas de información convencional en que maneja la información bajo el contexto espacial, en un marco de referencia geográfico, su principal componente es el dato espacial orientado en la superficie terrestre, definido por los siguientes componentes: ubicación, relación y descripción mediante atributos. El origen de los SIG lo constituye una base de datos relacional espacialmente referenciada, que define la localización y vínculo entre las distintas objetos que lo conforman.

Antes de implementar un SIG es imprescindible formular una metodología que cause un mínimo impacto en los departamentos de la organización, es decir, que sea fácil de aceptar y adaptable, como se especifica en la figura 3.1, donde el análisis de la información recopilada y la definición de la base de datos es el eje del proceso metodológico. Debe considerar dentro de la implementación un plan armónico de capacitación tanto para el personal que lo va a manejar, como para los departamentos que lo integran, además de un equilibrio entre eficiencia y efectividad para reflejarlo en el

SIG, y así contribuir con información de calidad orientado a la oportuna toma de decisiones y reducir la incertidumbre (Sanchez, E. 2009).

La parte más importante de un SIG es su información, sus datos geográficos y tabulares; pueden ser adquiridos por quien diseña e implementa el sistema de información, a través de entrevistas, medición o puede ser útil la información con la que ya se cuenta, por ejemplo la desarrollada por el Instituto de Estadística y Geografía (INEGI), como el marco geoestadístico municipal, nacional, vialidades, AGEB. El SIG integra los datos espaciales con otros recursos de datos, puede incluso utilizar manejadores de base de datos (RDBMS) más comunes como: SQL, SQL Server, Oracle o Access.

Figura 3. 1 Metodología del SIG



Fuente: Elaboración propia con base en Sánchez E. 2009.

La tecnología de los SIG está catalogada como un instrumento de apoyo a la toma de decisiones para la investigación y gestión institucional, por lo que resulta limitada si no se

cuenta con el personal que diseña, opera y administra el sistema, además de los actores involucrados en las decisiones, quienes se apoyarán de este sistema para obtener datos para realizarlo.

3.2 MODELO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA DEL SIGAGUA

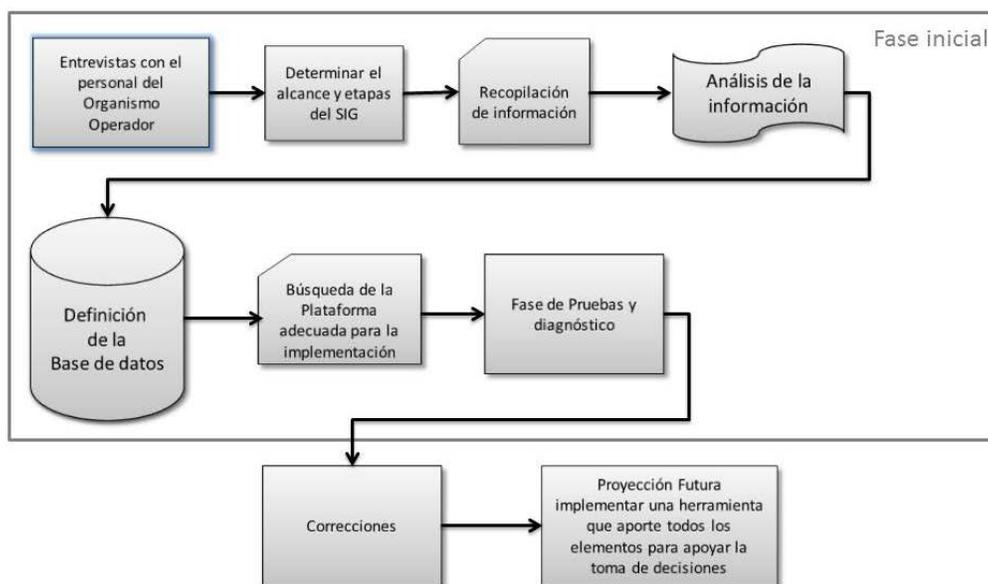
El SIGAGUA es una propuesta enfocada a la integración los departamentos que componen el INTERAPAS en una herramienta tecnológica para apoyar la toma de decisiones y mejorar el servicio que otorga el organismo, disminuye tiempos de atención y de trabajo, optimiza recursos, organiza e integra procesos. Como se ha mencionado en el apartado anterior, un SIG no se maneja de manera automática y no toma decisiones por sí, es una herramienta que es alimentada por un usuario operador con información generada mediante el trabajo de campo del organismo operador, como levantamiento en drenaje y saneamiento, agua potable, plantas de tratamiento y pozos; e información ya existente creada por el INEGI en los Censos y Conteos de Población y Vivienda, que son los eventos que más adecuan la información del marco geoestadístico estatal para este fin; la información se presenta de manera organizada y se manipula, aporta datos resultantes que optimicen la oportuna intervención en los procesos y generen datos que fundamenten la toma decisiones.

La propuesta del SIGAGUA que aquí se presenta, es el resultado de un arduo proceso conformado por la realización de diversas etapas: a) inició con entrevistas con el personal de INTERAPAS con el objetivo de conocer el funcionamiento operativo, procesos que realizan en campo y obtención de la información espacial que maneja el Organismo, b) posteriormente se derivó la complicada tarea de clasificar y depurar la información, en el que se invirtieron meses para adecuarla y obtener los elementos que conformarían la base de datos y propuesta del SIG, c) La fase técnica de exploración de la plataforma óptima para la implementación del SIG fue otra complicada labor, ya que sugiere una búsqueda de aplicaciones afines al soporte, además de una extensa fase de pruebas y

cambios necesarios, incluso en toda la estructura de ser necesario, como ocurrió en varias ocasiones antes de finalizar esta propuesta de SIGAGUA.

Esta investigación presenta, como se indica en la figura 3.2, la metodología del SIGAGUA, considera las distintas etapas desarrolladas.

Figura 3. 2 Metodología del SIGAGUA



Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Entrevistas.

Se solicitó de manera formal la entrevista con el Director General del INTERAPAS, quien turnó al titular de la Unidad de Comunicación Social y Cultura del Agua para proporcionar información acerca del funcionamiento y estructura del Organismo, comentó no poder dar información para el proyecto de investigación y envió al departamento de Planeación y Control, con el Subdirector de Construcción y Supervisión, amablemente explicó la forma en que realizan estudios de factibilidad para los servicios de agua potable y capacidad de

los sistemas. INTERAPAS cuenta con un área de Sistemas de Información Geográfica, cuya función es la de ubicar geográficamente la infraestructura que integra el sistema de agua, el encargado del área proporcionó la información que integra este proyecto. Posteriormente el contacto lo otorgó el Director del Departamento de Operación y Mantenimiento, explicó la división de los sectores y su funcionamiento, mismo que se presentó en el capítulo anterior.

3.2.2 Recopilación de Información

La información referente al manejo de recurso agua, la proporcionó el encargado de Sistemas de Información Geográfica, se recibieron cinco archivos en formato DWG, realizados en AutoCAD Map 3D 2010, que contienen información de infraestructura y sistema de agua del área metropolitana de San Luis Potosí, como tubería de drenaje y saneamiento, tubería de agua potable y pozos; Plantas de Tratamiento ANEAS 2004 y 2005, ubicación de fraccionamientos e infraestructura sanitaria.

3.2.3. Análisis de la información.

El trabajo se inició con el archivo de infraestructura hidráulica que contiene 414 capas, cabe mencionar que no cuenta con atributos, estructura geoespacial ni metadatos. El arduo proceso de depuración de la información fue necesario realizarlo en repetidas ocasiones, de las 414 capas iniciales, en la sexta y última depuración se redujeron a 25, donde fue necesario en cada proceso de depuración, analizar capa por capa para poder inferir cada una.

- ⇒ Primera depuración y corrección de polilíneas, con un resultado de 332 capas.
- ⇒ Segunda depuración y corrección de capas, con un resultado de 212 capas.

- ⇒ Tercera depuración y corrección, con un resultado de 113 capas.
- ⇒ Cuarta depuración y corrección, con un resultado de 83 capas.
- ⇒ Quinta depuración y corrección, con un resultado de 46 capas.
- ⇒ Sexta depuración y corrección, con un resultado de 25 capas.

Que abarca la infraestructura de: 1) agua potable, 2) drenaje, 3) saneamiento y 4) plantas de tratamiento; se exportó a archivos shape para realizar la integración y estructura de base de datos en la plataforma ARCGIS 10, se realizó el proceso de generación de atributos mediante las extensiones de ARCGIS, georreferencia y creación de metadatos; se complementa con información geoestadística y de vías de comunicación de INEGI, además de la creación propia de un archivo de sucursales, que fue integrado en la fase inicial del SIGAGUA de la siguiente manera:

INEGI:

- Manzanas (Censo General de Población y Vivienda 2010).
- Colonias (Censo General de Población y Vivienda 2010).
- Vialidades (Censo General de Población y Vivienda 2010).
- AGEB (Censo General de Población y Vivienda 2005, por no encontrarse disponible la versión 2010, pero se asignó manualmente los resultados del Censo General de Población y Vivienda 2010).
- Frentes de Manzana (DENUE Censo Económico 2009), que son líneas que definen la ubicación de las manzanas respecto a calle.

INTERAPAS:

- Infraestructura de agua potable.
- Infraestructura de drenaje y saneamiento.
- Plantas de tratamiento

Información proporcionada por el departamento de Planeación del Organismo Operador, en versión 2010.

- Sucursales (elaboración propia mediante las direcciones obtenidas en internet), que, a pesar de pertenecer al departamento de comercialización, es en este departamento en donde se reciben las llamadas del 073 y con la ubicación de estos puntos, podrían orientar de manera eficiente al usuario.

A toda la información que aquí se detalla, se le realizó la asignación de atributos de colonia y AGEB, para poder ubicar posteriormente cada polígono, punto y línea de comunicación. Toda la información se integró en el mismo contexto mediante las extensiones de ARCGIS y Xtools 10 para ARCGIS. La proyección utilizada es CCL ITRF92, que es la base de los archivos obtenidos del INEGI y cada archivo contiene su metadato correspondiente.

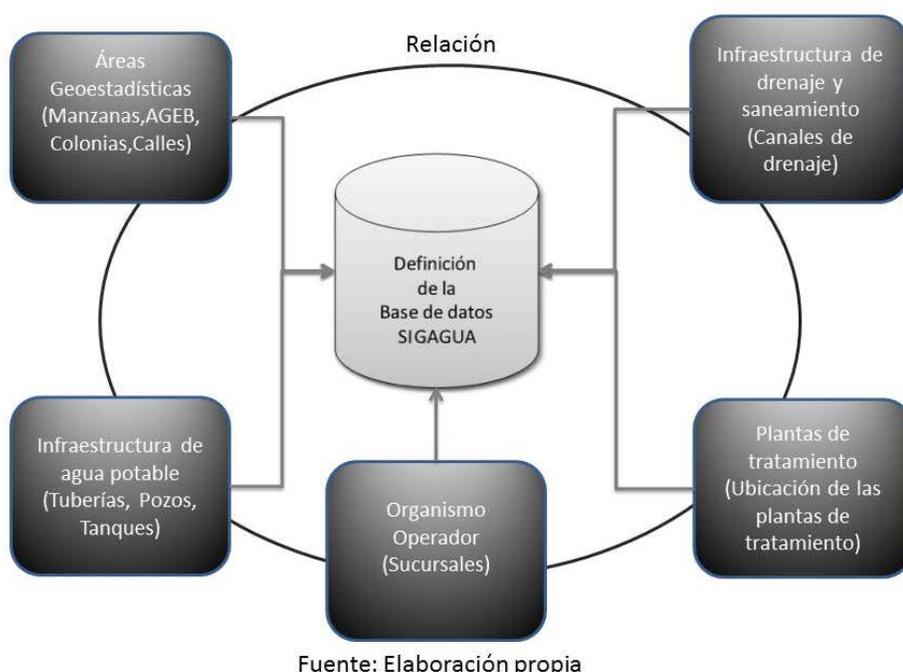
Es importante mencionar que en México, toda la base cartográfica es generada por el INEGI, pero no existe una normativa de que esta información sea la base y, sobre la misma, cada organismo o institución privada agrega su propia información. Por el contrario, cada quien realiza su propia cartografía conforme a sus necesidades.

3.2.4. Diseño de la Base de Datos

La estructura de la base de datos se realizó dando tratamiento a la información geoespacial final, asignando la información básica del Censo General de Población y

Vivienda 2010, así tener características en común y poder establecer relaciones, y formar coberturas o categorías. Las agrupaciones son dinámicas y se establecen para responder a las necesidades de los departamentos mencionados. La categoría se define como una unidad básica de almacenamiento y presenta atributos gráficos y tabulares, que permiten relacionar objetos; a cada objeto el software le define un número clave de identificación, de tal forma que al interior del sistema se establece una relación entre los distintos componentes (figura 3.3).

Figura 3. 3 Definición de la Base de Datos Relacional del SIGAGUA

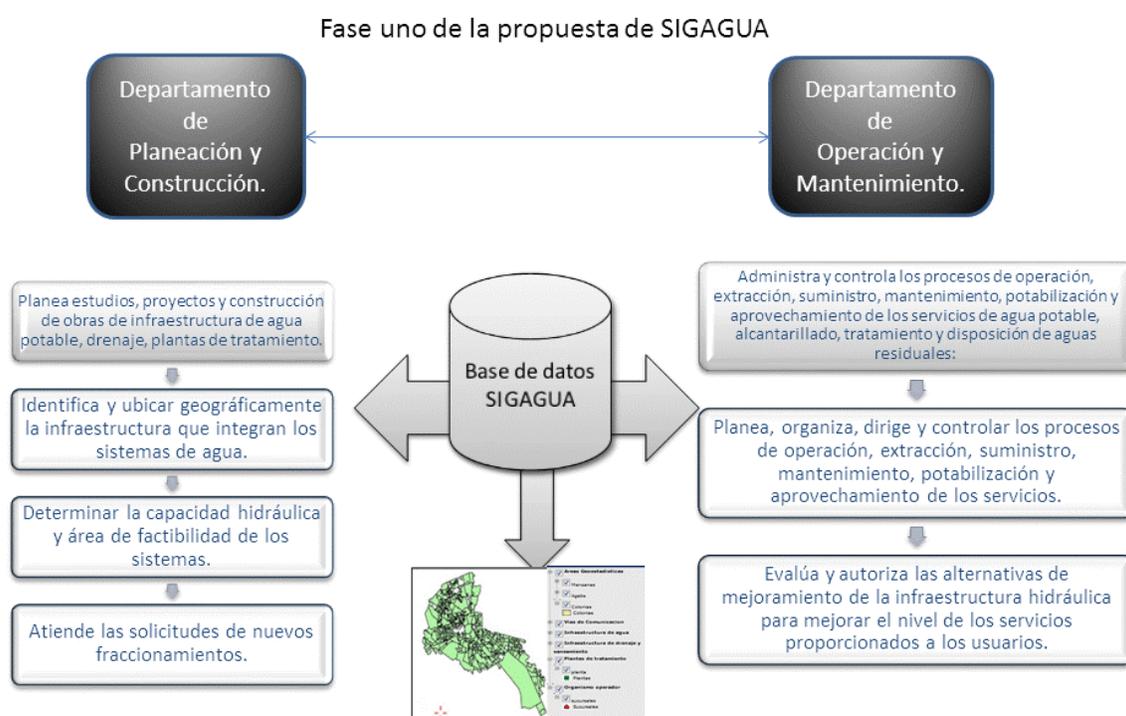


3.2.4.1. Modelo Conceptual

La función más importante de un SIG debe de ser el unir funciones y eliminar la duplicidad de las mismas, para poder estandarizar información y agruparla. La etapa inicial del SIGAGUA es otorgar los elementos fundamentales para que los departamentos en los que se basó: Planeación y Control y Operación y Mantenimiento, realicen sus actividades diarias con una base de datos relacional estructurada, información geográfica actual y

ordenada, y con las relaciones que a ambos departamentos atañen, como se indica en la figura 3.4, que al contar una infraestructura geográficamente referenciada y actualizada, con atributos de capacidad, antigüedad y áreas de factibilidad, a cargo del departamento de Planeación, permitirá que el departamento de Operación y Mantenimiento pueda administrar y controlar los procesos de mantenimiento y planeación en sitio, quien a su vez mantendrá sus actualizaciones en el sistema, de manera que sea un ciclo completo.

Figura 3. 4 Definición de la Base de Datos Relacional del SIGAGUA



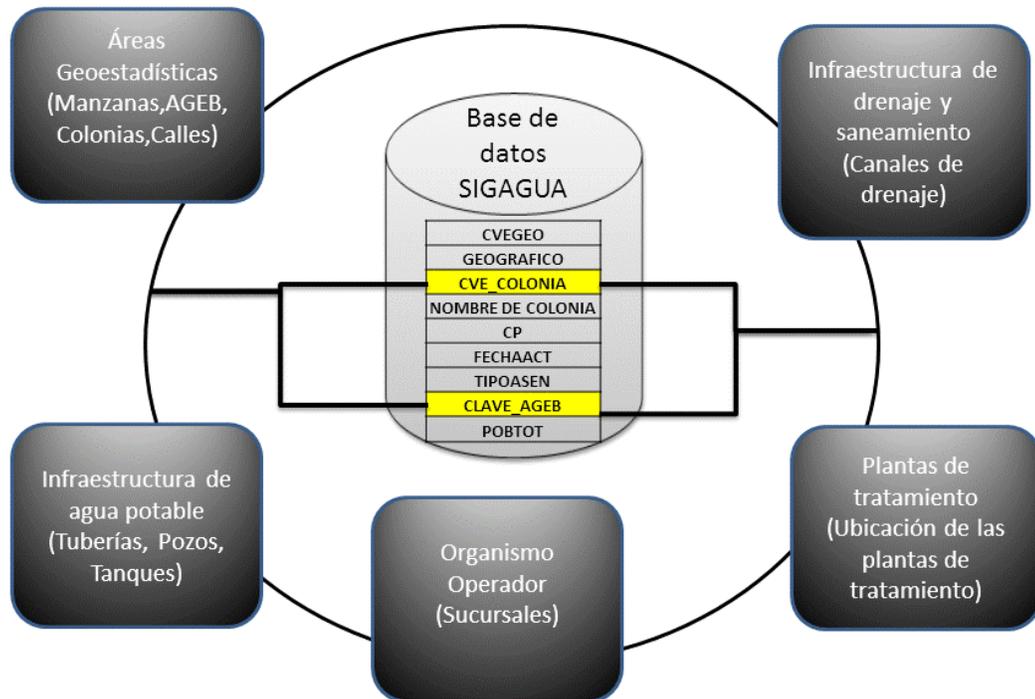
Fuente: Elaboración propia

3.2.4.2. Modelo lógico

Para este proyecto se utilizan bases de datos relacionales donde a cada uno de los elementos de la infraestructura de agua, saneamiento, plantas de tratamiento y de áreas geoestadísticas, se les asignó atributos de colonia, AGEB, Código Postal, resultados del Censo General de Población y Vivienda, además de flujo y diámetro a cada una de las tuberías y en algunos casos, como son los elementos lineales (tuberías de agua potable y

saneamiento), se asignó calle. Los atributos en los cuales se hace la relación entre cada elemento es CVE_COLONIA o CVE_AGEB, como se muestra en la figura 3.5

Figura 3. 5 Modelo lógico del SIGAGUA



Fuente: Elaboración propia

3.2.4.3. Modelo físico

La edición y mantenimiento de la base de datos se realiza por medio de un RDBMS, que es un manejador de base de datos, el formato que manejan los archivos shape del SIG, dbase IV (dbf), que se adapta fácilmente a Excel y posteriormente importarlo en Visual Fox 6.0 o ACCESS y ya en esta plataforma, exportarlo a dbf. Los archivos shape se manipulan en ARCGIS y luego exportados a la ruta de datos del SIG, que ofrece la bondad de una fácil actualización y organización de los datos, sin la necesidad de tener todos los archivos. Se recomienda tener un respaldo mensual y posteriormente hacer el respaldo por año.

3.2.5. Búsqueda de la plataforma adecuada para integrar el SIGAGUA.

El objetivo inicial para integrar el SIG, era realizarlo en la plataforma ESRI-Arcdesktop 10, mediante un Geodatabase y exportarlo a una plataforma WEB, para realizar álgebra de mapas, lo cual no resultó tan sencillo, debido a que al llegar a la generación del geodatabase y haber creado todas las relaciones, se detectó que sería un proceso poco funcional debido a los costos, ya que requiere la utilización de productos de la misma compañía y es necesario adquirirlos de manera independiente.

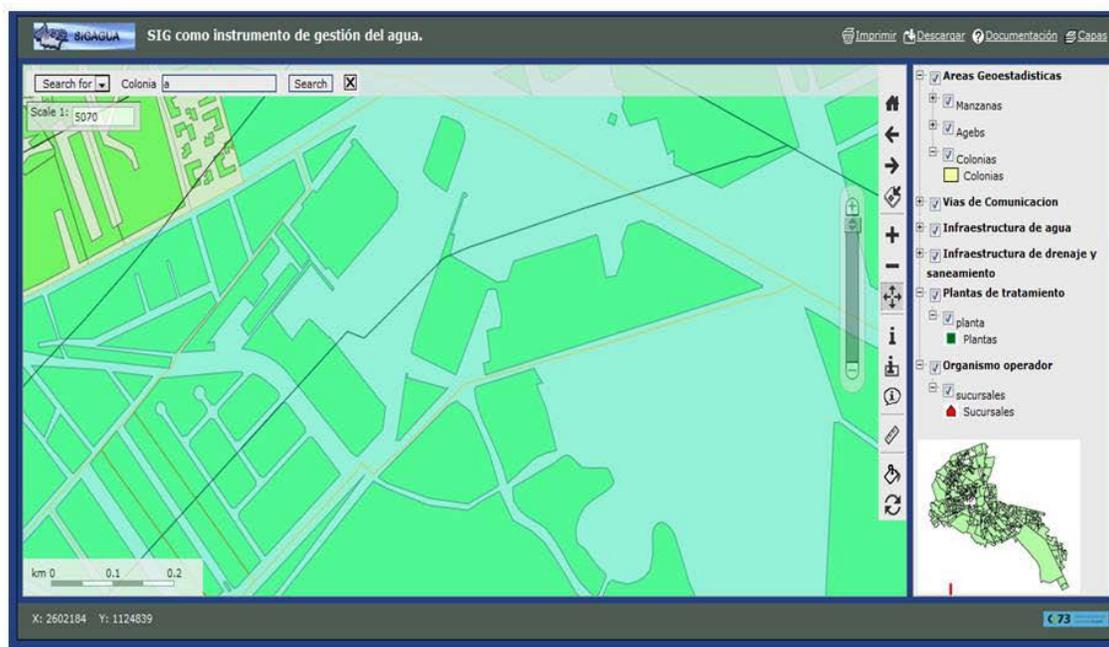
La segunda etapa de pruebas se determinó realizarlo a través del software Image Mapper versión 2.0 y 10.0, que, al ingresar archivos shape da una salida de archivos HTML, lo cual se estructuraría en una página en lenguaje PHP, pero no se logró concretar debido a la poca eficacia al manejar un SIG por medio de archivos HTML y lograr una herramienta moderna y de fácil actualización, por lo cual fue descartada de la misma manera.

La prueba final y exitosa es el desarrollo del SIGAGUA en la plataforma Mapserver, es un proyecto popular de código abierto cuyo propósito es mostrar mapas dinámicos espaciales a través de una plataforma web. Algunas de sus características principales incluyen: apoyo para la visualización y consulta archivos raster, vectoriales, y formatos de base de datos, tiene la capacidad de ser ejecutado en varios sistemas operativos (Windows, Linux, Mac OS X, etc.). Soporta lenguajes script más populares y de desarrollo de objetos como PHP, Python, Perl, Ruby, Java y .NET. Respeta la proyección de los archivos shape que ingresaron, tiene la facilidad de generar una vista personalizada de múltiples usos.

Cuando se envía una solicitud de MapServer, se alimentó de archivos shape, previamente generados en ARCGIS 10, con lo que se genera un archivo .map y se almacena en una URL, se realiza la solicitud por medio de un explorador web y genera un archivo de la imagen del mapa solicitado. Asimismo puede devolver imágenes con leyenda y escala en resoluciones de 150, 200, 300 dpi, formato GEO Tiff, mapa de referencia; realiza álgebra

de mapas y distintos tipos de consultas por AGEB, calle o colonia, como se indica en la figura 3.6. (Mapserver, 2012).

Figura 3. 6 Modelo lógico del SIGAGUA



Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que se estandarizó la información integrada en el SIGAGUA, se asignó a cada una de las capas los atributos de clave de AGEB, colonia, códigos postales y vialidades para su posterior ubicación en el SIGAGUA, como se ejemplifica en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Ejemplo de la tabla de atributos de pozos ubicados en la ciudad de San Luis Potosí

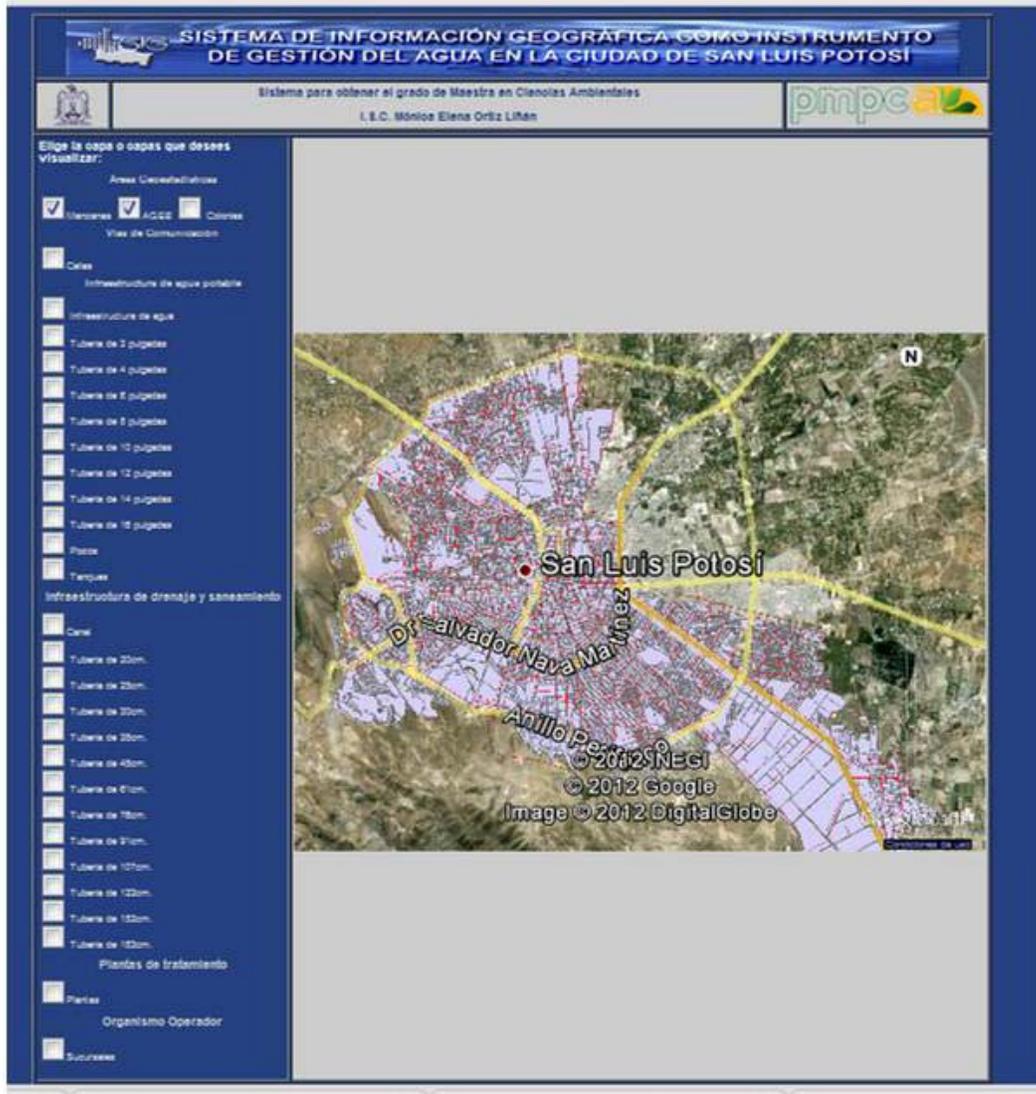
CP	CVEGED	GASTO	NOMASEN	NO POZO	OBSERV	TIPO VIAL	NOMVIAL	TIPOV1	NOMVIAL1	TIPOV2	NOMVIAL2
78263	240280001103	0.00	PARQUE TANGAMANGA I	997	POZO EN PARQUE TANGAMANGA	AVENIDA	DE LOS POTOSINOS ILLUSTRES	CALLE	NINGUNO	CIRCUITO	ARTEDANAS
78100	240280001324	0.00	LOS MAGUEYES (15)	N-III	PERFERICO NORTE III (AICON)	CALLE	NINGUNO	PRIVADA	ALMODÉVAR DEL RÍO	OTRO	SIN REFERENCIA
78143	24028000109	8.00	TERCERA GRANDE 2 (20)	SGS-3	SGS33 SAN JOSE DEL BARRO	CALLE	SAN JOSÉ DEL BARRO	PRIVADA	SEGUNDA DEL BARRO	PRIVADA	SAN JOSÉ DEL BARRO
00000	24028000118	48.07	NINGUNO	112	SLP112 MEZQUITAL II	CALLE	NINGUNO	CALLE	CAMINO VIEJO AL DESIERTO	CALLE	ANILLO PERIFÉRICO
78200	24028000103	35.31	PARQUE JUAN H. SANCHEZ	109	SLP109 PARQUE DE MORALES	CALLE	ARBOLEDAS	AVENIDA	NEREO RODRÍGUEZ BARRAGÁ	ANDADOR	NINGUNO
78377	24028000138	11.60	DEL LLANO	84	SLP84 DEL LLANO	CALLE	DE CABRA	CALLE	BETELGELIZE	AVENIDA	OBSERVATORIO
78234	24028000119	13.87	ARBOLEDA	51	SLP51 NICOLAS ZAPATA	CALLE	NICOLÁS ZAPATA	CALLE	TOMASA ESTEVES	CALLE	BENIGNO ARRIAGA
78394	24028000115	12.00	OLIVOS	104	SLP104 LOS OLIVOS	CALLE	RÍO MOCTEZUMA	CALLE	VILLERIAS	CALLE	RÍO AXTLA
00000	24028000137	35.57	NINGUNO	79	SLP79 CD. 2000-II	CALLE	24	CALLE	70	CALLE	VALLE DE GRESCA
78394	24028000140	23.62	LOS SILOS 17	97	SLP97 ESTRELLA DE ORIENTE	CALLE	VALLE DE RAÍCES	CALLE	CARRETERA A POZOS	CALLE	VALLE DE LA HUASCA
78138	24028000115	10.00	CASANOVA	38	SLP38 POZOS I	CALLE	ANTIGUO CAMINO A SANTA MARÍA DEL RÍO	CALLE	16 DE SEPTIEMBRE	PRIVADA	5 DE MAYO
78394	24028000126	27.99	LAS MERCEDES 1a. SECCION	102	SLP102 LAS MERCEDES II	AVENIDA	SEMINARIO	OTRO	NINGUNO	CALLE	VENECIA
78394	24028000126	32.40	2000	20	SLP20 CD. 2000-I	CALLE	71	CERRADA	DE LAS CAMELIAS	ANDADOR	JAZMÍN
78394	24028000137	11.93	VIEJO 1a. SECCION	19	SLP19 RANCHO VIEJO	CALLE	71	CALLE	30	PRIVADA	DE LOS LAURELES
78394	24028000112	22.35	RICARDO B. ANAYA 1a. SECCION	15	SLP15 ABASTO I	AVENIDA	JOSÉ DE GÁLVEZ	CALLE	3 ORIENTE	AVENIDA	RICARDO B. ANAYA
78394	24028000132	21.09	OBISPADO	13	SLP13 ABASTO II	CALLE	OBISPO PEDRO BARRAJAS	CALLE	BAGDAD	CALLE	OBISPO EZEQUEL PEREA
78394	24028000123	20.00	SUR (8) JARDINES DEL	14	SLP14 HOSTAL DEL QUIJOTE	AVENIDA	DALIAS	AVENIDA	INDUSTRIAS	OTRO	CARRETERA 57
78394	24028000138	27.27	INDUSTRIAS (COLONIAL QUIJOTE)	16	SLP16 INDUSTRIAS	CALLE	AGUAMARINA	CALLE	MADRE PERLA	CALLE	FRANCISCO MARTÍNEZ DE LA VEG
78394	24028000137	43.47	VIEJO 1a. SECCION	18	SLP18 PRADOS II	CALLE	PLAZA DEL CÉNDOR	CALLE	99	CALLE	PLAZA DEL CÉNDOR
78394	24028000123	27.59	LIBERTAD INFONAVIT I	21	SLP21 ABASTO III	CALLE	TORREÓN	CALLE	CADEREYTA	CALLE	MONCLOVA
78394	24028000110	19.32	INDUSTRIAL SAN LUIS	31	SLP31 JUAN SARABIA III	PRIVADA	DON LEONARDO	PRIVADA	DON IGNACIO	PRIVADA	DON MANUEL
78394	24028000129	51.40	SALK	27	SLP27 SALK V	BOULEVARE	ANTONIO ROCHA CORDERO (ANILLO PERIFERICO)	AVENIDA	SALK	CALLE	MARÍA ELEVA

Fuente: Elaboración propia con información de INTERAPAS e INEGI (CGPV 2010)

Además de visualizar en formato web, el SIGAGUA cuenta con la bondad de visualizar en plataforma Google Earth (figura 3.7), diseñado en plataforma WEB HTML e integrado a la documentación del sistema, se alimenta con archivos KML, generados mediante los archivos shape fuente, por tanto, para poder actualizar esta información es necesario volver a generar los archivos KML.

Se eligió combinar esta plataforma adicionalmente a la propuesta inicial, con Google Earth ya que tiene múltiples bondades, entre la que destaca el ofrecer la imagen del globo terráqueo completo con imágenes de alta resolución, datos sobre las calles, imágenes panorámicas de Street View, imágenes históricas y puntos de interés, además de ofrecer al usuario herramientas adicionales como: impresión de alta resolución, importación de datos de GIS para representarlos rápidamente en un mapa, importación de hojas de cálculo para representar en un mapa miles de direcciones de una vez. Además de que en un futuro puede instalarse en Smartphone y poder hacer las correcciones en campo sin necesidad de un papel, otorga fiabilidad en ubicación y control en el levantamiento de campo.

Figura 3. 7Página principal del SIGAGUA-Google Earth



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la documentación del sistema, se incluye la información de ambas plataformas y una parte fundamental del SIG, que son los Metadatos, define la fecha y propósito para el cual fueron creados los archivos shape, autor, sistema de georreferencia.

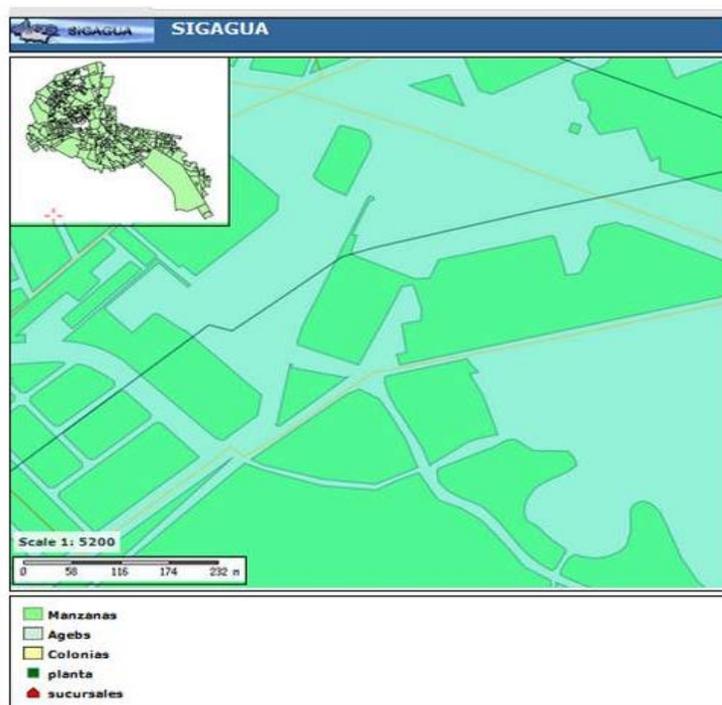
A futuro, este SIG puede ser de actualización automática, implementando una rutina diaria que envíe la información al Mapserver y que genere archivos KML y remplace los anteriores, además de combinarlo con el levantamiento en campo con GPS.

3.2.6. Opciones del SIG.

Una vez integrado el SIGAGUA, se definen distintas herramientas de colaboración que lo vuelven un instrumento completo y eficaz. Esta utilidad la define:

Impresión: Agregando una impresora previamente al equipo donde se ha instalado el Mapserver, se puede definir una escala específica de impresión o generar un pdf, otorga la bondad de generar una vista previa, antes de imprimirla, como se muestra en la figura 3.8.

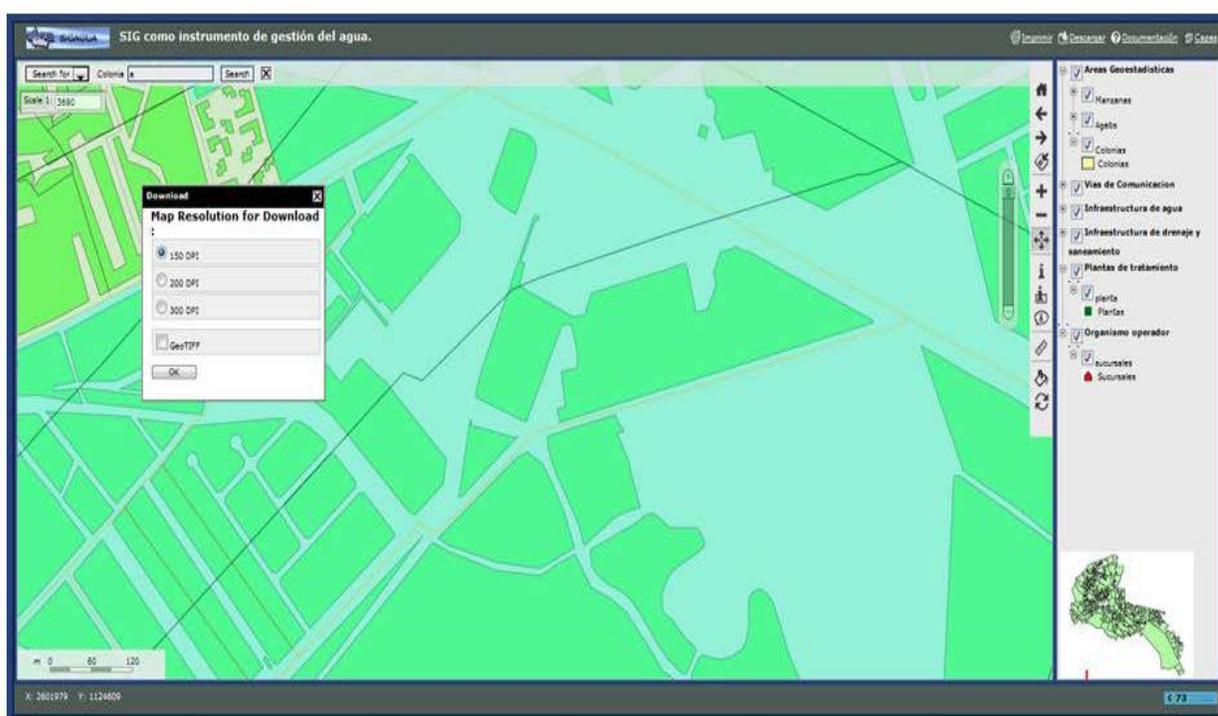
Figura 3. 8 Vista preliminar de impresión



Fuente: Elaboración propia.

Descargas: Esta opción es de gran utilidad, como lo indica la figura 3.9, ya que otorga la posibilidad de descargar una imagen en resoluciones de 150, 200 y 300 dpi, así como en formato GeoTIFF, permite que la información georreferenciada se ensamble en un archivo con formato TIFF, con información adicional almacenada, como el tipo de proyección, sistema de coordenadas y datum, para que la imagen al ser importada posteriormente, automáticamente sea posicionada en un sistema de referencia espacial.

Figura 3. 9 Vista preliminar de impresión

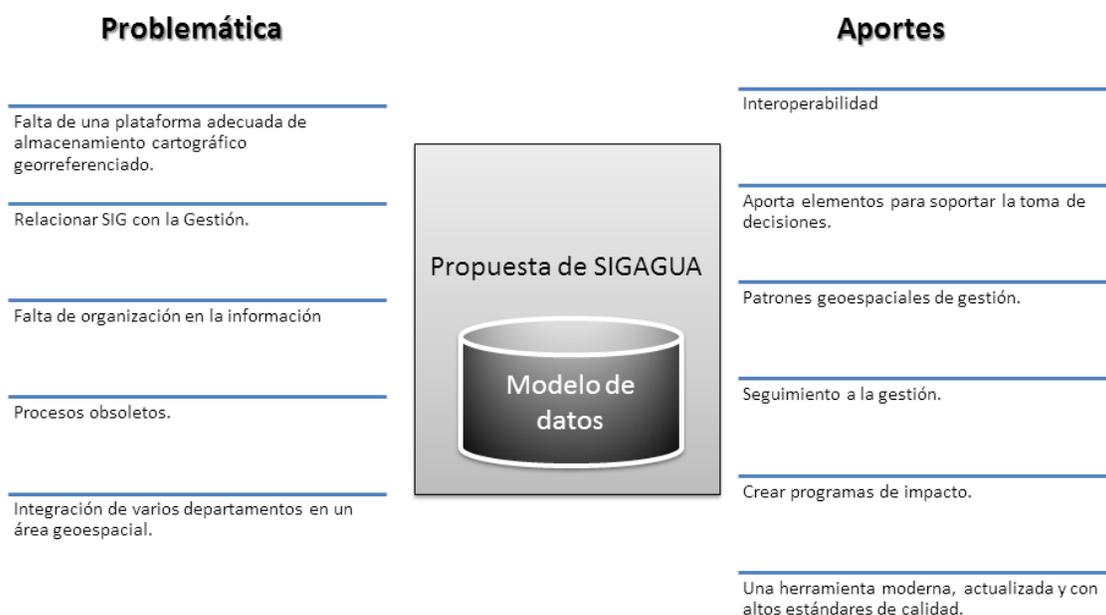


Fuente: Elaboración propia

Documentación: Desarrollado en plataforma web, mediante Adobe Dreamweaver CS3, generando archivos HTML. Esta opción define la estructura de la información que se ha utilizado en ambas plataformas y como ha sido generada, una liga al SIGAGUA Google Earth, una liga hacia los metadatos de cada uno de los archivos involucrados en el SIG, finalmente una liga al Mapserver y al Organismo Operador.

La contribución de esta etapa del SIGAGUA es aportar, mediante una moderna herramienta tecnológica, un instrumento para optimizar el tiempo, donde es posible que distintos procesos en trabajo de gabinete y actividades obsoletas, puedan ser sustituidas, incluso, contribuir con datos precisos y oportunos, la toma de decisiones internas entre los departamentos, como lo indica la figura 3.10. Un ejemplo, tener un registro de la antigüedad de las instalaciones y cambios realizados en infraestructura por fugas o algún avería, de tal manera que permitirá tomar decisiones si en una calle se han registrado varias quejas respecto a un mismo problema, poder cambiar toda la línea del drenaje, lo cual optimizará económicamente, recurso humano y material, además de la atención anticipada a los usuarios. Además de otorgar el seguimiento y continuidad por el paso de los distintos gobiernos municipales, estatales y funcionarios.

Figura 3. 10 Problemas y aportes que justifican el desarrollo de un modelo de datos espaciales como SIGAGUA.



Fuente: Elaboración propia.

Una desventaja que puede representar el SIGAGUA, quizá de inicio es la inversión en el diseño e implementación del mismo y la tecnología adicional como GPS o mapamóvil, además del cambio en los procesos que actualmente tienen implementados, pero realmente se podría potencializar y convertirlo en ventaja, ya que además de aportar datos precisos sobre la infraestructura actual y las modificaciones que se ejecutan, tienen la ventaja de realizarse los cambios de manera actual y mantener actualizado el sistema de agua potable, drenaje y saneamiento en la plataforma, además de tener homogenizados los departamentos que intervienen en el proceso de mantenimiento y operación del organismo.

Evidentemente el SIGAGUA no soluciona todos los procesos de Gestión, pero ayuda en el diseño de instrumentos y métodos en el cual pueden estar involucrados los actores que intervienen en los procesos, incide directamente en el aspecto económico y ambiental, además de la organización y continuidad a través de los distintos ayuntamientos y gobiernos, sin contar que aporta los elementos con certeza para integrar al plan estatal y municipal de desarrollo, cuenta desde luego con una capacitación previa y el compromiso del organismo operador.

3.3 APLICACIÓN DEL SIG A UNA REGIÓN DE LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.

Se anexa CD-DEMO SIGAGUA aplicado a distintos AGEB de la ciudad. Incluye manual de instalación, diccionario de definición de datos.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES.

Solucionar problemas de gestión de agua en la ciudad de San Luis Potosí, actualmente representa serios retos, algunos, producto de procesos obsoletos, en coincidencia con la grave situación en las finanzas públicas, que ha afectado la inversión en los servicios de agua potable y demás servicios públicos, justo en el momento que el crecimiento urbano-demográfico es más alarmante, situación que explica rezagos acumulados en la infraestructura de abasto.

Es necesario realizar estudios de modelación del crecimiento de la ciudad, en función del acuífero y disponibilidad de agua, con la finalidad de confinar el incremento de conjuntos habitacionales e industria hacia los lugares de escasa o nula disponibilidad de agua, o pueda ponerse en riesgo a la población por contaminación.

Sería importante considerar la independencia del Organismo Operador, respecto al gobierno y el subsidio que este recibe, evidentemente contando con una institución reguladora, que supervise el correcto funcionamiento y la transparencia del mismo.

La solución que se da a los problemas de agua en la ciudad de San Luis Potosí, es de forma inmediata, no existe una planeación, ni resolución de problemas a largo plazo, por lo que no se considera en la política, si el agua disponible al momento, según el crecimiento de la población e infraestructura, será suficiente en veinticinco años.

En el contexto de que el INTERAPAS fue creado en 1996 y sus procesos administrativos no terminan de afianzarse a 15 años, sobre todo en el tema de monitoreo y cobro, añadiendo la antigüedad considerable en la infraestructura, que el trato a los usuarios no es equitativo, ya que hay consumidores predilectos que se les exime de un pago justo o se otorgan grandes descuentos, afectando la estabilidad financiera del organismo y

perjudicando directamente a la población. Ambientalmente la sequía y el abatimiento del acuífero, socio-económicamente, el crecimiento desordenado y acelerado de la población, la falta de una política legal regulatoria en materia de agua potable y saneamiento, y una constante injerencia del gobierno, hace que se vuelva cada vez más complicado lograr una gestión eficiente del recurso y garantizarlo a la población. Para lograr una mejora en el funcionamiento, demanda políticas urgentes para reorientar el desarrollo de la ciudad, sin comprometer el acuífero. Esta política requiere el mantenimiento y mejora de la red de abastecimiento, la reutilización del agua extraída, proyectos reales y eficientes de aprovechamiento del agua superficial y pluvial, medidas de saneamiento en la cuenca y búsqueda de recursos financieros o inversiones externas para estas acciones. Pero es también de vital importancia, observar hacia dentro del organismo y revisar la estructura, procesos que han implementado para resolver el trabajo diario y la obsolescencia de los mismos. Es importante renovarse, pero establecer procesos continuos para lograr una gestión eficiente del recurso y que pasen a través de las distintas administraciones y funcionarios, con miras al futuro y crecimiento.

Los Sistema de Información Geográfica, no solucionan todos los problemas de gestión, es posible dar utilidad como instrumento de apoyo, ya que mediante una herramienta informática, integrado por una base de datos georreferenciada, que, de manera eficiente que podrá reducir tiempo en procesos y detectar las fallas inmediatas en los departamentos del organismo y en la infraestructura de manera tangible en beneficio de los actores involucrados, en el aspecto económico y social. No es el resultado directo a la gestión o a la generación de políticas públicas, aporta los elementos, une a los distintos departamentos y abre la posibilidad de mantener los procesos actualizados, dar seguimiento y continuidad al interior del organismo.

El SIGAGUA no es una solución metodológica per se, advierte un compromiso y apertura por parte de la institución y personal involucrado, que a pesar de estar diseñado de manera sencilla y amigable para el usuario, requiere un arduo sistema de capacitación, una nueva cultura laboral y procedimientos que se dirijan a una manera distinta de hacer

las cosas, es dar asesoría al capital humano que se hará cargo de implementar un SIG en la gestión del agua. Permite la transversalidad entre los departamentos del Organismo, encaminado a una hegemonía en el desarrollo de la institución. Puede ser tan complejo o simple, como capacidad exista para generar indicadores y variables que nutran capas de información que integran el SIG.

En México, el eje rector de la cartografía nacional es el INEGI, pero no existe legislación que lo refiera como órgano rector, por lo mismo diversas instituciones e iniciativa privada generan cartografía de acuerdo a sus necesidades, lo que ocasiona conflictos al momento de querer combinarla, obliga así a seguir con la generación propia de información. Dentro de las políticas públicas, se puede impulsar que existan estándares y un organismo regulador para lograr la transversalidad de las acciones entre distintos organismos que pueden aportar sus requerimientos, que no se vea de forma sectorial, fragmentada o atomizada, porque en este caso, el tema del agua compete no solo a la Comisión Estatal del Agua, Comisión Nacional del Agua o INTERAPAS, involucra al Ayuntamiento, Instituto de Vivienda, Desarrollo Urbano, planeación y demás organismos que trabajan de manera parcelada sobre el mismo recurso, aunque no exclusivamente agua.

La tecnología otorga elementos que permite eficientar procesos, optimizar tiempo y la posibilidad de generar un modelo de fácil actualización y manejo, para elevar el nivel de desarrollo de la institución con prototipos innovadores que lo colocan en un nivel elevado de crecimiento ante la resolución de problemas en los servicios públicos. El éxito de un SIG al considerar los aspectos de cruce de información entre los organismos y a través de ellos, radica en los procedimientos organizativos que le competen a una política pública integral, apoyado en este instrumento que aporta elementos para la gestión, pero no sustituye los métodos y procesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalde A. R. 2003. “La Política Intergubernamental del servicio de agua potable en San Luis Potosí, S.L.P. 1989-2002”, Tesis para obtener el grado de Maestra en Administración y Políticas Públicas, Colegio de San Luis. PP. 8-23.
- Anaya Garduño M., Martínez José Juan, 2007. “Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano”. PNUMA. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Capítulo I Primera Edición.
- Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí, 1986. INEGI.
- Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, A.C, 2009. Memorias del VI Encuentro Nacional de Cultura del Agua.
- Ávila G. P, 2002. “Cambio Global y Recursos Hídricos en México: Hidropolítica y Conflictos Contemporáneos por el agua”, Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología. Estudio bajo el Proyecto INE/ADE 045/2002, pp. 57-72, 90.
- Balanyá, Belén; Brid Brennan, Olivier Hoedeman, Satoko Krishimoto (2005) Por un modelo público de agua: triunfos, luchas y sueños. Barcelona, Ed El Viejo Topo y Corporate Europe Observatory.
- Barkin David, Dan Klooster. “Estrategias de la gestión del agua urbana en México: un análisis de su evolución y las limitaciones del debate para su privatización”. La gestión del Agua en México. Retos, debates y bienestar.
- Barkin David. 2006. Coordinador de La gestión del Agua en México. Retos, debates y bienestar.
- Borrough P.A., 1986, “Principles of geographical information systems: methods and requirements for land use planning”, Clarendon Press, Oxford.

- CNA, 2003. La participación privada en la prestación de los servicios de agua y saneamiento: Conceptos básicos y experiencias. 2ª, ed. México, CNA.
- CONAGUA, 2008. GEobase de datos institucionales del agua (Geoagua) Herramienta de consulta de información geográfica. Revista Vertientes. Diciembre de 2008, pag. 11.
- Consejo Consultivo del Agua, A.C. 2010. La Gestión del Agua en las Ciudades de México. Indicadores de desempeño de organismos operadores. Primer Reporte 01.2010.
- Consejo Mundial del Agua, 2010. Plan Estratégico 2010-2012.
- Díaz Barriga, Fernando, 2000. “Análisis de contaminación por compuestos tóxicos en el acuífero que abastece a la ciudad de San Luis Potosí”, Cuaderno de trabajo, Sistema de Investigación Miguel Hidalgo, Querétaro.
- Garza Gustavo, 1991. “Impacto regional de los parques y ciudades industriales en México”. Encuentro 9 - Primer Congreso Nacional de Investigación Urbana: Balance y Perspectivas de la Investigación Urbana en México.1980-1990. Fecha: 8 al 11 de octubre de 1991.
- Guevara J. A., 1993. “Esquema metodológico para el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfico”. The Geonex Corporation. V Coloquio de Geografía Cuantitativa. IFC-Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio (Universidad de Zaragoza). 200 p. ISBN 84-88502-02-8
- Hernández R., Solano J., Garrido G. y Carroza J.A., 2008. “Sistema de Información Geocientífica en el Proyecto Fonelas”. Cuadernos del Museo Geominero, nº 10. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2008, 55-62. ISBN 978-84-7840-764-4.
- Ing. Remigio H. Galárraga S., MSc, PhD, Ing. Xavier Coello R., DS, Ir. Peter Willems, MSc, Ir. Wibold Jongsma, MSc, Ing. Oscar Cevallos, MSc , 2002. SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE LOS RECURSOS DEL AGUA EN EL ECUADOR. Escuela Politécnica Nacional, CONSEJO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR – CNRH.

- Innovaciones mexicanas en el manejo del agua. David Barkin, 2001. Universidad Autónoma Metropolitana y Centro de Ecología y Desarrollo, México.
- INTERAPAS, 2008. Manual de la Organización.
- INTERAPAS, 2012. Indicadores de Gestión.
- Lanna, A.E. 2001. Organismos de Bacia como parte de Sistemas de Gestao de Recursos Hídricos. Curso Internacional de Posgrado en Gestión de los Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería UBA.
- Ley de Aguas Nacionales, 1992. Diario Oficial de la Federación.
- Leyva A., R.; Luszczewski K.; J. M. Monsiváis B.; H. C. Flores Palomo; M. G. Hernández O. y L. (1996). "Muestreo Local de aire en San Luis Potosí (Zona Industrial Minera)", Second Inter-American Environmental Congress, Red Interamericana para el mejoramiento de la calidad ambiental, pp. 180 - 183. Editores: E Vogel, A. Abdelghani, J. Valladares, J. Aguilera, L. Chapa. ITESM, México.
- Leyva A., R.; Luszczewski K.; J. M. Monsiváis B.; H. C. Flores Palomo; M. G. Hernández O. y L. Fuentes R. (1995). "Monitoring of air quality in an urban area in the city of San Luis Potosí". The third SPRUCE International Conference: of the theme Statistical Aspects of Pollution: Assessment and Control, pp. 27 et 28. Universidad Autónoma de Mérida, Yucatán.
- Luszczewski K.; P Medellín M. y M. G. Hernández O. (1998). "Evaluación de la calidad del aire en San Luis Potosí" . Investigación, vol. 23 - 24, pp. 89-10
- Manual de la Organización, 2008. Descripción de Puesto y Perfil. INTERAPAS.
- Maskrey A., 1998. "Navegando entre Brumas". La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al análisis de riesgo en América latina. Red de estudios sociales en la prevención de desastres en América Latina. PP. 30-69.