



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO**

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

*“Programas para la gestión del saneamiento del agua con fines
de desarrollo local en San Miguel Almaya”*

Tesis que para obtener el grado de Licenciado en
Ciencias Ambientales

PRESENTA:

Jorge Adonay Ayala Arzate

DIRECTOR (ES) DE TESIS:

Dr. En C.A. Alejandro Alvarado Granados

Mtra. En EC. Elizabeth Díaz Cuenca

Toluca, México, Marzo de 2015

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo.

A mi esposa María Isabel quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mi hijo Fernando Alexis, que con su sonrisa, me brindaba un incentivo para seguir adelante.

A mis directores quienes nunca desistieron en el proceso, y que continuaron depositando su esperanza en mí.

A los sinodales quienes estudiaron mi tesis y la aprobaron.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

INDICE GENERAL

Siglas y acrónimos	7
Introducción	8
Antecedentes	10
Planteamiento del problema	12
Justificación	12
Objetivo general	13
Objetivos particulares	13
Hipótesis	14
Preguntas de investigación	14
Metodología	15
Recapitulación	15
CAPÍTULO I: El Paradigma del Desarrollo para la Prestación de Servicios en Materia de Agua por la Administración Pública Municipal, en el Marco del Proceso del Manejo del Agua.	17
1.1. Desarrollo y sus modalidades	18
1.2. El sector público y las obligaciones hídricas del gobierno municipal	21
1.3. La Gestión Ambiental para el Saneamiento del Agua	23
1.4. El Saneamiento del Agua	25
1.5. El proceso de manejo de agua y sus componentes en una cuenca rural	27
1.6. Subsistema biofísico	28
1.7. Subsistema socio-cultural	29
1.8. Subsistema tecnológico	30
1.9. Subsistema político-administrativo	30
1.10. Subsistema económico	30
CAPITULO II. Legislación Ambiental para la Gestión para el Saneamiento del Agua.	31
2.1. Legislación de Competencia Federal	32
2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	32
2.1.2. Ley Orgánica de la Administración Federal	33
2.1.3. Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2014 en Materia de Agua	33
2.1.4. Ley De Planeación	34
2.1.5. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	35
2.1.6. Ley de Aguas Nacionales	36
2.1.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	36
2.1.8. Ley de Desarrollo Rural Sustentable	37
2.1.9. Ley General De Cambio Climático	37
2.1.10. Normas Oficiales Mexicanas en tema de agua.	38
2.1.11. NOM-001-SEMARNAT-1996	38
2.1.12. NOM-002-SEMARNAT-1996	38
2.1.13. NOM-003-SEMARNAT-1997	38
2.1.14. NOM-004-SEMARNAT 2002	38
2.2. Legislación de Competencia Estatal	39
2.2.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México	39
2.2.2. Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México	40
2.2.3. Código para la Biodiversidad del Estado de México	40
2.2.4. Ley del Agua del Estado de México	41
2.3. Legislación de Competencia Municipal	42
2.3.1. Bando de Policía y Buen Gobierno de Capulhuac 2014	42
2.3.2. Bando Municipal de Ocoyoacac 2014	43

CAPITULO III. Experiencias en otros Países en Materia de Saneamiento de Agua.	44
3.1. Antecedentes	44
3.2. La Comisión de Cuenca Río Ayuquila-Armería	45
3.3. El Caso de la Cuenca del Río Bogotá	48
CAPITULO IV. La Laguna de San Miguel Almaya y su Captación.	51
4.1. Subsistema biofísico	52
4.1.1. Localización	53
4.1.2. Sistema biofísico	55
4.1.3. Formación geológica	55
4.1.4. Geomorfología	56
4.1.5. Clima	56
4.1.6. Hidrología	57
4.1.7. Suelo	58
4.1.8. Vegetación	59
4.2. Subsistema tecnológico	59
4.3. Subsistema socio-cultural	64
4.3.1. Identidad	65
4.3.2. Tradiciones para el trabajo colectivo (faenas)	68
4.3.3. Demografía	69
4.3.3.1. Población total	69
4.3.3.2. Dinámica de población	70
4.3.3.3. Índice de masculinidad	71
4.3.3.4. Grupos de edad según sus capacidades en el trabajo y coeficiente de dependencia.	71
4.3.3.5. Viviendas habitadas	73
4.3.3.6. Viviendas con excusados	74
4.3.3.7. Porcentaje de localidades con agua potable dentro de la vivienda	75
4.4. Subsistema político-administrativo	76
4.4.1. Formas de organización	77
4.5. Subsistema económico	77
4.5.1. Turismo	78
4.5.2. Sectores productivos	79
4.5.3. Usos del agua	80
4.5.4. Usos del suelo	80
Capítulo V: Los Actores, los Instrumentos y la Pertinencia para Gestionar el Programa Integral en el Proceso de Gestión para el Saneamiento Ambiental del Agua.	81
5.1. Identificación de Actores Sociales	84
5.1.1. Actores Federales	85
5.1.1.1. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	85
5.1.1.2. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	85
5.1.1.3. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI)	86
5.1.1.4. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	87
5.1.1.5. Secretaría de Turismo (SECTUR)	87
5.1.2. Actores Estatales y Regionales	88
5.1.2.1. Comisión del Agua del Estado de México (CAEM)	88
5.1.2.2. Consejo De Cuenca Lerma-Chapala Santiago	88
5.1.2.3. Comisión para la Restauración de la Cuenca Alta del Río Lerma	89
5.1.2.4. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México (COPLADEM)	89
5.1.3. Actores Municipales	90
5.1.3.1. Dirección de Ecología del Municipio de Capulhuac	90
5.1.3.2. Consejo de Participación Ciudadana (COPACI) del Municipio de	90

Capulhuac	
5.1.3.3. Unidad Administrativa de Ecología del Municipio de Ocoyoacac	91
5.1.3.4. Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano del Municipio de Ocoyoacac	91
5.1.3.5. Consejo de Participación Ciudadana (COPACI) del Municipio de Ocoyoacac	92
5.1.3.6. Comisariado de Bienes Ejidales del Municipio de Ocoyoacac	92
5.1.4. Actor privado	93
5.1.4.1. World Visión México, en colaboración con Fundación PepsiCo y CONAGUA	93
5.1.4.2. Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP	93
5.1.4.3. Fundación Cántaro Azul	94
5.1.6. Instrumentos Públicos	94
5.1.7. Instrumentos públicos y privados no aplicables en la zona de estudio	94
5.1.8. Programas públicos y privados aplicables a la zona de estudio	99
5.1.8.1. Nivel Federal	99
5.1.8.1.2. Programa Nacional Hídrico 2014-2018	99
5.1.8.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	102
5.1.8.1.4. Agenda del Agua 2030	102
5.1.8.1.5. Programa para el Turismo Sustentable, "Agenda 21 para el Turismo Mexicano"	103
5.1.8.1.6. Programa Nacional de Infraestructura 2014	104
5.1.8.1.7. Programa Sectorial de Turismo 2013-2018	105
5.1.8.1.8. Programa para el Desarrollo Regional Turístico Sustentable (PRODERETUS)	105
5.1.8.1.9. Programa de Infraestructura Indígena	106
5.1.9.1. Nivel Estatal	107
5.1.9.1.1. Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma	107
5.1.9.1.2. Programa de Conservación y Manejo del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-la Bufa, Denominado Parque Estatal "Otomí-Mexica".	108
5.1.9.1.3. Programa de la Región VII Lerma 2012-2017	109
5.1.9.2. Nivel municipal	110
5.1.9.2.1. Plan de Desarrollo Municipal de Capulhuac 2013-2015	110
5.1.9.2.3. Plan de Desarrollo Municipal de Ocoyoacac 2013-2015	110
5.1.9.3. Sector Privado	111
5.1.9.3.1. Programa Agua para Comunidades Marginadas de la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP	111
5.1.9.3.2. Programa de Ecotecnias de la Fundación Cántaro Azul	112
5.1.9.4. Pertinencia del programa integral del saneamiento para los instrumentos de gestión.	113
Conclusiones y recomendaciones	119
Bibliografía	122
Anexo 1.	132

Tablas

1. Programas y presupuestos del sector Medio Ambiente en la Ley de Egresos de la Federación 2014.	34
2. Monto total asignado al sector Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014)	34
3. Monto total asignado al sector Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015)	34
4. NOM-001-SEMARNAT-1996	134
5. Contraste entre la NORMA-001-SEMARNAT-1996, y el reporte de resultados de agua tratada con SUTRANE	133

Figuras

1. Sistema microregional de colectores en los municipios de Capulhuac, Ocoyoacac, Tianguistenco y Xalatlaco	16
2. El Proceso del manejo del agua	28
3. Glifo de la localidad de San Miguel Almaya	65
4. Logotipo del Comisariado de Bienes Comunales en San Pedro Atlapulco.	66
5. Reporte de resultados de agua tratada con SUTRANE (2015)	132
6. Diagrama de SUTRANE.	135

Mapas

1. Cuenca del Rio Ayuquila-Armería	45
2. Cuenca del Rio Bogotá	48
3. Cuenca del arroyo El Muerto y otras cuencas de la zona	53
4. Cuenca Lerma- Chapala Santiago	54
5. Secciones de la Cuenca Alta del Río Lerma	55
6. Zonas de descarga de San Pedro Atlapulco, en el arroyo El Muerto.	63

Gráficas

1. Número de habitantes en las localidades de las microcuencas, 2010	70
2. Incremento (%) de habitantes en las localidades de las microcuencas, de 2000 a 2010.	70
3. Población total por género y grupos de edad en San Miguel Almaya (2010).	71
4. Población total por género y grupos de edad en Juan Dieguito (2010).	72
5. Población total por género y grupos de edad en San Pedro Atlapulco (2010).	72
6. Población total por género y grupos de edad en Guadalupe Victoria.	73
7. Porcentaje total de viviendas con energía eléctrica en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El Muerto.	74
8. Porcentaje total de viviendas con excusados o sanitarios en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El Muerto.	74
9. Porcentaje total de viviendas con drenaje en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El muerto.	75
10. Porcentaje total de localidades de las microcuencas con agua potable dentro de	75

sus viviendas.

11. Porcentaje de población en los sectores productivos en San Miguel Almaya.	79
12. Porcentaje de población en los sectores productivos en San Pedro Atlapulco.	80

Cuadros

Cuadro 1. Índice de masculinidad (%) por géneros en las localidades de las microcuencas.	71
Cuadro 2. Viviendas habitadas en las localidades de las microcuencas.	73
Cuadro 3. Población por condición de actividad económica en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El Muerto.	76
Cuadro 4. Índice de marginación de las microcuencas de San Miguel Almaya el arroyo El Muerto.	76
Cuadro 5. Usos del suelo y tipo de vegetación en la microcuenca de la laguna de Almaya 1976 y 2010.	82
Cuadro 6. Usos del suelo y tipos de vegetación en la cuenca El Muerto.	83
7. Reglas de Operación de los Instrumentos del Sector Público y Privado para el Saneamiento del Agua.	95

Siglas y Acrónimos

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CAR: Corporación Ambiental Regional

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

DRBSM: Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

GWP: Global-Warming Potential

IIGICRA: Iniciativa Intermunicipal para la Gestión Integral de la Cuenca del Río Ayuquila

IMECBIO: El Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad

ODM: Objetivos de Desarrollo del Milenio

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales

RBSM: Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

Introducción

Los proyectos de desarrollo que están basados en el aprovechamiento de los recursos naturales, requieren condiciones materiales y de organización social para su ejecución, en el caso de la localidad de San Miguel Almaya, Municipio de Capulhuac, Estado de México, se cuenta con una laguna que pretende ser el centro de una serie de proyectos de aprovechamiento turístico, sin embargo el agua en ese embalse no cuenta con la calidad suficiente para su aprovechamiento, pues recibe las descargas residuales que contienen nutrientes, que provocan un proceso de eutrofización, que se manifiesta por la abundancia de la vegetación acuática, a pesar de su limpieza periódica, mediante el uso de maquinaria para su extracción.

Por otra parte, durante el último decenio, han abundado las opiniones que aseguran que la mayor parte de las acciones para lograr el desarrollo sostenible deben formularse y realizarse con la participación activa de distintos actores que se agrupan en sociedad y gobiernos, dentro de los cuales destaca el municipal, que está más cercano a la población, con responsabilidades, entre otras, de administrar, regular y concertar, para proteger el medio ambiente.

Sin embargo, los temas ambientales no son prioritarios para los gobiernos municipales, por su bajo impacto, lo que aunado a las debilidades que presenta este orden de gobierno, se convierte en un impedimento para implementar acciones tendientes al desarrollo sostenible y el fortalecimiento de sus capacidades de gestión ambiental para enfrentar los problemas ambientales desde el quehacer público y de acuerdo a sus facultades (FES, 2001).

En tal sentido el propósito de esta investigación es identificar el proceso de gestión ambiental requerido para el saneamiento de la laguna de San Miguel Almaya, a partir de una propuesta integral de saneamiento, formulada durante una investigación previa, titulada: "Programa de manejo sustentable del agua residual en la cuenca del arroyo El Muerto, en Ocoyoacac, Tianguistenco y Capulhuac, Estado de México" realizada por el cuerpo académico: "Desarrollo, ambiente y procesos de configuración territorial", durante 2013, de donde derivaron cuatro proyectos, que son:

1. Educación para el manejo del agua en la cuenca: Consiste en el trabajo con la población, sobre todo con los niños, para sensibilizar sobre los hábitos de consumo del líquido, sus implicaciones para la calidad de las aguas residuales que se generan, por las formas de aprovechamiento local, en distintos ámbitos que comprenden: las viviendas, los establecimientos comerciales y de servicio, la agricultura de riego y la acuicultura; así como para el cuidado de las fuentes de abastecimiento local y la zona de recarga del acuífero del Valle de Toluca, que abastece a la región.

2. Tubos y plantas de tratamiento: Este proyecto reside en la depuración de las aguas residuales que se generan por las diversas actividades, a partir de la confirmación de que no se trata de aguas industriales y todo el servicio es parte de

la responsabilidad municipal. Esta actividad consiste en establecer los complementos a la red de drenaje existente, para cubrir la mayor cantidad de predios de los asentamientos humanos de la cuenca y conducirlos hacia las plantas de tratamiento que descargarán el efluente tratado al arroyo.

Las plantas de tratamiento que se contemplan son de dos tipos: biodigestores con tres cámaras de descomposición, para recibir las descargas del alcantarillado, en distintos puntos de la cuenca, y el Sistema Unitario de Tratamiento de Agua, Nutrientes y Energía (SUTRANE), con capacidad de recuperar los nutrientes para la producción de biomasa vegetal, en aquellas viviendas aisladas y desconectadas de la red de drenaje.

3. Proyecto de El Potrero: Referido a la zona turística que se encuentra en la parte alta de la cuenca, donde se presentan las primeras actividades económicas, con impacto en la calidad del agua que consumen, tanto para la preparación de alimentos como los servicios sanitarios para los visitantes y trabajadores de la zona turística. Este proyecto pretende realizar un manejo de agua y de residuos sólidos, bajo los principios del proyecto anterior, en materia de agua. Las plantas de tratamiento que se contemplan son de dos tipos: biodigestores con tres cámaras de descomposición, para recibir las descargas del alcantarillado, en distintos puntos de la cuenca, y el Sistema Unitario de Tratamiento de Agua, Nutrientes y Energía (SUTRANE), con capacidad de recuperar los nutrientes para la producción de biomasa vegetal, en aquellas viviendas aisladas y desconectadas de la red de drenaje.

4. Agroecosistemas: Este proyecto está destinado a conocer los procesos de aprovechamiento de la tierra destinada a los fines agrícolas, pecuarios, forestales, silvícolas y acuícolas, que son usuarios de agua, o que realizan actividades vinculadas con la infiltración del agua de lluvia, en esta zona de recarga del acuífero del Valle de Toluca, con la finalidad de contribuir a evitar la contaminación del agua superficial como la subterránea, a la vez de promover las actividades rurales, en la periferia de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, que avanza en los cambios de uso del suelo, en detrimento de los procesos naturales que contribuyen a su propio mantenimiento.

Para cumplir con los proyectos mencionados, se revisaron los principales ordenamientos jurídicos que dan sustento legal a la gestión ambiental y las atribuciones que la ley otorga a los municipios; se hace especial énfasis en lo estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; se analizan diferentes leyes, normas, planes de desarrollo y programas públicos, un privado y social para el saneamiento del agua que inciden en el quehacer ambiental.

Una función relevante es que las autoridades municipales tienen la responsabilidad inalienable de proporcionar a sus habitantes el agua potable como un servicio público, lo cual implica garantizar su disponibilidad, es decir el abastecimiento continuo, suficiente y de calidad para el uso doméstico, respondiendo a las

necesidades de los diversos grupos, todo esto mencionado en la legislación mexicana en materia de agua.

Antecedentes

En las últimas dos décadas la problemática ambiental municipal se aborda por la cercanía de ese orden de gobierno con la población, a la que sirve de manera directa, lo que hace a esta entidad territorial y demográfica que establece físicamente y de manera directa las relaciones entre la sociedad y el ambiente (INAP,1991), sin embargo con frecuencia estos temas ambientales son poco atendidos y las prioridades de política están en otros rubros, lo que hace que las capacidades de gestión ambiental y de visión sean limitadas y sin acciones para asegurar el desarrollo sostenible.

En tal sentido, Brañes (2001) plantea que en 1991 la inclusión del tema ambiental en el marco normativo municipal era incipiente y por lo tanto su participación escasa en la toma de decisiones. En años posteriores el proceso de descentralización se reflejó en una nueva legislación que involucra a los gobiernos locales como entidades con facultades en la política ambiental municipal, pero con escasos instrumentos, encaminados sobre todo a la protección de los recursos naturales y a la prevención y control de la contaminación ambiental.

Es hasta 1996 cuando se reforma la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), luego del reforzamiento institucional con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, que se fortalece el sector ambiental, a nivel de una Secretaría de Estado, con un marco jurídico que redistribuye atribuciones en los tres órdenes de gobierno, para ampliar las del municipio, a la vez de establecer la sustentabilidad de las actividades, a la luz del Informe Burtland y sus metas para el final del milenio.

En el ámbito del bienestar, la situación en América Latina reportó para la primera década del Siglo XXI, que casi 80 millones de personas no tienen acceso a servicios de agua potable y unos 120 millones a servicios de saneamiento, la mayoría de las personas sin acceso a estos servicios son de escasos recursos, quienes deben recurrir a soluciones alternativas, muchas de las cuales no garantizan la calidad y la confiabilidad del servicio obtenido y afectan negativamente al medio ambiente, en consecuencia, los niveles de contaminación hídrica han empeorado, por lo cual algunos cuerpos de agua alcanzan niveles alarmantes, asociado a que no tratan las aguas servidas (UNESCO, 2010).

Sin embargo, es importante tener presente que a pesar de contar con el servicio de drenaje “sanitario”, si el agua no es depurada en las sustancias que contiene, no contribuye mucho a resolver los problemas de contaminación hídrica, y sólo aleja las aguas residuales de los sitios de generación.

Entre los esfuerzos que se realizan para lograr el objetivo de sanear los cuerpos de agua se encuentra el Programa Conjunto de las Naciones Unidas: OMS/UNICEF, de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento, el cual es el mecanismo

oficial para vigilar los progresos en las conquista del ODM, que se refiere al suministro de agua potable y el saneamiento ambiental. En el informe del organismo se incluyen datos provenientes de encuestas de hogares y censos realizados en el periodo 1985-2008; es importante destacar que los datos más recientes aun no reflejan el impacto del Año Internacional del Saneamiento 2008, que se espera que influya considerablemente en el ritmo de los progresos hacia el logro de la meta de los ODM relativa al saneamiento (Naciones Unidas, 2008).

En La Declaración del Milenio de las Naciones Unidas (2000), se establecieron los compromisos contraídos por los gobiernos para reducir a la mitad el porcentaje de personas que no tienen acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento para el año 2015, así como lograr una mejora significativa en las condiciones de vida de por lo menos 100 millones de habitantes de barrios de tugurios en 2020.

Con el propósito de reforzar sus actividades en la esfera del agua y el saneamiento en las zonas urbanas, (ONU-hábitat, 2010), sustituyó el tradicional enfoque proyecto por proyecto, donante por donante y país por país por un enfoque programático bien coordinado que permitiera a los donantes incrementar la eficacia de su asistencia, contribuyendo a un Fondo Fiduciario para el Agua y Saneamiento dotado de una meta bien definida y una serie de objetivos claros, el objetivo principal del fondo establecido en 2002 es contribuir a la consecución de los compromisos contraídos internacionalmente en relación con el agua y el saneamiento en los asentamientos humanos, con especial énfasis en la población urbana con escasos recursos, a fin de facilitar la equidad social, económica y ambiental.

En México la historia del saneamiento del agua inició en 1954, con la planta de tratamiento ubicada en el Bosque de Chapultepec, y se ha extendido por todo el país; al finalizar la década de los años ochenta, se conformó la “Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la Cuenca del Río Lerma”, y en el Valle de Toluca proliferaron las lagunas de oxidación, para la depuración de las aguas residuales de esta región, sin embargo, actualmente se encuentran fuera de funcionamiento. De esta manera, el avance en la depuración de las aguas residuales domésticas en el país, llega al 43.4% del total colectado, en un periodo de data 55 años, y se espera que para el año 2030 se cubra el 100% (SEMARNAT, 2011).

Ante esta meta, es importante sumar esfuerzos, para su cumplimiento, sobre todo en las micro cuencas rurales, con viviendas dispersas y menores niveles de cobertura de servicios públicos, toda vez que la dificultad se demuestra con el decreto que dio lugar a la NOM001-SEMARNAT1996, que estableció una calendarización para presentar programas de acciones para controlar la calidad de las descargas de aguas municipales entre los años 1997 y 1997, y a la fecha el resultado en los ríos y acuíferos no es favorable.

En tiempos recientes, ante la escasez de recursos económicos por parte del sector público, la iniciativa privada y el sector social, cubren distintas funciones asignadas a los gobiernos, a través de fundaciones, que deducen impuestos, y de trabajo

altruista de beneficencia para el bien común, y por lo tanto, disponen de instrumentos de financiamiento para fines sociales.

Planteamiento del problema

En la localidad de San Miguel Almaya, municipio de Capulhuac se ubica la laguna con el mismo nombre, que padece un proceso de eutrofización, que se manifiesta por la maleza acuática, que es un bioindicador de esa circunstancia. Esta condición es el resultado de la descarga de aguas residuales domésticas, procedentes de la cuenca del arroyo El Muerto, que es un afluente del mencionado cuerpo de agua.

En dicho proceso se transmiten contaminantes de origen doméstico, que son nutrientes para las malezas acuáticas, que ahí habitan, a la vez que impiden el uso del embalse y generan un paisaje poco agradable. Dentro de ellas domina el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*).

Por otra parte, alrededor de la Laguna existe interés de los comuneros de la localidad, que son los propietarios de la tierra periférica al cuerpo de agua, para realizar un proyecto de desarrollo turístico que tenga como centro de interés a la laguna y su entorno de vida silvestre, sin embargo, dicha periferia está limitada para la conexión del drenaje a la red de alcantarillado de la localidad, por su relieve plano y bajo.

En tales circunstancias se tienen dos retos importantes: el saneamiento del arroyo El Muerto y la prevención del saneamiento para el proyecto turístico de los comuneros, y para ambos casos se plantea la depuración del agua residual a través del uso de tecnología alternativa, también conocida como ecotecnias.

Sin embargo, no se cuenta con los mecanismos para financiar las acciones de saneamiento, al margen de los proyectos de gobierno que contemplan, por economías de escala sanear las aguas residuales de la microrregión del Suroeste del Valle de Toluca, que comprende total o parcialmente a los municipios de Ocoyoacac, Capulhuac, Tianguistenco y Xalatlaco, en una planta de tratamiento en la localidad de San Nicolás Tlazala, pero que capta el agua del efluente de la laguna de interés, sin atender a su afluente.

Por lo tanto esta investigación pretende establecer una propuesta para la gestión del saneamiento y poner en operación la propuesta integral, a partir de las facultades que tienen las dependencias del sector público en sus distintos órdenes; así como también para los sectores privado y social, que atienden necesidades sociales, a través de algunos medios, que es necesario investigar, para lograr el beneficio pleno de las acciones propuestas por el estudio técnico.

Justificación

La falta de saneamiento del agua en México y el mundo es un problema que envuelve distintas consecuencias y causas. Dentro de las primeras destaca por los problemas de salud pública que se le asocian, pero también por la difusión de

contaminantes que genera, con afectaciones en el suelo, la vegetación y la fauna silvestre y doméstica.

En cuanto a las causas, se centra en las actividades humanas, que en el caso de la cuenca El Muerto, abarca a la agricultura, la ganadería, la piscicultura, el aprovechamiento forestal, las actividades domésticas y la prestación de servicios turísticos, que están vinculadas con el agua, dentro de la cuenca. Dichas actividades son el motor de la economía y de la vida de la población, pero tienen como consecuencia la difusión de diversos contaminantes que emiten, con afectación al cuerpo de agua que es objeto de interés de esta investigación.

El tal sentido, en esta investigación se identificaron los instrumentos de planeación para gestionar el saneamiento del agua, a partir de estudios previos que establecen alternativas técnicas, económicas y programáticas en la zona de estudio (Díaz y otros, 2012; Alvarado y otros, 2015).

Por lo tanto, con esta indagación se pretende contribuir a mejorar la condición de vida de los habitantes próximos a la laguna de Almaya, que no tienen acceso a la red de drenaje municipal, así como aquellos dentro de las microcuencas, que harán uso de este recurso turístico para ofrecer bienes y servicios y para los propios visitantes.

Una premisa de la investigación es que una capacidad de gestión ambiental local es una condición necesaria para disponer de un ambiente sano, encaminado a lograr un desarrollo sostenible local, que contribuya a la recuperación ambiental de la Cuenca Lerma- Chapala, de la cual la laguna de Almaya es parte.

Por lo anterior, se plantean los siguientes:

Objetivo general

Identificar los programas de los gobiernos, que fomenten el saneamiento de agua residual doméstica, en comunidades pequeñas, como base para la formulación e instrumentación del proyecto ejecutivo, para el saneamiento del agua en la cuenca del arroyo El Muerto, que abastece a la laguna de San Miguel Almaya que pretende ser aprovechada con fines de desarrollo local.

Objetivos particulares

Formular un marco teórico conceptual, para articular conceptualmente los programas gubernamentales con las necesidades de saneamiento en la cuenca del Muerto.

Realizar el marco de referencia: jurídica, de planeación y experiencias de estudio relacionados, para conocer experiencias en la materia.

Identificar, seleccionar y analizar programas vigentes en 2014, para identificar los puntos de apoyo para el saneamiento del agua en microcuencas, y

Establecer lineamientos para formular el proyecto ejecutivo que permita concursar en la propuesta de saneamiento del arroyo que alimenta la laguna de San Miguel Almaya

Hipótesis

Si se identifican los programas de gestión de saneamiento del agua factibles de aplicar en San Miguel Almaya, entonces se contará con instrumentos que coadyuven al desarrollo local.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los programas para la gestión del saneamiento del agua con fines de desarrollo local en San Miguel Almaya?

Metodología

La investigación realizada para formular este trabajo de tesis está fundamentada en la síntesis de una serie de elementos dispersos, que forman parte de una totalidad, que es, en este caso, la gestión de un proyecto de saneamiento del agua en una microcuenca rural. En tal sentido, el método sintético es una herramienta para proceder a esta finalidad.

Hernández (2005), en este proceso se plantea una hipótesis, en donde el investigador sintetiza las operaciones de la imaginación para establecer una explicación tentativa que someterá a prueba; pero también para vincular la propuesta técnica en un proceso de gestión del desarrollo sustentable local.

El método sintético surge por la necesidad de aplicar las ciencias experimentales en aspectos concretos de la realidad, a partir de que éstas formulan leyes generales, y con la síntesis genera un saber superior al añadir un nuevo conocimiento que no estaba en los conceptos anteriores, cuando no tenía aplicación en un caso real. Sin embargo, el juicio sintético es algo difícil de adquirir al estar basado en la intuición reflexiva y en el sentido común, que son componentes de la personalidad del investigador, y no permiten gran cambio temporal.

El juicio sintético reside en unir sistemáticamente los elementos heterogéneos de un fenómeno con el fin de reencontrar la individualidad de la cosa observada. La síntesis significa la actividad unificante de las partes dispersas de un fenómeno, por lo que la síntesis no es la suma de contenidos parciales de una realidad, sino que añade a las partes del fenómeno algo que solo puede adquirir en el conjunto, en la singularidad.

En ese sentido, en la presente investigación, se establece el enlace de las propuestas para el saneamiento del agua en la microcuenca El Muerto, con los programas vigentes durante el año 2014, para lograr la unicidad entre la propuesta técnica y la actividad de gobierno que procura el saneamiento del agua en programas centralizados del sector de medio ambiente, pero también ofrece otras

opciones de financiamiento para programas de desarrollo local en comunidades y municipios.

De esta manera, la investigación se realizó bajo dos modalidades: el trabajo de gabinete y el de campo, en la primera se realizaron actividades de revisión bibliográfica, para aclarar conceptos tales como: desarrollo sostenible, municipio y gestión ambiental municipal, gestión y gestión ambiental para el saneamiento del agua, instrumentos jurídicos en materia de saneamiento de cuerpos de agua, y experiencias de saneamiento del agua.

De manera similar y con posterioridad, se realizó la revisión de programas con participación de actores públicos, privados y sociales, en materia del saneamiento del agua, para identificar aquellos que tengan pertinencia con las condiciones específicas del proyecto de saneamiento del agua en la cuenca en estudio.

Por su parte, durante el trabajo de campo, se realizaron observaciones de la zona de estudio para identificar físicamente el problema y el contexto biofísico, social, económico y tecnológico donde se desenvuelve el problema de investigación; a la vez que se realizaron entrevistas con autoridades municipales y habitantes de que viven y son generadores de agua residual, pero con un bajo nivel de conciencia de sus actividades cotidianas, en relación con la problemática analizada.

Recapitulación

En el trabajo de tesis se presentan cinco capítulos que contemplan los aspectos medulares del levantamiento de la información bibliográfica, para establecer el marco: teórico, en el primer capítulo, para el siguiente capítulo, se analizan los ordenamientos jurídicos, en el subsecuente capítulo se encuentra el marco de referencia, donde se revisan las experiencias exitosas y no de saneamiento de agua, mientras que en el cuarto capítulo se ofrece la caracterización de la zona de estudio, en sus vertientes: biofísica, tecnológica, económica, socio-cultural y político-administrativa, en relación con el proceso de manejo del agua, que es un fundamento teórico de esta investigación.

Por su parte, el quinto capítulo da cuenta de los actores sociales, en materia de agua, que participan en la localidad de San Pedro Atlapulco, así como el resultado de la revisión de los instrumentos de planeación consultados, además se da pie a la discusión de los programas gubernamentales el privado y social, respecto a su factibilidad en la laguna de estudio, cuales son las condiciones que se cumplen y las que no. Finalmente, el documento presenta las conclusiones, recomendaciones y bibliografía y anexo tecnológico, que permiten complementar el informe académico.

Cabe destacar que para resolver el citado problema de contaminación de la laguna, el gobierno estatal, a través de la Comisión del Agua del Estado de México, impulsó un proyecto basado en un sistema de colectores, los cuales como se aprecia en la figura 1, solo se centra en la colecta y tratamiento de las aguas residuales domésticas en la microrregión, sin beneficio a la multicitada laguna.

Lo anterior, corresponde a una visión unifactorial, donde parece ser que únicamente se trata de limpiar el líquido, al margen de los procesos que la contaminan, reduciendo el problema a un asunto técnico de limpieza de agua, que por las características de los sistemas de alcantarillado de las localidades, que es combinado, también se estaría trasladando a la planta de tratamiento el agua pluvial.

Figura 1. Sistema microregional de colectores en los municipios de Capulhuac, Ocoyoacac, Tianguistenco y Xalatlaco



Fuente: GEM (2012)

Capítulo 1. El paradigma del desarrollo para la prestación de servicios en materia de agua por la administración pública municipal, en el marco del proceso del manejo del agua

El desarrollo, junto a la modernidad son elementos relevantes para enfrentar la pobreza, por lo que el análisis de las modalidades de desarrollo es necesario por la importancia que actualmente tiene este paradigma nacido desde la economía. Entre las modalidades destaca el desarrollo humano, por ser un indicador importante en el ámbito internacional, que da cuenta sobre la satisfacción de necesidades básicas de una población. En tal sentido, en el presente capítulo se ahonda en esta significación.

Otra modalidad del concepto es el desarrollo social, que en conjunto con el desarrollo económico, logran el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas que habitan en un lugar, tomando en cuenta diversos ámbitos de sus necesidades básicas. En este sentido, en este capítulo se plantean otras modalidades del desarrollo, contempladas en el ámbito de la sustentabilidad.

El desarrollo económico establece que los procesos productivos se modifican con el devenir del tiempo para trascender a un nivel económico superior; El concepto de desarrollo económico local señala en sus postulados que el proceso de transformación de la economía y de la sociedad local, está orientado a superar las dificultades y retos existentes para buscar un mejoramiento en las condiciones de vida de la población.

Por su parte, el desarrollo sostenible, está estrechamente ligado a los diversas modalidades del desarrollo ya que de este comparten historia, cultura, aspiraciones, medios sociales y políticos, y un ambiente con sus respectivos recursos naturales, medios productivos, económicos y de infraestructura que requieren su vinculación para potenciar el desarrollo sin alterar el ecosistema y proporcionando el equilibrio entre consumo de los recursos de este y su estabilidad; Otro concepto cercano al de sostenibilidad es el desarrollo local, que aprovecha los recursos y potencialidades endógenas de una comunidad, barrio o ciudad, se indagan fortalezas cada territorio a factores económicos y no económicos.

En la segunda parte del capítulo, se alude a la importancia del sector público, por el papel fundamental que tiene en México, para la regulación del agua, sobre todo en ámbito de los municipios, por sus atributos y responsabilidades en materia de distribución del líquido vital a las viviendas, que deriva, entre otros con una mayor cercanía con la población, entre las autoridades gubernamentales. En lo que respecta a la gestión ambiental, se aprecia el conjunto de esfuerzos de las autoridades y de la población para conseguir un fin en el rubro ambiental, a la par de la autogestión, que se aplica cuando un individuo o un grupo buscan fortalecer sus potencialidades para aumentar su calidad de vida.

Por otra parte, un factor importante para la calidad de vida es el acceso al agua, que se puede entender mediante el proceso de manejo del agua, que contempla una diversidad de facetas que tiene el estudio de este líquido vital, que es usado por la sociedad, frecuentemente asociado con problemas ambientales que ocasiona por la manera en que se realiza dicho proceso, de esta manera, el presente capítulo describe un enfoque holístico para abordar este complejo hídrico, a partir del análisis sistémico.

En tal sentido cobra especial relevancia el saneamiento del agua residual doméstica, para que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente. De esta manera, explica el manejo integral de cuencas, que sigue un proceso de planificación y ordenamiento de cuencas basadas en consideraciones ambientales para el bienestar humano, la determinación del usos recomendables del suelo y el agua, en particular, a nivel de microcuencas, con la participación ciudadana y la generación de alternativas.

1.1. Desarrollo y sus modalidades

Si consultamos el diccionario de la Real Academia Española (2014), encontraremos que “el desarrollo está vinculado a la acción de desarrollar o a las consecuencias de esta acción”. Para la misma fuente, desarrollar es incrementar, agrandar, extender, ampliar o aumentar alguna característica de algo físico (concreto) o intelectual (abstracto). En el ámbito de los procesos biológicos, la expresión se usa para la distinción cualitativa en el funcionamiento de diversos órganos, y es claramente diferenciada del crecimiento. Cuando el concepto de desarrollo se aplica a una comunidad de seres humanos, se refiere al bienestar en el sentido social, económico, político y cultural, por lo que se refiere genéricamente al desarrollo socioeconómico.

Por ello, Valcárcel (2010) menciona que el concepto de desarrollo, describe los avances y las mejoras que permitan satisfacer de mejor manera las necesidades básicas humanas, como agua potable, vivienda, alimentación y salud; no importa el lugar de residencia de la persona, y en ese sentido, el desarrollo también se entiende como una condición de vida social dentro de un país, en la cual las necesidades primordiales de las personas (colectivas o individuales) se suplen a través del uso de los recursos y sistemas naturales en forma sostenida.

Para ello la utilización de los recursos debe estar basada en una tecnología que no atente contra los aspectos culturales y los derechos humanos. Se entiende como desarrollo al avance en los niveles de crecimiento económico, social, cultural y político de una sociedad o país, y desde la antigüedad, la humanidad avanza y progresa hacia lo que somos ahora, en un proceso que no termina aquí ya que en la actualidad, la humanidad mantiene este avance y lo conserva hacia el futuro. Así nace la idea del desarrollo.

Por ello, Sunkel y Paz, (2010:75) señalan que "El desarrollo significa lograr una creciente eficacia en la manipulación creadora de su medio ambiente, tecnológico,

cultural y social así como sus relaciones con otras unidades políticas y geográficas". El desarrollo y el bienestar social están limitados por la tecnología, los recursos naturales y la capacidad del medio ambiente para absorber la actividad humana. Se persigue entonces, la posibilidad de que al avanzar tecnológicamente y socialmente, el medio ambiente se recupere al mismo ritmo que la actividad humana lo afecte.

En consecuencia, el concepto de desarrollo se relaciona con la idea de futuro que cada sociedad se propone como meta para aumentar su bienestar.

Como una medida de desarrollo a nivel mundial, el Índice de Desarrollo Humano nace en 1990 en el "Informe sobre Desarrollo Humano" (Human Development Report), que fue presentando por el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD), con transformaciones hasta la actualidad.

Dicho referente sustituye al PIB (Producto interno bruto), como indicador preponderante, para comparar a las diversas naciones del mundo. Es un instrumento de medición del bienestar, toda vez que se trata de un índice que identifica la situación de un país en cuanto al desarrollo humano básico de su población mediante un índice formulado, por tres parámetros que son: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno, lo que implica tener acceso a los recursos necesarios, ONU (2013).

Para su operación, el PNUD estableció metas, al inicio del presente siglo, para el logro de "un proceso de vida que permite contar con alternativas u opciones de selección para las personas. Las aspiraciones de las personas pueden ser muchas", pero centradas en los tres parámetros mencionados, medidos a través de este indicador.

Por su parte, London y Formichella (2010: 80), citan al Prof. Amartya Sen, Profesor de Economía, Universidad de Harvard, Premio Nobel de Economía, 1998, en donde plantea que "El desarrollo humano, como enfoque, se ocupa de (...) el aumento de la riqueza de la vida humana en lugar de la riqueza de la economía en la que los seres humanos viven, que es sólo una parte de la vida misma".

Por ello, en México, el Consejo Nacional de Población (2001) retoma este concepto y define al desarrollo humano como un proceso continuo de ampliación de las capacidades y de las opciones de las personas para que puedan llevar a cabo el proyecto de vida que, por distintas razones, valoran.

Un factor importante para el desarrollo humano es la disponibilidad de agua de calidad para las distintas necesidades de la especie humana, para lo cual es necesario que una vez usado este líquido, sea vertido a los cuerpos receptores sin contaminantes que alteren la dinámica del ciclo hidrológico y de los procesos ecosistémicos, a la vez de quedar disponible para otros usuarios.

Para ello, la depuración del agua residual, previo a su descarga en los cuerpos receptores es un factor que contribuye a esta calidad de desarrollo humano, porque contribuye a mejorar las condiciones de vida de los habitantes que viven aguas

abajo de donde se usa, ya que reduce peligros de enfermedades, mejora la calidad del paisaje, fomenta la existencia de la vida silvestre y ofrece opciones de uso para otros habitantes.

Por su parte Midgley (1995: 135), plantea el desarrollo social como “un proceso de promoción del bienestar de las personas en conjunción con un proceso dinámico de desarrollo económico”, en donde el desarrollo social es transcurre a través del tiempo y conduce al mejoramiento de las condiciones de vida de toda la población, en diferentes ámbitos: salud, educación, nutrición, vivienda, vulnerabilidad, seguridad social, empleo, salarios, principalmente. Implica por lo tanto la reducción de la pobreza y la desigualdad en el ingreso. En este proceso, es decisivo el papel del Estado como promotor y coordinador del mismo, con la activa participación de actores sociales, públicos y privados.

Por lo anterior, se define el desarrollo social como el proceso que en el transcurso del tiempo, procura alcanzar una mayor calidad de vida de la población, mediante una sociedad más igualitaria, participativa e inclusiva, que garantice una reducción en la brecha que existe en los niveles de bienestar que presentan los diversos grupos sociales y áreas geográficas, para lograr una integración de toda la población a la vida económica, social, política y cultural del país, en un marco de respeto y promoción de los derechos humanos.

Por su parte, Castillo (2011) define al desarrollo económico como el proceso en virtud del cual la renta real per cápita de un país aumenta durante un largo período de tiempo, en otros términos, el desarrollo es un proceso integral, socioeconómico, que implica la expansión continua del potencial económico, el auto sostenimiento de esa expansión en el mejoramiento total de la sociedad. También se conoce como proceso de transformación de la sociedad o proceso de incrementos sucesivos en las condiciones de vida de todas las personas o familias de un país o comunidad.

Como una modalidad del desarrollo económico surge el desarrollo económico local, entendido como “el proceso de transformación de la economía y de la sociedad local, orientado a superar las dificultades existentes, que busca mejorar las condiciones de vida de su población mediante una acción decidida y concertada entre los diferentes agentes socioeconómicos locales, públicos y privados, para el aprovechamiento más eficiente y sustentable de los recursos endógenos, esto mediante el fomento de las capacidades de emprendimiento empresarial local y las creación de un entorno innovador en el territorio. Este enfoque considera la importancia del capital social y los enlaces de cooperación con agentes externos para capturar recursos humanos, técnicos y monetarios, entre otros, que contribuyan a la estrategia local de desarrollo” (Pike, 2009: 63).

Otro ámbito del desarrollo, formulado a partir de la reflexión colectiva mundial en relación con la conservación del medio ambiente, derivó de la Cumbre de la Tierra realizada en Estocolmo Suecia durante 1972, la cual dio lugar a la creación de la Comisión Brundtland que 15 años después publicó su informe titulado: “Nuestro Futuro Común” en el cual uno de los aspectos más relevantes fue el inicio de una

amplia difusión del concepto del desarrollo sostenible, que es ampliamente divulgado por todo el mundo, expresado como:

"El desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas."
(CMMAD, 1987)

Siguiendo con las demás modalidades de este paradigma central, se encuentra la del desarrollo local, donde el Banco Mundial (1975), lo definió como un fenómeno relacionado con personas trabajando juntas para alcanzar un crecimiento económico sustentable, que genere beneficios económicos y mejoras en calidad de vida para todos los habitantes de una comunidad; está última entendida como una ciudad, pueblo, área metropolitana o región subnacional.

Por su parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2010), sugiere que el desarrollo local puede ser visto como un proceso por medio del cual un cierto número de instituciones y/o personas locales se movilizan en una localidad determinada con el fin de crear, reforzar y estabilizar actividades utilizando de la mejor manera posible los recursos del territorio.

1.2. El sector público y las obligaciones hídricas del gobierno municipal

El sector público está conformado por el conjunto de instituciones y personas que administran los bienes públicos que corresponden a una sociedad, entre los que se considera el agua, a la vez que le atañe la regulación de recursos de todo tipo. Incluye a los distintos órdenes de gobierno, que en México son: federal, estatal y municipal, así como distintos sectores en cada uno de los órdenes, y que son referidos a los temas que tiene cada uno bajo su responsabilidad, así, existen ministerios o secretarías de educación, de hacienda, de economía, medio ambiente y muchos más.

En México dichos órdenes de gobierno y sus sectores, pueden coordinarse entre los distintos órdenes de gobierno, en el ámbito de sus competencias, para concurrir a la resolución de problemas específicos, a través de la concurrencia institucional. De manera similar, los distintos órdenes de gobierno pueden concertar con particulares y con el sector social, para consensar acciones de interés mutuo.

En el tema del agua como servicio público, al igual que en el alcantarillado y el saneamiento, es de suma importancia el orden municipal, porque es el que directamente presta estos servicios a la población, con el apoyo de la coordinación y la concertación. En tal sentido, es necesario conocer los antecedentes del Municipio en México, toda vez que éstos se remontan a la época prehispánica, y en la cultura mexicana tienen un equivalente en los calpullis, cuyo gobierno estaba formado por el consejo de ancianos.

Se trataba de una organización social y territorial autosuficiente, las familias integrantes producían bienes necesarios y suficientes para su subsistencia.

Posteriormente vino la colonización en América, la cual se justificó jurídicamente a través de la institución municipal. García (1999).

Con la fundación del primer ayuntamiento, instalado en la Villa Rica de la Veracruz el 22 de abril de 1519 se dio el primer paso a la organización de este cuerpo político y jurídico en el Continente Americano, según lo expresa Iturriaga (1993).

En la actualidad, el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reconoce al Municipio Libre, que deberá atender servicios públicos, entre otros servicios indispensables para la vida cotidiana en los asentamientos humanos, los de “agua potable, drenaje, alcantarillado tratamiento y disposición de sus aguas residuales” (Gobierno Federal, 2014: art.115, III).

Así González (2008) comenta que el Municipio es un orden de gobierno que constituye la base para la división territorial y la organización política y administrativa, por lo que se le ha denominado como el orden de gobierno más próximo a los ciudadanos.

En lo que respecta a los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales, el ayuntamiento de Ocoyoacac tendrá a su cargo la planeación, ejecución, administración, evaluación y modificación de estos servicios, a través de las dependencias y organismos municipales (Gobierno Municipal, 2014).

En tal sentido, “Las autoridades municipales son las que pueden asegurar que se consideren las necesidades de las personas dentro de sus límites temporales y territoriales; mientras se minimiza la transferencia de los costos ambientales a otros ecosistemas o hacia el futuro” (Satterthwaite, 1998:120).

El mismo autor presenta al municipio como el principal organismo articulador de demandas y soluciones de la comunidad, por lo cual, la creación de una política ambiental en este orden de gobierno se convierte en una meta para hacer sustentable el desarrollo en cada uno de los territorios municipales.

“En este sentido, una sociedad sostenible toca el tema ambiental, que es un reto para los municipios, ya que necesita, comprender y tener una mirada global a la vez que asignar responsabilidades concretas a determinadas áreas del trabajo para la solución de los conflictos ambientales, por lo que deberán trabajar en consolidar un área institucional local del ambiente, complementar el marco jurídico nacional y regional con el dictado de reglamentos ambientales, prever presupuestos, así como recursos humanos y materiales”. (Lisa, 2009: 78).

Dentro de las atribuciones del municipio, Navarro (2004) dice que no se trata simplemente de formular y ejecutar uno o dos proyectos de alcantarillado o de instalación de un nuevo relleno sanitario, por citar algunos ejemplos, estos proyectos son importantes, pero no son más que un pequeño componente de un todo que es la gestión ambiental, la cual se define como el conjunto de actividades de planificación y ejecución, que asigna responsabilidades, actividades prácticas, procedimientos,

recursos y la estructura organizativa para impulsar, implementar y mantener el desarrollo de la comunidad en equilibrio con la conservación del ambiente. En resumen, el régimen municipal constituye la primera manifestación de las voluntades ciudadanas, ya que designa a las autoridades pertinentes, y no hay ninguna autoridad intermedia entre el municipio y el estado.

Es importante destacar que entre las atribuciones de los gobiernos municipales se encuentra una de enorme importancia para la sustentabilidad del desarrollo, que es la de conservar al medio ambiente, como fuente material para la vida y la producción, por lo que, para el tratamiento de las aguas residuales se tiene un desafío para este órgano de gobierno, puesto que frecuentemente este sector aun no es prioridad para los municipios, y urge atender problemas en esta materia, que se agravan con mayores consecuencias que resultan cada vez más costosas, y en ocasiones irreversibles.

1.3. *La Gestión Ambiental para el Saneamiento del Agua*

Según Brañes (2000: 55), se entiende por gestión ambiental “el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente, la gestión ambiental se integra por la política ambiental, el derecho de protección al ambiente y la administración del ambiente, de tal manera la gestión se compone de manera conjunta de los actos de manejo del ambiente y de todo aquello que se relacione con éste, incluso los actos normativos. Así la gestión consiste de actos que involucran tanto directa como indirectamente la intervención sobre los recurso naturales y el ambiente en general”

Por su parte, García (2006:65), establece que la gestión ambiental pública se refiere de manera especial “al ejercicio de la potestad estatal para alcanzar los objetivos de las políticas de gobierno en materia de administración y aprovechamiento de recursos naturales y el ambiente, en el caso de México, al igual que en el caso de tendencias de otros Estados, e incluso la del Derecho internacional ambiental en la actualidad, el objetivo máximo consiste en lograr el desarrollo sustentable”.

Paralelamente Guevara (2003: 120) sostiene que la gestión ambiental tiene como objeto: “además de la prevención y control de la contaminación y la regulación del uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, también la regulación del uso y aprovechamiento de la energía y de los recursos naturales no renovables y en general el estímulo de las actividades productivas, previniendo, minimizando y restaurando los posibles efectos negativos de su impacto en el medio. Toda vez que la Constitución otorga como garantía el derecho a un ambiente adecuado en su artículo cuarto, se infiere que la gestión ambiental publica en México, incluye también cualquier acto de preservación, conservación y mejoramiento del estado de los recursos naturales”.

En otras latitudes, y para el caso concreto del agua, la Global-Warming Potential (GWP, 2000) define la gestión integral de este recurso, como un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los

recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y el económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas; mientras que el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) pondera la gestión integrada del agua en la toma de decisiones y manejo de los recursos hídricos para varios usos de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas. Según esta última fuente, la gestión integrada del agua comprende la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua.

Cabe destacar que para el primero de estos organismos, el agua está estrechamente vinculada con la tierra y otros recursos como la vegetación, que en el ámbito biofísico se encuentran en estrecha interacción, mientras que, la preocupación del BID se centra su atención en el tren de usos del líquido, que haga compatible una serie de aprovechamientos descendentes dentro de una cuenca, tomando en cuenta las interacciones entre las aguas superficiales y subterráneas, que siguen paralelismos.

Una modalidad de la gestión, pero llevada a cabo por los propios usuarios o beneficiarios, es la autogestión, por lo que Borja (2008), plantea la autogestión comunitaria, como una gestión de la comunidad, como consecuencia de transformar la espiral descendente de la pobreza en espirales ascendentes de desarrollo, la fuente de la autogestión comunitaria es el cambio de una visión fatalista de la pobreza, sólo como suma de carencias, a una visión esperanzadora, como generadora del impulso necesario para el desarrollo. La autogestión comunitaria es, entonces, el canal a través del cual el potencial infinito inherente del ser humano se encauza hacia el logro de una vida digna a través de mejorar la calidad de vida de cada uno de los moradores, de acuerdo a sus propios objetivos, metas y con el apoyo solidario de sus semejantes.

Por su parte Quiroga (2008), explica que la idea de autogestión persigue el poder para decidir por sí mismo sobre las decisiones que le afectan; de esta manera, autogestión es un proceso mediante el cual se desarrolla la capacidad individual o de un grupo para identificar los intereses o necesidades básicas que le son propios y que a través de una organización permita defenderlos, expresándolos con efectividad en la práctica cotidiana, sobre la base de una conducción autónoma y coordinada con los intereses y acciones de otros grupos. Este concepto por supuesto que lleva implícitos la planificación, la democracia participativa y desarrollo sustentable.

1.4. El Saneamiento del Agua

El saneamiento del agua consiste en “quitar la enfermedad”, por lo que el Diccionario de la Lengua Española (2014), lo define como el “Conjunto de técnicas y elementos destinados a fomentar las condiciones higiénicas en un edificio, de una comunidad”.

En materia de agua, el saneamiento se refiere al disfrute de agua potable, según la SEMARNAT (2012), que la define como aquella agua que es apta para la alimentación y que debe ser incolora, inodora, insípida, transparente y estar libre de microorganismos patógenos en las viviendas, para el consumo humano, de manera directa.

En otra modalidad del saneamiento, se le considera como la depuración del agua residual, para su reincorporación en los cuerpos receptores, toda vez que se le entiende como “la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales” (SEMARNAT, 2003: 6), cuando la NOM- 002-SEMARNAT-1996, define al sistema de alcantarillado urbano o municipal. Es importante destacar que en esta investigación se destaca esta última modalidad.

En tal sentido, una de las prioridades de la gestión del agua es garantizar el acceso al agua a todas las personas y al saneamiento asegurando, para la sostenibilidad del recurso, que es esencial en la lucha contra la pobreza, toda vez que los recursos hídricos tienen un papel clave en la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). En especial, del Objetivo 7: sobre Sostenibilidad Ambiental, que incluye entre sus metas reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso a agua potable y saneamiento básico en 2015.

El concepto de saneamiento puede sintetizarse mediante una definición cualitativa, según la cual “es un campo de la Ingeniería cuyo objetivo es la recogida y transporte del agua residual y el tratamiento tanto de ésta como de los subproductos generados en el curso de esas actividades, de forma que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente” (Ignasi, 2004: 85).

Es importante destacar que históricamente el saneamiento ha transitado por varias etapas, en las que sus objetivos centrales se distinguen en función de las necesidades sociales, por lo que Ignasi (2004) distingue tres etapas de evolución del concepto, las cuales son:

- Primera etapa: Llamada de la protección sanitaria, centrada en la protección de la salud pública frente a las impurezas presentes en el agua de abastecimiento, debidas a los vertidos producidos por las actividades humanas. Posteriormente se complementa con la eliminación de olores y aspectos desagradables originados en los cursos de agua. Consecuentemente cuando se introduce el concepto de contaminación, su definición se basa en su potencial para producir enfermedades y la creación de condiciones ofensivas.

En términos temporales, esta etapa abarca desde el inicio moderno del saneamiento (mediados del siglo XIX) hasta la década de los cincuenta del siglo XX.

- Segunda etapa: Conocida como de protección de otros usos del agua, reconoce los enormes cambios experimentados por la sociedad, supone el inicio del reemplazo del concepto anterior de contaminación por el de calidad del agua. En esta etapa se consideró importante una serie de factores, tales como el crecimiento de la población y su concentración en los centros urbanos; el mayor consumo per cápita de agua y generación de residuos líquidos y la importancia de la industria como gran emisora de contaminantes, tanto en cantidad como en calidad, que incluye una amplia gama de compuestos químicos en sus vertidos.

Una consecuencia de lo anterior, fue que el concepto de control de la contaminación, hasta entonces centrado en la protección de la salud pública, se desplazada hacia la protección de los diversos usos del agua, además del tradicional abastecimiento domiciliario, esto generó el catálogo de los usos del agua y la protección de las condiciones para cada uso, así como a un ampliación del concepto de contaminación en función de esos usos, para dar lugar a un nuevo concepto de control de la calidad del agua.

- Tercera etapa: Considera a la protección del medio ambiente y menciona que a medida que crece el progreso económico, la sociedad experimenta una ansia cada vez mayor de conservar y disfrutar de la naturaleza de manera que se establece la necesidad de preservar la calidad del agua *per se*, y con ello mantener las condiciones ambientales para su conservación y la del medio natural en todas sus manifestaciones. Esta actitud supone anteponer el control de la naturaleza del recurso, al control del agente causante de su degradación, con la intención de producir un desplazamiento del objetivo de protección del uso, al de protección del propio recurso.

Cada una de estas etapas ha impulsado el establecimiento de objetivos cualitativos y cuantitativos específicos para la evolución del concepto de saneamiento y consecuentemente propiciaron la progresiva ampliación de su contenido y el desarrollo y aplicación de técnicas y sistemas cada vez más complejos para conseguir aquellos objetivos.

Es importante poner de manifiesto la interrelación de factores que participan en el saneamiento para el desarrollo de la humanidad, para lo cual en su concepción más amplia establece que “El saneamiento tiene su propia historia, arqueología, literatura y ciencia, la mayor parte de las religiones se han preocupado por él, la sociología lo incluye en su campo, y su estudio es imperativo para el conocimiento de la ética social. El entendimiento de su desarrollo y retardo exige conocimientos de sociología, su apreciación completa, demanda un sentido estético y el desarrollo económico determina en gran medida su crecimiento y alcance.” Organización Panamericana de la Salud (2005).

Frente a esta situación se ha venido trabajando en modelos de gestión del agua y del saneamiento básico, teniendo en cuenta la participación de la comunidad, aunado a la multifactorialidad, para involucrar a los agentes interesados (comunidad, autoridades e iniciativa privada), para tener un proyecto factible, analizar la situación socioeconómica y ambiental, así como realizar las propuestas, para buscar el financiamiento que permita la materialización de un proyecto de saneamiento del agua residual, bajo un modelo de autogestión.

1.5. El proceso de manejo de agua y sus componentes en una cuenca rural

El proceso que da título a este apartado es una perspectiva holística para el estudio el agua que usa y maneja la humanidad, desde tiempos inmemoriales, por los diversos grupos sociales, a partir de las fuentes de abastecimiento a las que tiene acceso, hasta la reincorporación del líquido en los cuerpos receptores. El concepto muestra una propuesta teórico-metodológica para conocer el manejo del agua, como un proceso complejo, que requiere ser comprendido, para planificar el aprovechamiento del vital líquido.

La propuesta en mención, es considerada como un sistema, conformado por cinco subsistemas interactuantes, que no presentan fronteras claramente distinguibles entre ellos, sino que se caracterizan por compartir espacios comunes desde sus distintos componentes, que se son separados sólo para fines de análisis y mejor comprensión de los componentes, puesto que conforman una unidad inseparable en cuanto a su funcionamiento.

Para el estudio de este proceso sistémico, es necesario el recorte territorial que ofrece la cuenca hidrológica, toda vez que el agua de la sociedad sigue los procesos del ciclo hidrológico establecido por las fuerzas de la naturaleza, y se convierte en la unidad de estudio, no sólo para los fenómenos de la naturaleza y los de orden biofísico, sino también para los sociales, económicos y de gestión del líquido.

En tales circunstancias, el proceso de manejo del agua, consta de tres etapas o fases, que se comportan de manera paralela al ciclo del agua, como se ilustra en la figura 2, en la que se mencionan las fases y su comportamiento potencialmente cíclico, en función con los modelos de gestión del líquido en cada asentamiento humano y áreas productivas dentro de la cuenca hidrológica.

Figura 2. El proceso de manejo del agua



Fuente: Alvarado (2102)

En la figura 2 se muestra las diversas fases por las que atraviesa el agua, desde su descarga en forma de precipitación al suelo, en donde se emplea el vital líquido, el reúso que se le da, al agua ya usada y posteriormente su distribución, dependiendo de la actividad para la que sea requerida.

En estas condiciones, a continuación se detallan dichos subsistemas, como lo mencionan Alvarado y otros (2012).

1.6. Subsistema biofísico

Este subsistema estructura a los objetos y procesos de la naturaleza y los contruidos por la sociedad, que contribuyen para el aprovechamiento del vital líquido en los asentamientos humanos y para sus actividades inseparables. En este subsistema se contemplan los procesos naturales del ciclo hidrológico en una cuenca, así como las intervenciones humanas para la apropiación y uso del agua, que son: captación, distribución, uso desalojo, depuración y reincorporación en los cuerpos de agua o su eventual reutilización.

Es relevante expresar a los ecosistemas a partir de elementos como: clima, vegetación y formación geológica, entre otros; su notoriedad se argumenta debido a que en estos sistemas los elementos interactúan de diversas maneras para dar lugar a distintas respuestas que se manifiestan a través de biomas.

En el caso del proceso de manejo del agua, implica conocer, el clima, los procesos geológicos y geohidrológicos, el relieve, la vegetación y los usos del suelo, además de otros elementos tales como las extracciones del líquido, como se distribuye a la población, el manejo y desalojo, a través de obras de infraestructura.

Alvarado y otros (2015) señalan que al mismo tiempo se consideran los procesos atmosféricos, que dan lugar al clima, puesto que señala las variaciones hídricas de la atmosfera y su vinculación con los otros elementos biofísicos del territorio, para explicar los procesos del ciclo hidrológico en distintos puntos del planeta, que dan lugar a la distribución espacial y temporal de la precipitación pluvial.

El suelo es otro factor de atención, puesto que establece el sustento de procesos biofísicos y sociales que redundan en los procesos del ciclo del agua, por ello su uso, caracterización, capacidad de uso y deterioro, que son señales para seleccionar el tipo de manejo que debe tener cada zona y el impacto que puede soportar, tomando en cuenta las formas de intervención, la tecnología, y presión del recurso, que se constituyen por actividades agropecuarias, forestales, silvícolas y urbanas.

En cuanto al componente hídrico, que es el más trascendental para el proceso de manejo del agua, debe quedar claramente caracterizado, en función de los otros componentes biofísicos con los que interactúa y que le condicionan, es de especial relevancia la fisonomía de la vegetación, porque es el indicador biológico de la cantidad de humedad existente.

1.7. Subsistema socio-cultural

Este subsistema describe distintas características de una sociedad dentro de la cuenca hidrológica que es objeto de estudio, en tanto que consume y utiliza el líquido, para distintas finalidades, con especial relevancia de las prácticas cotidianas que sigue y que pueden ser de ahorro, de dispendio, contaminantes o no, o bajo cualquier modalidad que asuman.

En tal sentido, una primera característica de la población es “su distribución, lo que da lugar a la disponibilidad natural del agua y de la red de drenaje en la cuenca, las prácticas que sigue para cada una de las fases, las variables incluidas en el consumo tiene indicadores como. Percepción del agua y su manejo: individual, familiar, barrial, local municipal y productivo; tipos de consumo; ingresos de la población; tipos de organización tradicional para la administración, y la gestión de los diferentes usos” (Alvarado y otros, 2012:226).

En relación con este subsistema se catalogan elementos relevantes como las tradiciones, ya que se identifica el valor del agua para el grupo social y su pertenencia o no a la naturaleza. Las prácticas religiosas influyen en la organización social, que son entre otras festividades, hábitos de consumo en fechas específicas, expresiones artísticas y mitos.

La tecnología es el rubro que señala como se ajusta el manejo del agua y su infraestructura, a su vez están se interrelacionan con las formas de organización local y su interacción con agentes externos.

1.8. Subsistema tecnológico

El subsistema tecnológico se encarga de la descripción cualitativa y cuantitativa de las obras de infraestructura hidráulica para aprovechar el agua en los asentamientos humanos, su funcionamiento, fuentes de abastecimiento, procesos de apropiación del agua, el manejo para la conducción del líquido que abastece a los usuarios, desalojo de aguas residuales, tratamiento y la eficiencia de conducción del agua. Alvarado y otros (2012)

Las expresiones consideradas para analizar este subsistema son: obras de captación, conducción, aprovechamiento, desalojo, tratamiento y reúso, considerando sus dimensiones, eficiencias y calidad del agua.

En cuanto a los componentes de este subsistema se incluyen procesos, tipo uso y manejo de materiales, en donde se ubican los tubos, bombas, accesorios, cárcamos, plantas de tratamiento, almacenamientos, canales, ductos, plantas potabilizadoras, entre otros. (Alvarado y otros, 2012:229).

1.9. Subsistema político-administrativo

Alvarado y otros (2012) se refiere acerca de este subsistema, se identifica la programación institucional, la cual permite una planeación como herramienta fundamental del subsistema, al mismo tiempo que se incluyen componentes tales como: disposiciones de orden público en los diversos ámbitos de gobierno: municipal, estatal y federal, que se manifiestan a través de proyectos, planes, programas, estrategias, acciones y lineamientos internacionales.

En contraste con el componente institucional se encuentra la participación ciudadana no gubernamental, la cual está financiada por grupos que demandan algún tipo de acción, mientras que la iniciativa privada también colabora para el uso y aprovechamiento del agua. En tal sentido el objetivo es develar la sinergia entre los diversos actores individuales e institucionales, así como los instrumentos de financiamiento, técnicos y de gestión, y sus reglas de operación.

1.1.0. Subsistema económico

En este subsistema, se consideran a los sectores público, privado y social, que comparten herramientas en común como: el análisis costo-beneficio, externalidades positivas y negativas, gasto, inversión y precios entre otros.

Los componentes señalados arriba se expresan en las actividades de los usuarios del agua, en donde se genera el análisis costo-beneficio, la disminución de ingreso, costos ambientales, costos de instalación y de operación para el servicio público del líquido, costos derivados del alcantarillado y tratamiento de la misma. Alvarado y otros (2012)

Capítulo II. Legislación Ambiental para la Gestión del Saneamiento del Agua

En México, antes de los años 70 prácticamente no se aplicaba ningún criterio ambiental la expansión industrial, a pesar de que había indicios de impactos crecientes en términos de contaminación atmosférica y generación de residuos. Fue a partir de 1971 con la expedición de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación que el gobierno de México empezó a controlar el comportamiento ambiental de la industria. (SEMARNAT, 2007).

Luego de varias modificaciones por más de cuatro décadas a los instrumentos legislativos y normativos existentes en materia ambiental, con la intención de incorporar las nuevas tendencias y la relación que las actividades humanas tienen con él, se tiene para 2014 una ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, con distintas adecuaciones. De esta manera, se muestra que el desarrollo de las leyes en materia ambiental refleja una evolución hacia un enfoque basado en principios de sustentabilidad económica y ambiental (SEMARNAT, 2007).

Con lo anterior, se hace referencia a las diversas leyes, normas y programas en materia ambiental y específicamente para el saneamiento del agua, para conservar el recurso y emplearlo en aras de un desarrollo económico y social.

Para ilustrar lo anterior, el presente capítulo establece en primer lugar las leyes federales, encabezadas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para dar lugar a las leyes secundarias, que incluyen: la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, el Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2014, la Ley de Planeación, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y la Ley General de Cambio Climático,

En el mismo ámbito federal, se describen las normas oficiales mexicanas en tema de agua, específicamente el de la NOM-001-SEMARNAT- 1996, la NOM-002-SEMARNAT-1996, después la NOM-003-SEMARNAT-1997, y por último esta la NOM-004-SEMARNAT-2002.

En lo que respecta al ámbito estatal se analiza, en materia de saneamiento del agua y de manera inicial, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, además se hace referencia a la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México. También se consulta el Código para la Biodiversidad del Estado de México, y se menciona a la Ley Orgánica Municipal del Estado de México.

Respecto al ámbito municipal, se hace alusión al Bando Municipal 2013-2015 de Capulhuac, y finalmente se encuentra el Bando Municipal de Ocoyoacac 2014. Por último se analizan las experiencias de saneamiento del agua, así como los factores que propiciaron su éxito y fracaso.

2.1. Legislación de Competencia Federal

Es el Poder público a través del cual se ejerce la soberanía nacional y se representa jurídicamente a la nación, está formado por los tres Poderes de la Unión: Legislativo, Ejecutivo y Judicial Federal con el fin de ejecutar los ordenamientos que la Constitución Política confiere a la Federación. Para fines presupuestarios y contables, este concepto incluye a los órganos administrativos de los tres Poderes de la Unión a los Ramos Generales y a los organismos autónomos: Instituto Federal Electoral, Comisión Nacional de Derechos Humanos, Auditoría Superior de la Federación, Tribunal Fiscal de la Federación, excluye a los Organismos y Empresas de Control Presupuestario Directo e Indirecto.

2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

“La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la norma suprema de todo el sistema jurídico mexicano y en ella se establecen los procedimientos para que el presidente de la República pueda enviar iniciativas de ley al Congreso de la Unión, está compuesta de 136 artículos dispositivos y 16 transitorios, para regular la vida nacional, se requiere derivar de estas disposiciones básicas, que son la ley suprema, leyes más específicas. La propia constitución establece la competencia federal y la competencia para los estados” (Gobierno Federal, 2014).

Este documento fundamental, dicta, entre otros, que el Estado debe proporcionar a la población lo necesario para la plenitud de su desarrollo, es por esto que en su (Artículo 4) establece que toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

Además en su inciso VII (Artículo 27), reconoce la personalidad jurídica de los núcleos de población ejidales y comunales y se protege su propiedad sobre la tierra, tanto para el asentamiento humano como para actividades productivas, en donde la ley protegerá la integridad de las tierras de los grupos indígenas, además la ley considerará el respeto y fortalecimiento de la vida comunitaria de los ejidos y comunidades, protegiendo la tierra para el asentamiento humano y regulará el aprovechamiento de tierras, bosques y agua de uso común y la provisión de acciones de fomento necesaria para elevar el nivel de vida de sus pobladores.

Finalmente los municipios estarán investidos de personalidad jurídica y manejarán su patrimonio conforme a la ley, en donde los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal,

regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana. Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos relacionados con agua potable, alcantarillado, saneamiento y disposición de sus aguas residuales. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Artículo 115).

2.1.2. Ley Orgánica de la Administración Federal

Esta Ley “establece las bases de organización de la Administración Pública Federal, centralizada y paraestatal” (Gobierno Federal, 2013: Artículo 1)

En lo que respecta al rubro ambiental, específicamente al agua, se encuentra el (Artículo 32 Bis), el cual menciona que a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, corresponde:

- I. Formular y conducir la política nacional en materia de recursos naturales, siempre que no estén encomendados expresamente a otra dependencia; así como en materia de ecología, saneamiento ambiental, agua, regulación ambiental del desarrollo urbano, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades.
- II. Establecer, con la participación que corresponda a otras dependencias y a las autoridades estatales y municipales, normas oficiales mexicanas sobre la preservación y restauración de la calidad del medio ambiente; sobre los ecosistemas naturales; sobre el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y sobre descargas de aguas residuales.

2.1.3. Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2014 en Materia de Agua.

Se menciona que “el ejercicio, el control y la evaluación del gasto público federal para el ejercicio fiscal de 2014, así como la contabilidad y la presentación de la información financiera correspondiente, se realizarán conforme a lo establecido en la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, la Ley General de Contabilidad Gubernamental y en las disposiciones que, en el marco de dichas leyes, estén establecidas en otros ordenamientos legales y en este Presupuesto de Egresos” (Gobierno Federal, 2013:Artículo 1)

En el capítulo V: Del desarrollo integral de los pueblos y comunidades indígenas, en su (Artículo 26), inciso III dice que para los municipios indígenas comprendidos entre los 200 más pobres del país, los proyectos de inversión del Programa de Infraestructura Indígena, se podrán financiar en su totalidad con recursos federales o de manera concurrente.

Después en el (Artículo 36). El Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable se sujetará a los siguientes lineamientos para la distribución del gasto aprobado en este Presupuesto: Contribuir a la sustentabilidad de las

actividades agropecuarias, pesqueras y acuícolas en lo referente al aprovechamiento responsable del agua y la tierra.

Tabla 1. Programas y presupuesto del sector Medio Ambiente en la Ley de Egresos de la Federación 2014

Denominación	Monto (pesos)
Erogaciones para el desarrollo integral de los pueblos y comunidades indígenas.	1,800,164,517
Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales.	345,127,180
Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales.	14,855.7
Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua.	1,761.1
Programa de Cultura del Agua.	1,094,000
Proyectos de infraestructura económica de agua potable, alcantarillado y saneamiento.	200,000,000

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ley de Egresos de la Federación 2014.

Tabla 2. Monto total asignado al sector Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014)

Presupuesto total 2014	1,131,486,031,191 pesos
Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales	66,227,588,237 pesos
	5.85 %

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ley de Egresos 2014.

Tabla 3. Porcentaje total asignado a Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015)

Presupuesto total 2015	1,184,295,075,588 pesos
Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales	67,976,702,425 pesos
	5.73 %

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ley de Egresos de la Federación 2015.

En lo que se refiere al sector que más recursos percibe para su ejecución, encontramos a gobernación, educación y seguridad como los rubros con mayor asignación, para ambos años.

2.1.4. Ley De Planeación

El (Gobierno Federal, 2012: Artículo 1) señala que las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y tienen por objeto establecer:

I. Las bases para promover y garantizar la participación democrática de los diversos grupos sociales así como de los pueblos y comunidades indígenas, a través de sus representantes y autoridades, en la elaboración del Plan y los programas a que se refiere esta Ley.

En lo que tiene relación con esta Ley en materia ambiental, se encuentra el (Artículo 2) en donde la planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz

desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Finalmente el (Artículo 3) explica que para efectos de esta Ley se entiende por planeación nacional de desarrollo, la ordenación racional y sistemática de acciones que, en base al ejercicio de las atribuciones del Ejecutivo Federal en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, tiene como propósito la transformación de la realidad del país, de conformidad con las normas, principios y objetivos que la propia Constitución y la ley establecen.

2.1.5. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La función de esta Ley, según el (Gobierno Federal, 2014: Artículo 1) es “la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable”

En su (Artículo 7) señala que corresponde a los Estados La regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal; así como de las aguas nacionales que tengan asignadas.

Mientras que en el (Artículo 8) se dice que corresponde a los Municipios La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas, con la participación que conforme a la legislación local en la materia corresponda a los gobiernos de los estados.

Por otro lado corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico (Artículo 88)

Es por esto que se menciona la creación de normas oficiales que regulen el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y demás fuentes de abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones e industrias, para asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del líquido, el tratamiento de aguas residuales y su reúso (Artículo 90)

De acuerdo (Artículo 117) al Estado, antes que al Municipio le corresponde el aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, esto conlleva a la responsabilidad del tratamiento de las descargas

para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas

Por último comenta que las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo y en general las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir las interferencias en los procesos de depuración de las aguas , así como los trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos o en el funcionamiento adecuado de los sistemas y en la capacidad hídrica en las cuencas, cauces, vasos mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado (Artículo 122).

2.1.6. Ley de Aguas Nacionales

Esta Ley “es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales, es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable” (Gobierno Federal, 2013: Artículo 1)

El (Artículo 9, fracción XIII) menciona que la Comisión Nacional de Agua, tiene la atribución de fomentar y apoyar los servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reúso en el territorio nacional, para lo cual se coordinará en lo conducente con los Gobiernos de los estados, y a través de éstos, con los municipios.

En el (Artículo 13 BIS 3, Fracción X), se menciona la atribución del Consejo, la cual es contribuir al saneamiento de las cuencas, subcuencas, microcuencas, acuíferos y cuerpos receptores de aguas residuales para prevenir, detener o corregir su contaminación, otorgar apoyos sociales para que las comunidades rurales y urbanas marginadas accedan al agua y saneamiento.

2.1.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. Cuando en el mismo se expresen los vocablos "Ley", "Reglamento", "La Comisión" y "Registro", se entenderá que se refiere a la Ley de Aguas Nacionales, al presente Reglamento, a la Comisión Nacional del Agua y al Registro Público de Derechos de Agua, respectivamente (Art 1).

Por último señala que La Comisión promoverá y a solicitud de las correspondientes autoridades estatales y municipales, proporcionará con los recursos disponibles al

efecto, la asistencia técnica para la elaboración de los estudios y los proyectos de las obras de agua potable, alcantarillado y saneamiento (Art.158).

2.1.8. Ley de Desarrollo Rural Sustentable

El (Art 1) menciona que esta Ley es reglamentaria de la Fracción XX del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y es de observancia general en toda la República.

Sus disposiciones son de orden público y están dirigidas a promover el desarrollo rural sustentable del país, propiciar un medio ambiente adecuado, en los términos del párrafo 4 del artículo 4 y garantizar la rectoría del Estado y su papel en la promoción de la equidad, en los términos del artículo 25 de la Constitución.

En su (Art 83) el Gobierno Federal, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, las organizaciones de usuarios y los propios productores, ejecutará y apoyará la ejecución de obras de conservación de suelos y aguas.

Además la Comisión Intersecretarial, con la participación del Consejo Mexicano, promoverá un programa tendiente a la formación de una cultura del cuidado del agua (Art 168).

2.1.9. Ley General De Cambio Climático

Esta ley “es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico” (Gobierno Federal, 2012: Artículo 1)

Además en su (Artículo 2) esta ley tiene por objeto:

- I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Es por esto que en el (Artículo 9) le corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:

- a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento

2.1.10. Normas Oficiales Mexicanas en tema de agua

2.1.11. NOM-001-SEMARNAT-1996

El (Gobierno federal, 1997) en la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-CONAGUA-1996) establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos y es de observancia obligatoria para los ayuntamientos dichas descargas. Esta norma no se aplica a las descargas de aguas provenientes de cuando existen drenajes separados de aguas pluviales, esto significa que el agua de lluvia no se regula.

Además es competencia de la Comisión Nacional del Agua el llevar a cabo muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, de manera periódica o aleatoria, con objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros señalados den la presente norma.

2.1.12. NOM-002-SEMARNAT-1996

Esta norma oficial mexicana (NOM-002-SEMARNAT-1996) decretada por el (Gobierno federal, 2003) establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como de proteger la infraestructura de dichos sistemas y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

Esta norma no se aplica para las descargas de aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

2.1.13. NOM-003-SEMARNAT-1997

Esta Norma Oficial Mexicana (NOM-003-ECOL-1197) establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicio al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso.

2.1.4. NOM-004-SEMARNAT- 2002

Esta Norma Oficial Mexicana (NOM-004-SEMARNAT 2002), establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana.

2.2. Legislación de Competencia Estatal

“En términos jurídicos, se trata de la división administrativa y política que media entre el nivel federal y el nivel municipal, en el caso de un gobierno democrático se refiere a los estados, departamentos o provincias, que mantienen relaciones de cooperación internacional para recibir fondos que puedan ser usados en proyectos de desarrollo, también pueden ser ellos quienes aporten recursos para un proyecto en cualquier nivel del gobierno. En México es cada vez mayor el número de entidades federativas que cuentan con instancias de gobierno avocadas a la gestión de cooperación internacional” (Observatorio de la Cooperación Internacional para el Desarrollo en México)

Dentro de la legislación aplicable al uso, consumo y distribución del agua potable, en el Estado de México se contempla a:

2.2.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, por su jerarquía, es la ley que, en el ámbito local, determina y ratifica las libertades, derechos y garantías de sus habitantes y las bases para la organización y ejercicio del poder público, bajo el marco de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Gobierno del Estado De México (2008)

En esta se establece que las autoridades deberán ejecutar programas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales del Estado y evitar su deterioro y extinción, al mismo tiempo prevenir y combatir la contaminación ambiental. (Artículo 18)

En el artículo mencionado arriba la Legislatura del Estado establecerá en la Ley la existencia de un organismo en materia de agua, el cual regulará y propondrá los mecanismos de coordinación para la prestación del servicio de agua potable, alcantarillado, saneamiento, tratamiento y disposición de aguas residuales y, en general, el mejoramiento de la gestión integral del agua en beneficio de la población.

También se dice en el (Artículo 139) que en materia metropolitana, el Gobierno del Estado y los Ayuntamientos de los municipios deberán en forma coordinada y en términos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos participar en la planeación y ejecución de acciones coordinadas con la Federación en materia de agua y drenaje, así como en la restauración del equilibrio ecológico.

2.2.2. Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México

Esta Ley tiene por objeto “regular la organización y funcionamiento de la administración pública central y paraestatal del Estado” (Gobierno del Estado de México, 2011: Artículo 1).

En lo que se refiere al estudio, planeación y despacho de los asuntos, en el ramo del agua de la Administración Pública del Estado de México, auxiliaran al titular del ejecutivo, la dependencia de la Secretaría de Agua, Obra Pública e Infraestructura para el Desarrollo, a la cual le corresponde implantar medidas y mecanismos para prevenir, restaurar y corregir la contaminación del aire, suelo agua y del ambiente en general. Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México (Artículo 19).

A esta Secretaría le corresponde el despacho de los siguientes asuntos (Artículo. 32 BIS).

- I. Formular y conducir la política estatal en materia de obras públicas e infraestructura para el desarrollo.
- II. Apoyar la creación y consolidación de los organismos descentralizados municipales encargados de la prestación de los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales.
- III. Supervisar la construcción, conservación, mantenimiento, operación y administración de las obras de agua potable y alcantarillado a su cargo.

2.2.3. Código para la Biodiversidad del Estado de México

Este Código tiene como prioridad según el (Gobierno del Estado de México, 2005:Artículo1):

- Equilibrio Ecológico, la Protección al Ambiente y el Fomento al Desarrollo Sostenible.

En su (Artículo 2.3) se considera de orden público e interés social, el saneamiento de cuerpos de agua de jurisdicción estatal.

Además del control y prevención de las actividades que proporcionen contaminación de las aguas federales que el Estado o los municipios tengan asignadas o concesionadas para la prestación de los servicios públicos y de las que se descarguen en las redes de alcantarillado de los centros de población, sin perjuicio de las facultades de la Federación en materia de tratamiento, descarga, infiltración y rehusó de aguas residuales conforme a las disposiciones aplicables.

Otras funciones que le competen, es la de prevenir y controlar la contaminación de aguas federales que tengan asignadas la prestación de servicios públicos y de las que se descarguen en los sistemas de drenaje, alcantarillado y saneamiento de centros de población sin perjuicio de las facultades reservadas a la Federación en

materia de descarga, infiltración y reúso de aguas residuales y verificar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas y normas técnicas estatales para el vertimiento de aguas residuales en los sistemas de drenaje, alcantarillado y saneamiento que administren.

Asimismo el de verificar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas y normas técnicas estatales en materia de drenaje, alcantarillado y saneamiento que administren.

2.2.4. Ley del Agua del Estado de México

Esta Ley “es de orden público e interés social, tiene por objeto normar la explotación, uso, aprovechamiento, administración, distribución y control de las aguas de jurisdicción estatal y sus bienes inherentes; así como la administración y el suministro de las aguas asignadas y concesionadas por el Gobierno Federal al Estado y municipios, para la prestación de los servicios de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, reúso de aguas residuales tratadas y la disposición final de sus productos resultantes” (Gobierno del Estado de México, 2011: Artículo 1).

Esta Ley tiene por objetivo como lo dice el (Artículo 2), regular la prestación de los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, saneamiento, tratamiento de aguas residuales, su reúso y la disposición final de sus productos resultantes.

Además menciona que los ayuntamientos son las organizaciones que tienen a su cargo el manejo del recurso para promover la construcción, conservación, mantenimiento, rehabilitación y operación de los sistemas de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales en comunidades rurales. (Gobierno del Estado de México, 2011: Artículo 8).

Por su parte La Comisión del Agua del Estado de México, en su (Artículo 17) tiene por objeto planear, programar, presupuestar, diseñar, construir, conservar, mantener, operar y administrar sistemas de suministro de agua potable, desinfección, drenaje, alcantarillado, saneamiento, tratamiento y reúso de aguas tratadas, así como la disposición final de sus productos resultantes, e imponer las sanciones que correspondan en caso de incumplimiento de la normatividad en la materia.

Posteriormente el (Artículo 51), alude a la infraestructura hidráulica para los servicios de drenaje, alcantarillado, saneamiento y tratamiento de aguas residuales para su reúso, que comprende los colectores, subcolectores, cárcamos de bombeo, emisores, las plantas de tratamiento de aguas residuales, lagunas de oxidación, humedales, líneas moradas y las obras hidráulicas para la prevención de inundaciones, mientras que el (Artículo 67), tiene la facultad para regular servicios como el saneamiento, y en su (Artículo 83), el saneamiento consiste en la conducción y alejamiento de las aguas residuales, y durante este proceso puede prestarse el servicio de tratamiento de aguas residuales.

La Comisión del Agua del Estado de México, el municipio o el organismo operador, podrán convocar a los sectores social y privado, para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, bajo la modalidad de concesión en los términos de la Ley y otras disposiciones aplicables, de igual forma, podrán concesionar o vender aguas residuales para su tratamiento y aprovechamiento. (Artículo 84)

Finalmente en el (Artículo 98), las autoridades del agua dictarán las políticas, estrategias, medidas y acciones que sean necesarias para fomentar una cultura del agua que permita apreciar el valor del agua y de los costos del servicio del agua, y asumir su obligación de pago por el agua y por el saneamiento.

2.3. Legislación de Competencia Municipal

Al municipio le corresponde proponer e impulsar acciones y obras para el desarrollo regional en la Entidad, en coordinación con las dependencias y organismos auxiliares del Ejecutivo Estatal y los municipios, así como con los particulares, la realización conjunta y coordinada de acciones de protección ambiental. (Gobierno del Estado de México, 2011)

2.3.1. Bando de Policía y Buen Gobierno de Capulhuac 2014-2016

“Las disposiciones de este bando son de orden público, de observancia obligatoria en todo el territorio municipal y tiene por objeto establecer las normas generales básicas para orientar el régimen de gobierno, determinar las bases de la división territorial, la organización política y administrativa del Municipio, regular los derechos y obligaciones de la población, así como la prestación de los servicios públicos municipales y garantizar el desarrollo político, económico, social y cultural, conforme a lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, La Ley Orgánica Municipal del Estado de México, y demás relativos aplicables” (H. Ayuntamiento de Capulhuac, 2014: Artículo 1)

Después en su capítulo X, de la ecología y protección al ambiente, lo dicho en el (Artículo 156), señala que corresponde al Ayuntamiento a través de la dirección de Ecología ámbito de sus atribuciones proponer, organizar, coordinar y realizar las acciones necesarias para prevenir la contaminación ambiental, protección y restauración ecológica.

Además le compete

- I. Emitir los lineamientos de carácter municipal en materia ecológica.
- II. Recibirá y analizará los estudios técnicos para la emisión de descargas de aguas residuales que generen las empresas a los sistemas de alcantarillado y drenaje municipal.

- III. Elaborará programas de limpieza de presas, manantiales, arroyos, tanques, depósitos, acueductos, ríos y estanques para prevenir y combatir la contaminación ambiental.
- IV. Organizará brigadas programas de limpieza de presas, manantiales, arroyos, tanques, depósitos, acueductos, ríos y estanques para prevenir y combatir la contaminación del agua.

El (Artículo 157) menciona que “Los habitantes están obligados en materia ecología a:

- I. Respetar las disposiciones legales en materia ecología.
- II. No tirar basura, escombros o cualquier desecho urbano industrial o doméstico en barrancas, ríos, caminos y carreteras.

Finalmente en el capítulo XII, del medio ambiente y del equilibrio ecológico, en su inciso XIX se señala la sanción a quien deposite desechos sólidos, semisólidos o líquidos en áreas públicas o privadas, cauces de ríos, canales de riego, cuerpos de agua, y en redes colectoras de drenaje y alcantarillado.

2.3.2. Bando Municipal de Ocoyoacac 2014-2016

En el (Artículo 86) del Bando Municipal de Ocoyoacac 2014 se dice que es atribución del Ayuntamiento a través de la Unidad Administrativa de Ecología, de acuerdo con su competencia, el establecimiento de las medidas necesarias para la prevención, restauración y mejoramiento de la calidad ambiental; para la conservación de los recursos naturales y control del equilibrio ecológico en el Municipio, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente y el Código para la Biodiversidad del Estado de México.

Para cumplir con este objetivo el Ayuntamiento tendrá las siguientes atribuciones:

- Combatir el deterioro ecológico y la contaminación ambiental.
- Promover y fomentar la educación, conciencia, cuidado e investigación ecológica, en coordinación con las autoridades educativas, la ciudadanía y sectores representativos.
- Sancionar a las personas físicas o jurídicas que descarguen en las redes colectoras, ríos, cuencas, vasos y demás depósitos de corrientes de agua o infiltren en terrenos sin tratamiento previo, aguas residuales que contengan contaminantes, desechos de material considerado peligroso o cualquier otra sustancia tóxica para las personas o dañe la flora y la fauna.

Capítulo III: Experiencias en otros Países en Materia de Saneamiento de Agua

3.1. Antecedentes

En las últimas dos décadas la problemática ambiental en el ámbito municipal se analiza debido a que el gobierno municipal es la autoridad más cercana a la población, a la vez es la entidad territorial y demográfica donde físicamente se establecen de manera directa las relaciones entre la sociedad y el ambiente (Instituto nacional de administración pública, (INAP),1991), sin embargo para los municipios los temas ambientales son un asunto no prioritario, debido a que han tenido otras prioridades de política y está asociada al hecho de que las capacidades de gestión ambiental y de visión son limitadas, lo que impide implementar acciones para asegurar el desarrollo sostenible.

Por lo que respecta a la situación en América Latina casi 80 millones de personas no tiene acceso a servicios de agua potable y unos 120 millones a servicios de saneamiento, la mayoría de las personas sin acceso a estos servicios son de escasos recursos, quienes deben recurrir a soluciones alternativas, muchas de las cuales no garantizan la calidad y la confiabilidad del servicio obtenido y afectan negativamente al medio ambiente, en consecuencia los niveles de contaminación hídrica han empeorado, por lo cual algunos cuerpos de agua alcanzan niveles alarmantes, asociado a que no tratan las aguas servidas (Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO), 2010).

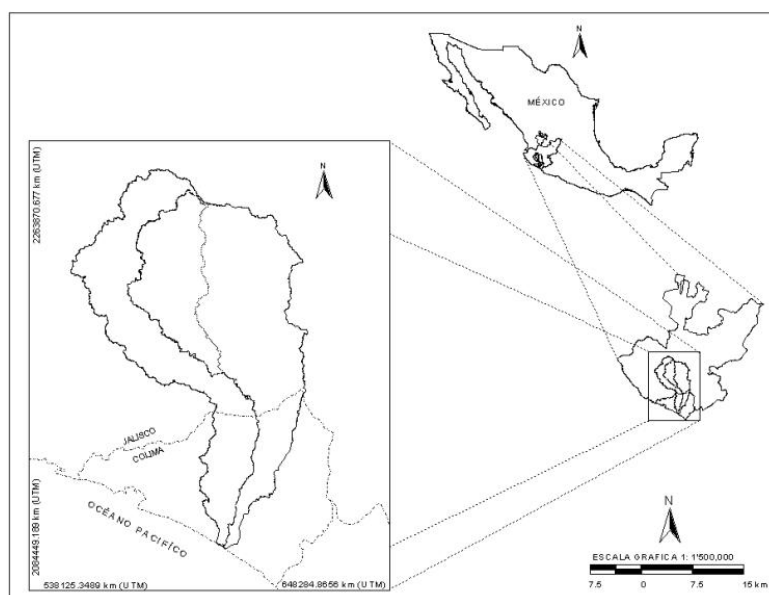
Actualmente entre los esfuerzos que se realizan para lograr el objetivo de sanear los cuerpos de agua se encuentra el Programa Conjunto OMS/UNICEF: Organización Mundial de la Salud/ Fondo de las Naciones Unidas, para la Infancia de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento, el cual es el mecanismo oficial de las Naciones Unidas, encargado de vigilar los progresos en las conquista de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que se refiere al suministro de agua potable y el saneamiento ambiental, en el informe se incluye información proveniente de encuestas de hogares y censos realizados en el periodo 1985-2008, es importante destacar que los datos más recientes aun no reflejan el impacto del Año Internacional del Saneamiento (2008), que se espera que influya considerablemente en el ritmo de los progresos hacia el logro de la meta de los ODM relativa al saneamiento (Naciones Unidas, 2008).

Por lo tanto este apartado se encuentra enfocado a las experiencias de estudio para el saneamiento de cuencas, motivo por el cual se debe hacer énfasis en que el trabajo por controlar la contaminación en las cuencas de los ríos y lagos prioritarios es una tarea clave para la protección ambiental, se identificaran a los actores involucrados quienes incidieron en el proceso de saneamiento y el uso integral de los aspectos económicos, jurídicos y administrativos, para cumplir las tareas de remediar la contaminación en los ríos y lagos prioritarios.

3.2. La Comisión de Cuenca Río Ayuquila-Armería

El río Ayuquila-Armería, “se localiza en el occidente de México y forma parte de los estados de Jalisco y Colima, forma parte de región hidrológica XVI, cuenta con una superficie de 9,864 km², de los cuales el 81.3% se encuentra en Jalisco y el 18.7% en Colima, y una longitud del río desde su parte más alta en la Sierra de Quila hasta la desembocadura en Boca de Pascuales con un total de 321 km. Aproximadamente el 56.75% de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), además, 70 Km. del río constituyen el límite norte de la RBSM hacia donde fluyen todos sus afluentes de esta vertiente. En general, la cuenca del río Ayuquila-Armería tiene 10% de su superficie como área protegida” (Martínez y otros, 2004; Meza, 2006).

Mapa 1. Cuenca del Río Ayuquila-Armería



Fuente: 1er. Congreso Internacional de Casos Exitosos de Desarrollo Sostenible del Trópico.

Durante los últimos 20 años, el principal factor de deterioro del río en la parte media de la cuenca ha sido la contaminación del agua, principalmente por las descargas de aguas residuales de la industria azucarera local y de los principales asentamientos humanos de la región. Santana y otros (1991)

Anualmente, durante la época de zafra las aguas residuales del Ingenio Melchor Ocampo producía una mortalidad masiva de peces y crustáceos afectando seriamente la salud y la fuente de alimento de la población ribereña de los municipios de Tuxcacuesco, Tolimán y Zapotitlán de Vadillo, mismos que están clasificados como entre los más marginados del Estado de Jalisco. Aunado a esto las ciudades del Grullo y Autlán vertían sus aguas negras sin tratamiento al río (Graf y Rosales 1995, Graf y otros, 1996, Martínez y otros, 2000a).

Como respuestas a la demanda de la población ribereña se llevaron a cabo una serie de gestiones, descritos a continuación:

1989: El Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO), realizó un diagnóstico de la problemática y trazó una serie de lineamientos para iniciar acciones conducentes a la recuperación ambiental del río. Santana y otros (1991).

1993: Creación de la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (DRBSM), quien facilitó la estructuración de la demanda social mediante “comités de defensa del río Ayuquila” que se crearon en las comunidades ribereñas (Graf y otros, 1996, ; García, 2002; Graf y otros, 2003).

El IMECBIO desarrolló un programa de investigación para documentar las pruebas necesarias que validaban los reclamos campesinos (Lyons y otros, 1995; Martínez y otros, 2000a; Henne y otros, 2002). Se capacitó a las comunidades para elaborar y canalizar denuncias formales con pruebas de la contaminación ante las dependencias gubernamentales responsables de la gestión ambiental.

1994-1995: Talleres de planeación participativa para el programa de combate a la pobreza (SEDESOL- DRBSM-SDR).

1996-2000: Uso de la NOM -001-ECOL-1996 calidad del agua.

Monitoreo continuo de la calidad del agua.

Difusión en medios.

Ante la demanda ciudadana y producto de la intensiva campaña de educación ambiental, el saneamiento del Río Ayuquila se establece como prioridad ciudadana en el proceso de planeación para la regionalización del Estado de Jalisco en 1997 y la Comisión Nacional del Agua establece en 1998 la Comisión de la Cuenca del Río Ayuquila Armería (Graf y otros, 2003, Martínez y otros, 2002; CNA, 2003).

Sin embargo esta Comisión tuvo nulos resultados ante el problema de contaminación del agua que era el más apremiante para la sociedad local, Además, esta comisión presentaba una limitada participación ciudadana en donde no incluía a los municipios ni otros usuarios como las poblaciones campesinas residentes de los márgenes del río (Martínez y otros, 2002; Graf y otros, 2003).

Finalmente, en 1998 un accidente en el ingenio causó una derrama de melaza al río de grandes proporciones ocasionando la muerte masiva de peces e impactando negativamente no solo los municipios marginados del estado de Jalisco, sino también aquellos en el estado de Colima más de 100 km de distancia (Martínez y otros, 1998; Martínez y otros, 1999), esta crisis fue la que finalmente sirvió como catalizador para que las autoridades respondieran al problema de contaminación. Los campesinos, con apoyo de sus ayuntamientos, se manifestaron en contra del ingenio. El ingenio fue multado y mediante diversos mecanismos incluyendo su clausura parcial, se vio obligado a cambiar su sistema de manejo de sus aguas residuales, eliminando totalmente las descargas de agua contaminada al río en el año 2000. Este suceso generó inmediatamente una notable mejoría en la calidad del agua en el valle de Autlán y el Grullo, misma que se reflejó de manera independiente

en los parámetros físico químicos del agua (por ejemplo, oxígeno disuelto, turbidez), la riqueza de especies de peces, indicadores de integridad biótica elaborados con invertebrados acuáticos, la frecuencia de observaciones de nutrias, y encuestas de opinión en las poblaciones que residen aguas abajo del ingenio en el valle de riego (Martínez y otros, 2000b).

Si bien la colaboración entre el IMECBIO y algunos ayuntamientos data de 1988, fue con la firma de una carta de intención el 25 de julio de 2001 que ocho ayuntamientos formalizaron su compromiso para la ejecución conjunta de proyectos de gestión ambiental en el marco de la cuenca que se llamó la “Iniciativa Intermunicipal para la Gestión Integral de la Cuenca del Río Ayuquila” (IIGICRA) (Graf y otros, 2006). Posteriormente, en agosto de 2002 se creó como mecanismo de financiamiento de la iniciativa un fideicomiso privado con aportaciones de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal).

Por otra parte la Iniciativa Intermunicipal ha tenido un impacto importante en la región beneficiando a los habitantes de los municipios que la componen.

Algunos resultados específicos son:

- 1) Reducción de la carga contaminante en el río Ayuquila, por industrias, operaciones agropecuarias, y de los propios ayuntamientos.
- 2) Reducción de la descarga de residuos sólidos por la implementación de programas municipales de separación y reciclado de desechos a nivel doméstico generando una mayor conciencia ciudadana sobre la problemática ambiental.
- 3) Mayor participación ciudadana a través de la organización de grupos civiles y escuelas en la limpia de cauces de ríos y arroyos, carreteras y actividades de restauración de la ribera del río Ayuquila. El programa educacional le llega a más de 10,000 ciudadanos anualmente.
- 4) Creación de capital social a través de la conformación de grupos civiles, con más de 200 participantes, que realizan actividades en beneficio de la comunidad.
- 5) El incremento en la disponibilidad de información sobre la problemática ambiental y su relación con el desarrollo social y económico del municipio.
- 6) Finalmente, el fideicomiso ha sido exitoso como mecanismo ágil de financiamiento que se ha acrecentado cada año.

A finales de 2005, la Iniciativa recibió el premio nacional Gobierno y Gestión Local, por su trabajo en torno al manejo sustentable de los recursos naturales. De acuerdo con Díaz (2005) esta iniciativa en la cuenca del río Ayuquila demuestra que es posible la asociación de municipios y la cooperación intermunicipal para atender agendas complejas. Además lo hace en el contexto de administraciones municipales breves, como las que se tienen en Jalisco, y en un contexto de alternancia política, como sucede en todo el país.

3.3. El Caso de la Cuenca del Rio Bogotá

En la investigación realizada por el Departamento Administrativo de Medio Ambiente (2004), el río Bogotá es uno de los ríos más importantes de Colombia y del departamento de Cundinamarca, a pesar de no ser un río navegable ni especialmente caudaloso, la cuenca del Bogotá alberga cerca de nueve millones de personas, incluidos los siete millones y medio de habitantes de la ciudad de Bogotá, tiene una longitud aproximada de 380 km.

Mapa 3. Cuenca del Rio Bogotá



Fuente: Plan de ordenamiento y manejo de la Cuenca del río Bogotá.

Según datos del Departamento Administrativo de Medio Ambiente (2004), la ciudad de Bogotá recibe las aguas del Salitre y el Fucha, así como la mayor parte de los desechos líquidos contaminantes ($22\text{m}^3/\text{s}$) y algunos desechos sólidos que lo convierten en un cauce de aguas negras (muy contaminadas), uno de sus principales afluentes es el río Tunjuelo, que nace en el páramo de Sumapaz en la laguna de Los Tunjos, luego de surtir con sus aguas los embalses de Chisacá y La Regadera, desemboca en el Bogotá, en las inmediaciones de Bosa-Soacha, el río recibe además las aguas de diferentes fábricas, el agua del río se usa para el riego en el distrito La Ramada, debajo de Bogotá.

El río Bogotá tiene muy altos niveles de sustancias contaminantes y a su paso por la ciudad de Bogotá, es un río muerto, desde su nacimiento en el municipio de Villapinzón (provincia de Almeidas), el Bogotá recibe la contaminación proveniente de varias curtiembres artesanales que arrojan sus desechos al río, las autoridades han tomado medidas para sancionar a los responsables de esta contaminación, sin embargo la solución a esta problemática es compleja, pues la aplicación de sanciones generalmente afecta a la población económicamente vulnerable que vive de la industria del cuero, los desechos de las curtiembres no solo afectan el cauce alto del Bogotá, sino su principal afluente, el río Tunjuelo debido a que varios artesanos de Villapinzón se han asentado a orillas de este río, el desarrollo industrial de la provincia de Sabana Central introduce una alta cuota de contaminación en el río que a su paso por Bogotá recibe tres de sus

principales afluentes, los cuales descargan las aguas residuales provenientes de la ciudad, el río Juan Amarillo, el río Fucha y el río Tunjuelo, aun así el Bogotá es la principal fuente de contaminación del río Magdalena. Departamento Administrativo de Medio Ambiente (2004),

En 1994 el distrito capital entrega en concesión la construcción, operación, mantenimiento y transferencia de la primera fase de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Salitre hasta el 2027 a la multinacional francesa Suez Lyonnaise Eaux-Degrèmont, esta PTAR se encarga de tratar las aguas residuales de la zona norte de la capital (cuencas del río Juan Amarillo o Salitre, humedales Torca y la Conejera) con una población aproximada de 2,200,000 habitantes y 13815 has de área, allí las obras de diferenciación de alcantarillado pluvial y residual estaban más adelantadas, por tal razón se decide inicia por la zona norte, que además es una cuenca principalmente doméstica, la planta El Salitre inicio operación en septiembre de 2000, con un tratamiento primario químicamente asistido, una capacidad media de tratamiento de $4\text{m}^3/\text{s}$ y remociones de 40% de DBO5 y 60% de sólidos suspendidos totales, para 2004 el esquema de concesión privada se reserva el distrito capital aduciendo sobrecostos de operación, asume la propiedad, dejando en manos de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá la responsabilidad de operar y administrar esta primera fase de la planta de tratamiento.

También se han construido una serie de plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca alta del río, desafortunadamente los municipios que tenían la responsabilidad de operar y mantener estas plantas no lo hicieron por falta de interés y de capacidad, por eso la Corporación Ambiental Regional (CAR) de Cundinamarca tenía que operar estas plantas, a pesar de que la misma institución está encargada de la regulación ambiental en la misma cuenca.

Según los planes iniciales planteados en la década de los noventa, el esquema de tratamiento del río consistiría en la construcción de tres PTAR con tratamiento secundario; PTAR Salitre; PTAR Fucha y PTAR Tunjuelo, que serían asumidas por la misma multinacional francesa en caso de haberse mantenido el planteamiento inicial, pero a partir del cambio de enfoque en 2004, el proyecto de saneamiento del río Bogotá , se presentaba en los siguientes términos: Instalación de tratamiento secundario y ampliación de $8\text{m}^3/\text{s}$ en la PTAR Salitre, desinfección del agua tratada y uso de la misma para riego agrícola en la zona de la Sabana Occidente; adecuación del sistema de alcantarillado en las cuencas de los ríos Fucha, Tunjuelo y Soacha y transferencia de las aguas residuales de estas tres cuencas por medio de un sistema de interceptores y estaciones elevadoras a una gran panta en el sur de la ciudad, llamada PTAER Canoas, con tratamiento primario y una capacidad de $17.8\text{ m}^3/\text{s}$.

El proyecto consistía en tres fases:

1. Mejorar el tratamiento de aguas negras en pequeños municipios en la cuenca alta.

2. Mejorar la calidad del agua en el área metropolitana de Bogotá mientras la expansión de la planta de Salitre, la intercepción de las aguas negras del resto de la ciudad, transfiriéndolo abajo del Bogotá y el mejoramiento de la protección contras inundaciones.
3. Construcción de la planta de Canoas (14 m³/s) dado los costos de la planta de Canoas, está previsto incrementar los niveles de tratamiento gradualmente.

La complejidad de coordinación entra las diferentes instituciones implicadas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Gobierno de la Ciudad, Empresas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, Corporación Autónoma Regional), las cuales aún no cuentan con un espacio conjunto dedicado al tema de saneamiento del río, la dificultad en la asignación de recursos pues este al ser un río que discurre marginalmente a la ciudad (de hecho es el límite occidental de la misma) no genera la misma preocupación ciudadana que otros ríos que discurren por el centro de la ciudad.

El caso de la Planta el Salitre, donde la gran cantidad de conexiones erradas que combinan aguas residuales con agua de lluvia y viceversa han llevado a que el sistema de alcantarillado separado sea prácticamente inútil en épocas invernales, en 2007 la CAR, EAAB y el gobierno del distrito capital firmaron el Convenio 171, el cual define las responsabilidades de las tres partes, la CAR se ha comprometido a financiar la expansión de Salitre y las obras de mitigación de inundaciones del río Bogotá entre puente la Virgen y Alicachin y la creación de humedales y de parques en el borde del río, la EAAB se ha comprometido a financiar y construir los interceptores y a operar las plantas de Salitre y Canoas.

Capítulo IV. La Laguna de San Miguel Almaya y su Zona de Captación

Consideramos a la cuenca hidrográfica como el ámbito territorial donde se desenvuelve el sistema del proceso de manejo del agua, que es el marco teórico del estudio para la gestión del saneamiento agua en una microcuenca, misma que se detalla en el presente capítulo, por lo que se analizan los subsistemas biofísico, socio-cultural, tecnológico y económico, que inciden en dicho sistema dentro de la zona de captación de agua que recibe la laguna de Almaya, y que influye en su calidad.

Para ello, se describe la cuenca en sus componentes biofísicos: natural y construido; así como la composición humana, en sus elementos económico, social, y tecnológico. Es importante destacar que los componentes físico y biológico que conforman la base material, es el ámbito donde se manifiestan los desequilibrios ambientales, sobre todo, el de la contaminación del agua, que se refleja en la laguna de San Miguel Almaya.

En tal sentido, algunos factores poco atendidos que inciden en la contaminación de este recurso, depositado en la laguna son: además de las descargas de aguas residuales domésticas, el manejo de residuos sólidos en los asentamientos humanos y las actividades agropecuarias. En el primer caso existen materiales que quedan libres en el suelo y son arrastrados por el agua o por el viento hasta los cauces de la red hidrográfica, que los transporta hasta el cuerpo de agua; mientras que en el caso de las actividades agropecuarias, existe manejo de agroquímicos que se disuelven en el agua y llegan a la laguna.

A partir de lo anterior, es relevante el concepto de cuenca hidrográfica, ya que se trata de “una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río. Constituye una unidad hidrológica descrita como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales” (FAO, 1992); por lo tanto, todos los fenómenos y procesos que ocurren en ella, pueden afectar la calidad y/o la cantidad de líquido.

En estas condiciones, a continuación se describen los subsistemas biofísico, tecnológico, sociocultural y económico, que son parte del sistema de manejo del agua, dentro de las cuencas: Laguna y El Muerto, que son las zonas que captan el agua de lluvia que recibe la laguna de Almaya.

4.1. Subsistema Biofísico

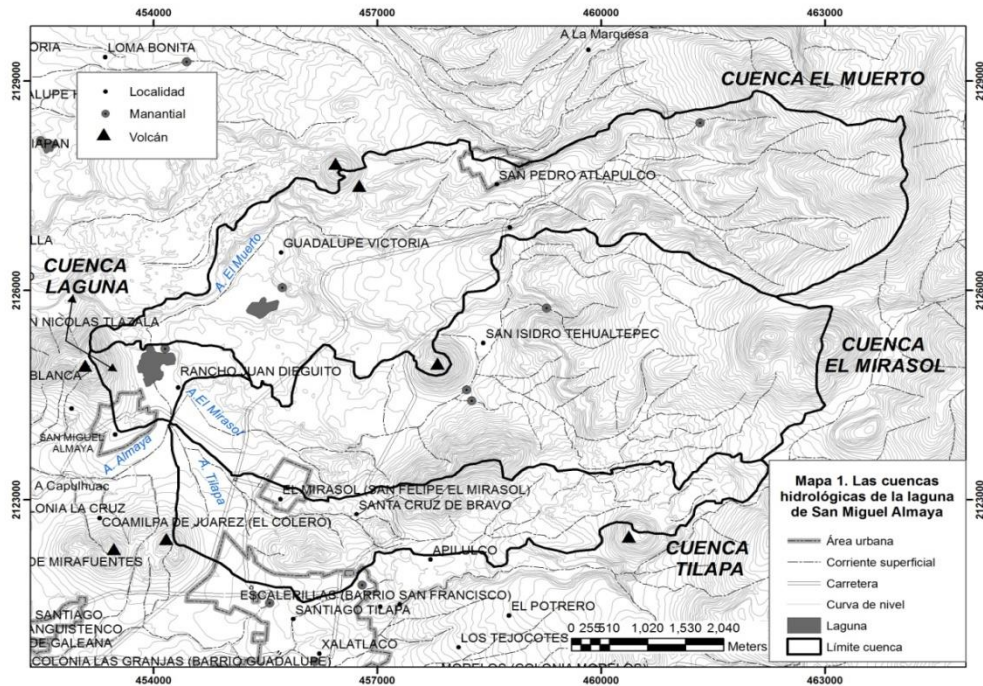
Este subsistema comprende todos los elementos materiales que existen dentro de la zona de captación de agua de la laguna de interés, por lo que su análisis inicia con la localización en diversos contextos que incluyen el planetario, el hidrológico y del Estado de México, para entender, junto con su formación geológica, las características físicas y biológicas del lugar y la definición de los procesos naturales y sus transformaciones sucesivas, que inciden en las particularidades del ciclo hidrológico en la zona de captación de la laguna de San Miguel Almaya.

De esta manera, en este apartado se caracteriza el clima, el relieve, el suelo, la vegetación y fauna, que conforman al territorio, buscando destacar sus relaciones con los procesos del ciclo del agua.

Es importante destacar que por su condición natural la laguna de Almaya es el resultado de la acumulación de una cuenca endorreica, cuya salida natural, además de la evaporación, es el llamado “resumidero”, que consiste en una salida por debajo del derrame basáltico donde se encuentra.

Dicha laguna tiene alimentación superficial y subterránea. En el primer caso se trata del arroyo El Muerto, que tiene su propia cuenca, con una extensión de 2,121 ha, asimismo, la laguna cuenta con vertientes a su alrededor, que también le aportan agua, para dar lugar a dos cuencas denominadas: cuenca “El Muerto” y cuenca “Laguna”, que solo cuenta con 148 ha, donde se encuentran algunos cauces naturales pequeños, que localmente le llaman “caños”, los cuales aportan el líquido directamente en el embalse, dichas cuencas se muestran en el mapa 3, que también muestra otras cuencas adyacentes.

Mapa 3. Cuenca del arroyo El Muerto y otras cuencas de la zona



Fuente: Alvarado y otros (2011)

Por su parte, la alimentación subterránea está representada por dos manantiales que drenan su caudal en la margen Noreste del cuerpo de agua. Uno de ellos es el abastecedor de agua para la población de San Miguel Almaya.

4.1.1. Localización

La laguna de San Miguel Almaya abarca una superficie de 16 hectáreas del Estado de México, en la región del Valle de Toluca, con coordenadas geográficas de su centroide a los 19° 13' 04" de latitud Norte y 99° 26' 15" de longitud Oeste, lo que ubica a esta zona en la parte tropical del planeta, y por lo tanto con exposición a alta insolación y con tendencia a una alta temperatura, que se ve modificada por su altitud, a los 2,690 metros sobre el nivel del mar.

En términos de la Regionalización Hidrológica Nacional, la laguna y sus cuencas son parte de la Región Hidrológica 12 (RH 12): Lerma, Chapala Santiago, que se muestra en el mapa 4 que abarca parcialmente a varias entidades federativas que drenan hacia la corriente principal: el río Lerma, que desagua en la laguna de Chapala, que es el cuerpo de agua de mayor extensión en México, y el río Santiago, que la drena, como continuación del río Lerma.

Mapa 4. Cuenca Lerma- Chapala Santiago



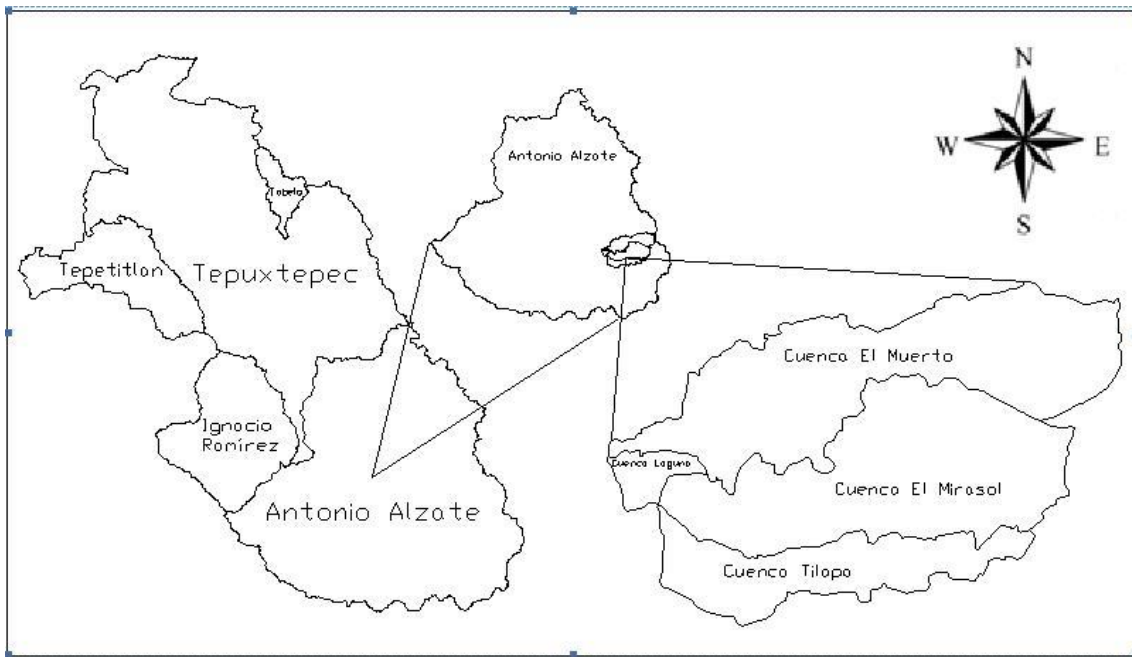
Fuente: CCRECARL (1993)

La laguna de Almaya se ubica en la parte más alta de la región hidrológica, en su extremo sureste. La cuenca del arroyo El Muerto colinda con el Distrito Federal, que hidrológicamente es la cuenca del Valle de México, donde inicia la Región Hidrológica 26 (RH 26), del Pánuco, que desagua en el Golfo de México, según lo plantean Alvarado y otros (2013).

En términos de la administración pública del Estado de México, la laguna de interés y sus cuencas son parte de la Cuenca Alta del Río Lerma (CARL), que es el extremo Sureste de la RH12, como se ilustra en el mapa 5. En estos términos, la laguna y sus cuencas son parte del llamado Curso Alto de la Cuenca Alta del Río Lerma, que es el conjunto de cuencas de la presa Antonio Alzate (CCRECARL, 1993).

En relación con la división política municipal, las cuencas de interés cubren parcialmente los territorios de Ocoyoacac, Capulhuac y Tianguistenco en el Oriente del Valle de Toluca, que también alberga a las cuencas de la presa Ignacio Ramírez, con los escurrimientos superficiales del norte del volcán Xinantécatl o Nevado de Toluca, hacia el poniente del Valle, como se aprecia en el mapa 5.

Mapa 5. Secciones de la Cuenca Alta del Río Lerma



Fuente: CCRECARL (1993)

4.1.2. Sistema Biofísico

Comprende las características de la atmósfera, litósfera e hidrósfera, que son los tres estados físicos de la materia, bajo las modalidades que asume en la zona de estudio, que corresponde con la superficie de ambas cuencas. De esta manera, se mencionan características de: formación geológica, geomorfología clima, hidrología, suelo y vegetación.

4.1.3. Formación geológica

La zona de estudio pertenece al Eje Volcánico Transversal, que cubre la parte central del país, en una franja que corre de Oeste a Este, desde los estados de Colima, hasta el de Veracruz, con una latitud próxima a los 19° de latitud Norte; su característica principal es la intensa actividad volcánica reciente, según la escala geológica, que ubica esta actividad en la era del Cenozoico, durante el periodo Cuaternario.

Cabe destacar que la sierra de Las Cruces, donde se encuentra la zona de estudio, tuvo fuertes contribuciones de ceniza volcánica de la “formación Tarango”, que dan cuenta de su presencia por la abundancia de tobas que afloran y que subyacen a otras unidades litológicas, para contribuir a la recarga de acuíferos, tanto del Valle de México como del de Toluca.

La juventud relativa de la zona da en consecuencia que las fuerzas del intemperismo no han tenido suficiente tiempo de modelar esta condición, que manifiesta la abundancia de conos cineríticos pequeños y de rocas ígneas extrusivas como: Basalto, Andesita, toba y Brecha volcánica que, con distinto grado de fracturación.

Esta condición de fracturación favorece la recarga del acuífero del Valle de Toluca, que está presente en veintidós municipios que abarcan esta región del Estado de México, por lo que ambas cuencas en estudio son parte de la zona de recarga del acuífero, según CNA-GTZ (2004). Entre las rocas de la zona, existen unidades litológicas de suelos aluviales en las depresiones, que son producto de los procesos de acumulación de los materiales erosionados, y son zonas dedicadas a las actividades agrícolas, y en años recientes desplazadas por la expansión urbana.

4.1.4. Geomorfología

La laguna de Almaya y la “cuenca Laguna” se encuentran en el Pie de Monte de la vertiente Poniente de la sierra de Las Cruces, que también es compartida por la parte baja de la cuenca del arroyo El Muerto, que tiene una variación altitudinal que va desde los 3,840 msnm, en la cima, del cerro “El Muñeco”, que también participa como parteaguas de la cuenca endorreica de Valle de México, hasta los 2,690 msnm. Lo anterior implica un desnivel de 1,150 metros, en el sentido Este – Oeste, que es como desciende la cuenca, y por lo tanto, el sentido de la corriente principal.

Con esta formación volcánica de la zona, al poniente de la laguna de Almaya sobresale el volcán Quilotzin, mientras que al norte y noroeste existe un derrame basáltico, llamado “Mesa El Pedregal”, que depositó otro volcán pequeño, dentro de la cuenca El Muerto, denominado Volcán Texontepec, que descargó la lava en el sentido de la pendiente. Dicha Mesa conserva su vegetación original de bosque de encinos, porque su sustrato rocoso no permite al aprovechamiento agrícola del suelo, pero es muy favorable para la recarga hídrica.

También sobresalen otros edificios volcánicos en la zona de captación de la laguna: Tehualtepec, Tecontó, Texqntepec, Emerenciano y los Volcanes Cuates en la zona de Pie de Monte. Alrededor de los 2,900 msnm, inicia la sierra, con pendientes abruptas, que dificultan las actividades económicas, pero que se mantiene cubierta con bosque que protege al suelo y favorece la recarga del acuífero.

4.1.5. Clima

La zona de estudio tiene variación de temperatura, que oscila según su altitud, en un promedio de alrededor de 0.6°C por cada 100 metros de altitud, por lo que las temperaturas más bajas se encuentran en la cima de la sierra. De manera similar la precipitación pluvial se incrementa con la altitud, toda vez que la capacidad de retención de humedad se reduce conforme aumenta la altitud.

Por lo anterior, INEGI (2001) definió dos tipos de clima en la zona de estudio. El primero, con mayor extensión en la parte baja de la cuenca es C(W₂)(W), que es un clima templado, pues su temperatura promedio del mes más frío oscila entre -3° y 18° C, con lluvias en verano que, por su cuantía, es subhúmedo, y dentro de ellos es la variante más húmeda; esta modalidad climática comprende de la parte baja de la cuenca hasta las inmediaciones entre las localidades de Guadalupe Victoria y San Pedro Atlapulco, así como toda la cuenca Laguna.

El segundo tipo climático en la cuenca El Muerto es (E)(W₂) (W), que es un clima similar al anterior, pero con menor temperatura, por lo que se denomina: semifrío subhúmedo, es decir, transición entre el frío y el templado; se localiza en la parte más alta de la cuenca y es el resultado de la altitud, según lo reportaron Alvarado y otros (2011).

En términos de la distribución espacial de la precipitación pluvial, en la parte baja de la cuenca de El Muerto, precipitan alrededor de 870 mm anuales, en la media 1000 mm y en la alta 1,300 mm, según los registros de las estaciones meteorológicas de Xalatlaco, San Pedro Atlapulco y La Marquesa, que se consideraron como representativas de cada uno de los escalones altitudinales.

En relación con la distribución temporal en la zona, destaca que alrededor del 90%, o más de la precipitación anual, cae en el semestre comprendido entre los meses de mayo y octubre, con una marcada época de lluvias en verano, mientras que el estiaje es largo y seco, por lo que la retención del agua del temporal que se logra, es por el eficiente funcionamiento de la zona de recarga del acuífero y los manantiales en las cuencas.

4.1.6. Hidrología

Como resultado del régimen de lluvias en la región, la mayor parte de los escurrimientos superficiales (ríos y arroyos), son de carácter temporal, es decir, que solo son de la temporada lluviosa, mientras que durante la época del estiaje los cauces se encuentran secos, a menos que sean alimentados por manantiales permanentes y/o aguas residuales. Ambas condiciones están presentes en la cuenca del arroyo El Muerto, pero no en la cuenca Laguna, que a pesar de contar con pequeños manantiales, no tienen un caudal suficiente para mantener la permanencia de los arroyos pequeños que cruzan por ella.

Es importante destacar que la alta permeabilidad de la zona reduce los escurrimientos superficiales porque el proceso de infiltración promueve la percolación de la lluvia, nutriendo así al manto acuífero que abastece a la región del valle de Toluca, así como al acueducto Lerma, que trasvasa el vital líquido.

De esta manera, la naturaleza dotó a esta importante región, sobre los 2,600 msnm, de un mecanismo para garantizar agua durante todo el año, de manera superficial y

subterránea; sin embargo, dicho beneficio, demanda una gran responsabilidad por parte de todos los usuarios del líquido, por lo que se debe procurar su calidad, libre de contaminantes y su cantidad no se debe sobreexplotar.

En términos de la primera condición, la alta permeabilidad de la superficie terrestre en esta zona, demanda que se controle el manejo de materiales líquidos y sólidos, de tal manera que no se percolen, en detrimento de las aguas subterráneas, mientras que, el equilibrio entre recarga y extracción es favorable para la segunda, con hundimientos del terreno que ya se observan en el Valle de Toluca, en consecuencia, no se tiene manejo adecuado del agua en la región, con tendencia al agravamiento.

Por otro lado, la principal corriente hídrica que escurre en la cuenca El Muerto, es hacia San Miguel Almaya, es el curso de agua que colecta la mayor parte del aporte superficial al cuerpo de agua de la localidad. “Otros escurrimientos superficiales que llegan a la Laguna de Almaya, son un par de afluentes pequeños, que descienden por la ladera oriental del volcán Quilotzin.

4.1.7. Suelo

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre. Es la zona donde crecen los vegetales, y se trata de un complejo formado básicamente por minerales granulares que forman arcillas, limos y arenas; materia orgánica; aire y agua, que se encuentran en un equilibrio dinámico. Su formación se presenta a lo largo del tiempo, que le va configurando características propias, en función de las rocas que le dan origen a los minerales, el clima, el relieve y la cubierta que tienen, que incluye, por supuesto su manejo.

En estas condiciones, en la zona de estudio predomina la unidad edáfica “Andosol”, que se refiere a suelos derivados de las cenizas volcánicas recientes, lo cual se vincula con la abundancia de estas estructuras geológicas en la región del Eje Volcánico Transversal.

Estos suelos son permeables, para facilitar la infiltración de la lluvia, pero con alta susceptibilidad a la erosión, por lo que en la zona de las cuencas, donde las lluvias son intensas, incluso con granizo, y en condiciones de fuerte pendiente en la sierra, el poder erosivo del agua se incrementa, por lo que estas superficies son de alta vulnerabilidad a la erosión, sin embargo, la cubierta boscosa los protege y mantiene el suelo en su sitio, con el potencial forestal de su producción que se le asocia.

Otras unidades edáficas en la zona son el Litosol, o suelo de piedra, que abunda en la zona; el feozem, que es de alta fertilidad y el regosol, que es un suelo joven, que se parece a la roca madre de donde derivó. Estas unidades también favorecen la recarga del acuífero.

4.1.8. Vegetación

En la zona las comunidades naturales de vegetación son boscosas, con predominio de especies de coníferas en las partes altas, muy asociadas con el clima, mientras que en las bajas las latifoliadas son las propias. Dentro del primer grupo destacan los pinos y el oyamel, que cubren los cerros para dar un paisaje alpino, con alta densidad de individuos; por su parte, en la zona baja, los encinos son predominantes, pero actualmente con una baja extensión, y en algunos sitios, con baja densidad de población.

Lo anterior es el resultado de la deforestación por cambios en el uso de la tierra; en un primer momento para el cultivo agrícola y con posterioridad para la urbanización. Esta situación, más marcada en la parte baja, es por las mejores condiciones climáticas, edáficas y de pendiente de los terrenos, que favorecen las actividades agropecuarias.

Cabe destacar que las comunidades mencionadas no se reducen a conjuntos de árboles, a pesar de que su denominación corresponde con estas especies leñosas, sino que en ellas participan también otras especies herbáceas y arbustivas, que tienen, conocidas como “sotobosque”, que mantienen los procesos naturales de conservación de suelos, de infiltración y de comunidad vegetal interactuante entre sus distintas especies y estratos.

A pesar de lo anterior, las comunidades vegetales más abundantes en la zona son las de vegetación cultivada, sobre todo con cultivos anuales de maíz, avena, trigo y cebada, que conforman la actividad agrícola, con uso de agroquímicos que se difunden en el ambiente, con consecuencias negativas en ciertos ámbitos como el hídrico, el suelo y la fauna.

4.2. Subsistema Tecnológico

El subsistema tecnológico comprende a los elementos de infraestructura y su articulación, entre ellos y con los otros subsistemas que explican el proceso de manejo del agua. Este subsistema es una consecuencia de la concepción general de la gestión del agua, pero condicionada por la cultura del agua en la cuenca concreta y por los procesos económicos de la misma, y tiene como punto de partida la condición biofísica donde opera.

Debe destacarse que la información contenida en este apartado procede de proyectos de investigación realizados por integrantes del cuerpo académico: Desarrollo, Ambiente y Procesos de conformación territorial, de donde destacan los resultados expresados en: Alvarado y otros (2011) y Alvarado y otros (2014).

Por lo tanto, es importante partir de los principales usuarios del líquido en la cuenca. En este caso particular destaca el uso público-urbano y los otros usuarios son de menor importancia. En tal sentido, este apartado se centra en la infraestructura para ese fin, y solo se menciona a los otros usuarios.

De acuerdo con lo anterior, los otros usuarios son la agricultura, que se abastece por el temporal, que es suficiente para la producción de cultivos anuales y sólo la parcela escolar de San Pedro Atlapulco y algunas tierras en las márgenes del arroyo El Muerto, en Guadalupe Victoria, hacen derivaciones de la corriente principal, para satisfacer la necesidad hídrica, con la mezcla de agua residual y de la que procede de los manantiales, a través de canales de tierra de corta extensión.

En estos términos, el agrícola no es un importante sector usuario del agua superficial o subterránea, porque se abastece de la precipitación pluvial, y sus implicaciones se encuentran en las disolución de agroquímicos utilizados, que tienen, de esta manera, la capacidad de difundirse en el suelo y el agua, que a su vez trasmite al acuífero o se traslada superficialmente aguas abajo.

Otros usuarios del líquido que no hacen uso consuntivo son los piscicultores, que producen truchas con agua también mezclada, pero no del efluente de la localidad, sino de los centros recreativos, en particular del Valle del Potrero, que también es usuario del líquido para los establecimientos que expenden alimentos y generan agua residual de las cocinas, toda vez que la de los sanitarios en este Valle, se infiltra en el subsuelo, en ocasiones con una fosa séptica; sin embargo, a la salida del centro recreativo el efluente se nota contaminado, sobre todo con grasa.

Con menor importancia, la ganadería también consume agua, para los animales que permanecen bajo un régimen semiestabulado, pero en baja cuantía; sin embargo, un problema es el manejo del estiércol, que frecuentemente se acumula a un lado de los corrales e inicia su descomposición, pero con generación de lixiviados que se logran infiltrar, dada la composición del suelo y el subsuelo que hacen de esta zona una recarga del acuífero, y aunque, en dado caso la contaminación rebasa el ámbito de la cuenca, es un problema de carácter regional.

Por otra parte, el uso del agua más importante en la cuenca, por su cuantía, es el consumo de la localidad, ya que los habitantes utilizan el líquido para distintas finalidades domésticas, y en el caso del Valle del Potrero, para satisfacer las necesidades de ese sector, que se centran en las cocinas y los baños.

En estos términos, destaca el nivel en la prestación de los servicios básicos: de agua entubada, de alcantarillado y de saneamiento. Dichos servicios se inscriben en el proceso de manejo del agua, porque derivan líquido de los manantiales para su apropiación por parte de la población, mediante la red de agua, que conduce el líquido hasta las viviendas, y según INEGI (2011), lo hace para el 97.93 % de éstas en San Pedro Atlapulco, el 99.09 en San Miguel Almaya, el 91.53% en Atlapulco y

100% en Rancho san Juan Dieguito, lo cual es casi la totalidad de la población con este servicio, así como a la totalidad de establecimientos de comida en el Valle del Potrero.

Toda esta cobertura se realiza a partir de las salidas naturales del acuífero, que son los manantiales. En el caso de San Pedro Atlapulco, las fuentes de abastecimiento son manantiales en el bosque de coníferas, de donde se extrae para estos fines, a partir de derivaciones que se entuban para su conducción por gravedad hasta el tanque de almacenamiento, arriba del Valle del Potrero, y de ahí se distribuye, también por gravedad y mediante tubería de PVC de cuatro pulgadas, con reducción de diámetro conforme descende la red, hasta llegar a las viviendas, donde la conexión domiciliaria se realiza con mangueras de "poliducto", con diámetro de media pulgada.

El caso de San Miguel Almaya y San Juan Dieguito, tienen su fuente de abastecimiento en uno de los manantiales de la propia laguna, pero, a diferencia de Atlapulco, la bombean, con gasto de energía, hasta su respectivo tanque de distribución, ubicado en la parte alta de cada localidad, y a partir de ahí la distribuyen a las viviendas, de manera similar que en San Pedro Atlapulco.

En Guadalupe Victoria el mecanismo es similar a los dos mencionados previamente, con la diferencia de que el manantial se encuentra cubierto, por la protección superficial que le ofrecen a esta importante fuente de abastecimiento; sin embargo, es necesario considerar que poco más arriba, se tiene el basurero a cielo abierto de San Pedro Atlapulco, que genera lixiviados que no se conoce su destino, pero que requiere de un estudio y remediación.

También es relevante que en estas fuentes de abastecimiento no existe un seguimiento sobre la calidad del agua que se distribuye a la población, y contrastar con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", así como tampoco para cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-1998, "Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público".

Con este contexto, el líquido que se distribuye a la población no cuenta con un proceso de potabilización, ni de cloración, pero por el resultado obtenido, de que no se registra abundancia de enfermedades gastrointestinales en la población, es de suponer que la calidad del agua es buena para el consumo humano, sin embargo, es conveniente realizar estudios con profundidad, para contar con datos duros que permitan conocer de mejor manera esa situación en la fase de apropiación.

El agua en las viviendas y luego de la toma domiciliaria, se distribuye a partir de un tinaco en la azotea, para la distribución en baño(s), cocina y patio de servicio; Sin

embargo, existen viviendas sin tinaco, y la distribución es por la presión que mantiene el líquido, desde el tanque de distribución.

Cabe destacar que en toda la conducción del líquido, tanto en el exterior, como dentro de las viviendas, existen fugas que se observan, pero requerirán de un estudio específico para su localización y estimación, no solo en San Pedro Atlapulco, sino en el resto de los asentamientos humanos de las cuencas.

Una vez aprovechado el recurso en los predios urbanos, se emiten las aguas residuales en combinación con las de lluvia que disuelve la carga orgánica, pero su cantidad absoluta se mantiene, contaminando la que procede de la precipitación pluvial. Solamente un sector de San Pedro Atlapulco contiene drenaje separado, sin embargo, las viviendas no están conectadas a ese doble sistema de tubería y el beneficio no es notorio.

El efluente del líquido en los predios urbanizados de las cuencas se realiza con tubos de albañal que descarga a la red pública de alcantarillado, según la configuración del terreno, dada por las condiciones del relieve, y en tales circunstancias, se identificaron, las descargas correspondientes en las cuencas, que para el caso de San Miguel Almaya, drenan hacia el arroyo San Miguel, trasvasando la cuenca Laguna, sin afectación al cuerpo de agua.

Sin embargo, algunas viviendas que están próximas al embalse, a la orilla del camino construido, en parte sobre el vaso del cuerpo de agua, cuando lo modificaron, durante la década de los años sesenta, según informante, cuenta desde 2010 con un colector de agua residual, que descarga en el canal de desagüe de la propia laguna, sin alterar su calidad, y le da servicio a siete viviendas en esta condición

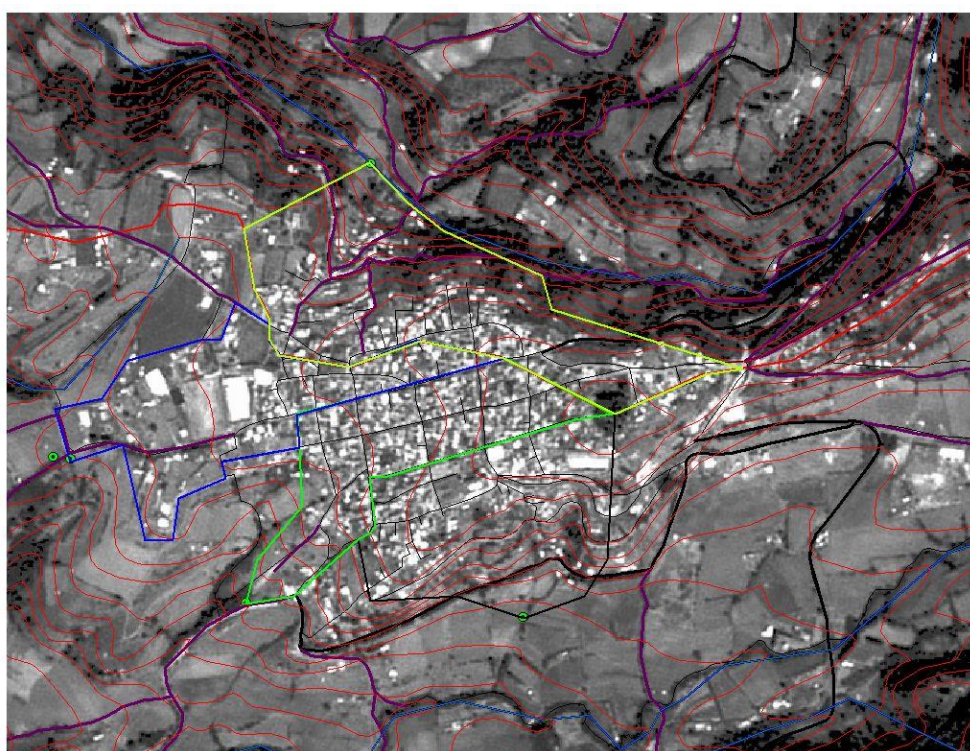
Es importante destacar que las modificaciones realizadas al embalse de Almaya consistieron en su recorte en la margen del Sur, para dar lugar a un mayor tirante de agua, que permitió montar una compuerta que da lugar a un desagüe artificial a través de un canal que en su primer tramo funciona a contrapendiente, por la condición natural de una cuenca endorreica, para trabajar conforme la pendiente natural del terreno, luego del parteaguas que es imperceptible a simple vista. Dicho canal descarga finalmente en el arroyo San Miguel al que intercepta.

Un común denominador, y de suma importancia en todas las localidades de las cuencas, es que en ninguna de ellas existe un tratamiento de sus efluentes, y las aguas residuales se descargan libremente en los cursos de agua más próximos, promoviendo la diseminación de las sustancias que contiene para contaminar a lo largo de su trayectoria, hasta que dichas sustancias se descomponen, incorporan, y/o asimilan en otros sitios distintos a los que los generaron, con consecuencias en la salud pública y de los ecosistemas.

De esta manera, en el caso de San Pedro Atlapulco, se tienen tres descargas en la cuenca de arroyo El Muerto, y otras cinco en la cuenca del arroyo México, toda vez que en la localidad cruza el parteaguas entre ambas y comparte territorio en cada una de las cuencas, a la vez que en cada una de ellas el terreno es irregular, para dar lugar a otras subdivisiones que obedecen a la configuración topográfica del terreno montañoso donde se encuentra.

Lo anterior fragmenta su superficie en diversas que se denominaron como “zonas de descarga”, que se muestran, para el caso de la cuenca del arroyo El Muerto, en el mapa 6 y a cada una de las cuales le corresponde una descarga, mientras que para el caso del arroyo México, no se realizó la subdivisión, por no ser parte del estudio.

Mapa 6. Zonas de descarga de San Pedro Atlapulco, en el arroyo El Muerto.



Fuente. Alvarado y otros (2014)

Es importante destacar que tres de las cuatro zonas que están en la localidad se integran a la cuenca de El Muerto y se identificaron como: El Arenal (VERDE), La Veracruz (NEGRO), e Independencia Poniente (AZUL).

En contraparte, zona del Arroyo México (Amarillo), está definida por el parteaguas de esta cuenca, que es un importante afluente del Ocoyoacac; toda vez que del mapa de la localidad destaca que dicho asentamiento humano, al compartir su superficie de las dos microcuencas hidrológicas: la del arroyo El Muerto, ocupa 52.82 % de la localidad, con 89.76 ha, mientras que el restante 47.18% de la

superficie es ocupada por la vertiente del arroyo Ocoyoacac, que en esta parte alta se le conoce como arroyo México, y es equivalente a 80.16 ha.

En cuanto a la calidad de las emisiones, se realizó un muestreo en noviembre de 2012, para tener una primera aproximación del tipo de contaminantes de estos efluentes, de donde resultaron valores que contrastados con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, sólo se rebasaron los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno en todos los casos.

De este resultado se planteó que el tratamiento de aguas residuales debe basarse en la degradación de la materia orgánica, para lo cual, la propuesta técnica, es la ofrecida por Xochicalli A.C. en Arias (2012), que sustenta los tratamientos en el uso de biodigestores, de bajo costo y un campo secundario para la remoción de las sustancias.

Con base en esta tecnología, se propone realizar el proyecto de “Tubos y plantas de tratamiento”, contenido en el Programa de Saneamiento de la laguna de San Miguel Almaya, a partir de los lineamientos establecidos en algún programa que permita su instrumentación.

4.3. Subsistema Socio- Cultural

Está referido a un conjunto de los rasgos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos, que caracterizan a una sociedad o a un grupo social, incluyen, entre otros: el modo de vida, sus derechos fundamentales, sus valores, tradiciones y creencias, para actuar, ante determinadas situaciones, en las que se expresa, una toma conciencia de sí mismo, se reconoce, cuestiona y crean obras que lo trascienden.

De esta manera, la sociedad, o el grupo social, construye su entorno, a partir de elementos de la naturaleza, que transforma, motivado por la atención de sus necesidades, y en consecuencia, la cultura es un factor importante en la conformación del medio ambiente, y una variable modificable, por lo que, para fines de esta investigación se considera a este subsistema, a partir de los siguientes componentes: la identidad, las tradiciones y las formas de gestión, que derivan de las dos primeras. Paralelamente, se consideran algunos aspectos demográficos y características de sus viviendas.

4.3.1. Identidad

En la microcuenca denominada “Cuenca Laguna”, se encuentra parcialmente la localidad de San Miguel Almaya (lugar donde brota el agua en lo alto y se extiende sobre la explanada), que se encuentra dividida por el parteaguas de la mencionada microcuenca, así como la localidad de Rancho Juan Dieguito; ambas comparten raíces matlatzincas, aunque tradicionalmente sus habitantes se han reconocido como otomíes.

Lo anterior, es el resultado de que San Miguel Almaya se encuentra en la zona de transición entre ambas etnias, donde habitantes de la sierra, que es de origen otomí, se fueron en el lugar, lo que dio lugar a que en términos agrarios, las tierras comunales de San Miguel Almaya son un anexo de las de San Pedro Atlapulco, que es netamente de ascendencia otomí. Sin embargo en las localidades de las microcuencas los adultos prácticamente no hablan ninguna lengua autóctona, según SEDESOL (2014).

La anterior característica del mestizaje fue un elemento propio de la zona y de la época prehispánica, que dio lugar a la expresión gráfica del glifo de la localidad, que se muestra en la figura 3, y que muestra tres estrellas y dos personas. Las tres estrellas significan los tres poblados que forman comunidad: San Pedro Atlapulco y sus anexos: San Miguel Almaya y Santa María Coaxusco. (Ludwi, 2013).

Por su parte, las personas son indígenas, sentados uno frente al otro, el de la izquierda simboliza al grupo mexica, que llegó a dominar la zona, y sostiene un documento, mientras que el otro es un otomí soportando un bastón; el documento significa un convenio para establecerse en la localidad, y el bastón señala que los mexicas y otomíes fueron pobladores de esta localidad, que fue fundada aproximadamente en el año de 1462. (Cronista de Almaya, 2000).

Figura 3. Glifo de la localidad de San Miguel Almaya



Fuente: Cronista de Almaya 2000

En relación con la localidad de Rancho Juan Dieguito es una colonia de la propia localidad de Almaya, con reciente creación, en la entrada de lo que se formó como “Parque ecoturístico Laguna de San Miguel Almaya”; adicionalmente y todavía en tiempos más recientes, se establecieron siete viviendas en el perímetro de la laguna, que carecen de todo tipo de servicios hídricos, pero han habilitado, de manera particular, sus propios mecanismos para satisfacer sus necesidades en la materia.

Por otro lado, en la microcuenca del arroyo El Muerto, cuenta con dos asentamientos humanos. El mayor de ellos y con mayor antigüedad fue poblado originalmente desde la época prehispánica, a partir del año 600 D.C. Ahí se asentaron grupos matlazincas y otomíes en la vertiente occidental de la sierra de Las Cruces; actualmente la localidad se denomina San Pedro y San Pablo Atlapulco.

La actual localidad de Atlapulco, se encuentra a un lado del asentamiento original, que fue sepultado por el agua y el lodo, en los primeros años de su existencia, por lo que su topónimo tiene la connotación de “lugar arrasado por las aguas” (Baloy Mayo, 2007), como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Logotipo del Comisariado de Bienes Comunales en San Pedro Atlapulco



Fuente: Memoria ancestral de San Pedro Atlapulco (2010).

Los Códices Mendocino, Techialoyan y García Granados describen la relación o tributo con otros pueblos; y para 1476 en la campaña militar al mando de Axoyacatl, se menciona Atlapulco, nombre en Náhuatl: "Lugar donde brota el agua". Según investigaciones tiempo atrás era conocido como N'donhuani "el gran mirador" (en lengua Hñahñu) en referencia a las características geográficas ya que desde sus cumbres más altas se aprecia el Valle de México y el de Toluca. Núñez (2010).

La comunidad se rige por usos y costumbres, dentro de las cuales destaca el trabajo colectivo para realizar las obras públicas, las celebraciones religiosas y civiles, la toma de decisiones y sus prácticas agropecuarias y forestales.

La otra localidad de la microcuenca lleva el nombre de Guadalupe Victoria, cuyo proceso de poblamiento es distinto, ya que se trata una población de pequeños propietarios de la tierra, que no tienen origen prehispánico común, ni la organización comunal, ni sus instituciones, aunque sí mantienen cohesión social. En este caso el mestizaje es mayor, al menos por sus estructuras de gobierno, que no se centran en la tenencia de la tierra, sino en la estructura municipal.

Algo más que caracteriza a la zona es la tradicional Danza de los arrieros y esta data desde el siglo XVI y la segunda mitad del XX; fue el tiempo en que la arriería era una importante actividad económica, ellos eran las personas que mantenían el

comercio activo al mismo tiempo eran el sistema de intercambio de información más importante de la época. Hoy en día, los danzantes arrieros son los que conmemoran tributo a la memoria de estos hombres.

La danza describe cuando ellos llevaban a lomo de mula los bienes para intercambiarlos entre las haciendas y los puertos, parte de su trabajo fue la organización de recuas para defenderse durante los viajes, con el tiempo, a este grupo de arrieros se les llamó cuadrilla o hatajo.

Pineda (2013), comenta que en el Municipio de Ocoyoacac esta danza fue instaurada en 1957 y surgió como expresión cultural de la etnia otomí. Actualmente existen en este pueblo tres agrupaciones de arrieros, algunos de ellos reciben invitaciones todo el año para acudir a diferentes municipios durante las fiestas de los pueblos.

Representa los viajes de los hombres durante el periodo históricos del caciquismo en México, ya que para entonces se hacían viajes a pie o a caballo de cuadrillas completas para traer víveres a los distintos ranchos, por ello que los participantes son del género masculino y se acompañan de música hecha con carrizos y el retumbar del huehuetl, con acompañamiento de guitarra, violín, saxofón y trompeta.

Los personajes de esta danza son muy importantes, y aunque a lo largo de tiempo ha tenido algunos cambios, éstos siguen siendo los mismos: "El patrón", "El Mayordomo", "El pagador o rayador", "El administrador", "El cargador", "El Atajador", "El Corredor de carga", "Pascualita", y los "Arrieros".

Por otro lado en el Municipio de Calpuhuac es uno de los lugares por excelencia en cuanto a la preparación y comercialización de barbacoa o carne de borrego. Este lugar se destaca por la manera artesanal en la que cocina la barbacoa, ya que consta del siguiente procedimiento, el cual comienza desde la matanza del animal que antecede al desangrado, cortes y colocación de la carne en los cazos donde se cocina dicho alimento.

Hasta el mes de noviembre del año pasado, existían cuatro mil familias dedicadas a esta actividad, quienes recibieron apoyo por parte del gobierno del estado de México para la realización de un proyecto de profesionalización para los jóvenes de esta demarcación en producción y comercialización de barbacoa Anaya (2012).

Lo cual tendría como objetivo impulsar a esta actividad económica y con ello, fortalecer el mercado interno de la región y por ende, la calidad de vida de sus habitantes; dicho proyecto implementa la posibilidad de crear una institución de enseñanza, que contribuya a mejorar el proceso de elaboración y comercialización de barbacoa. Hay que recordar que año con año Calpuhuac festeja la feria de la Barbacoa en los meses de febrero o marzo, una tradición que ha perdurado por décadas.

Anaya (2012) indica que la palabra barbacoa se refiere al modo de cocinar alimentos con fuego, generalmente de carbón vegetal, o en una parrilla dispuesta al aire libre.

Hay que recordar que cada año el carnaval se compone de comerciantes y expertos en la preparación de este platillo, el cual puede tener hasta 20 formas diferentes de preparación; además de música en vivo, folclor y alegría que inunda las calles de este poblado.

Algo que no se ha considerado es el impacto que tiene la preparación de este platillo típico al ambiente, específicamente al agua, toda vez que los desechos de la barbacoa son depositados en el agua, y de ahí van a dar a la laguna de San Miguel Almaya, siendo un foco más de contaminación hacia este cuerpo de agua.

4.3.2. Tradiciones para el trabajo colectivo (faenas)

Por su propio origen prehispánico, en las comunidades antiguas de la zona, son vigentes los usos y costumbres, que les han permitido resistir durante casi 500 años, lo cual se puede considerar como una fortaleza, para el manejo, posesión y pertenencia de sus recursos naturales, así como también, se considera como un elemento potencial para la implantación de tecnologías descentralizadas y alternas, entre otros, en materia de agua.

De acuerdo con sus tradiciones, en las localidades de la zona, sólo se aceptan como parte de la comunidad, con todos sus derechos y obligaciones, a los nacidos en ella o, en otra cualquiera, siempre y cuando contraigan matrimonio con algún miembro de la comunidad, para acceder, en calidad de avecindado. En el caso de las mujeres, se les acepta automáticamente, pero los hombres están a prueba cinco años, durante los cuales deben realizar faenas periódicas, que son trabajos comunitarios, especialmente para la ejecución de obras, las cuales contribuyen como un importante factor de cooperación y cohesión. (Cruz, 2011)

De acuerdo con la tradición, la comunidad está dividida espacialmente en secciones, cada una con su jefe de sección, para la distribución de las faenas comunitarias, entre las que destacan el arreglo de caminos, de drenajes, o la limpieza de la laguna. Los jefes de sección deben estar presentes en estas labores para corroborar que trabaje cada jefe de calle, así como el resto de personas. (Cruz, 2011)

A partir de los 18 años, los hombres adquieren la calidad de ciudadanos, lo que implica compromisos y obligaciones, con lo cual hacen vigentes sus derechos a gozar de servicios públicos; de ellos, una parte es dotada por las autoridades. Las madres solteras son consideradas jefas de familia y por consiguiente también tienen su expediente. A los 60 años, los ciudadanos son jubilados, es decir, se les exenta de los compromisos. (Cruz, 2011)

Con esta tradición y otras, se mantiene la cohesión comunitaria, especialmente para el trabajo colectivo, realizado a lo largo de los años; sin embargo, algunas

costumbres vienen a menos, e incluso en vías de extinción, como es el caso de ciertas prácticas de consumo y productivas, tales como la elaboración de pulque y el cultivo del maguey para esa finalidad, por el desplazamiento, en beneficio de otras bebidas extranjeras.

Sin embargo las faenas consolidan la organización colectiva con fines al manejo del bosque, que es un importante patrimonio colectivo, donde operan proyectos de vigilancia en tiempos de estiaje, entre febrero y mayo, cuando los incendios están más propensos, a la vez que se cuenta con programas comunitarios de brigadas contra incendios, las cuales hacen brechas corta fuego con el trabajo común, que no es remunerado, pero la fuerza de la cultura es la base para la conservación, porque mediante él se implementan trabajos.

Por su parte, en Guadalupe Victoria no se realizan las faenas, puesto que la población de la localidad no tiene esta costumbre; sin embargo, producen de manera individual.

4.3.3. Demografía

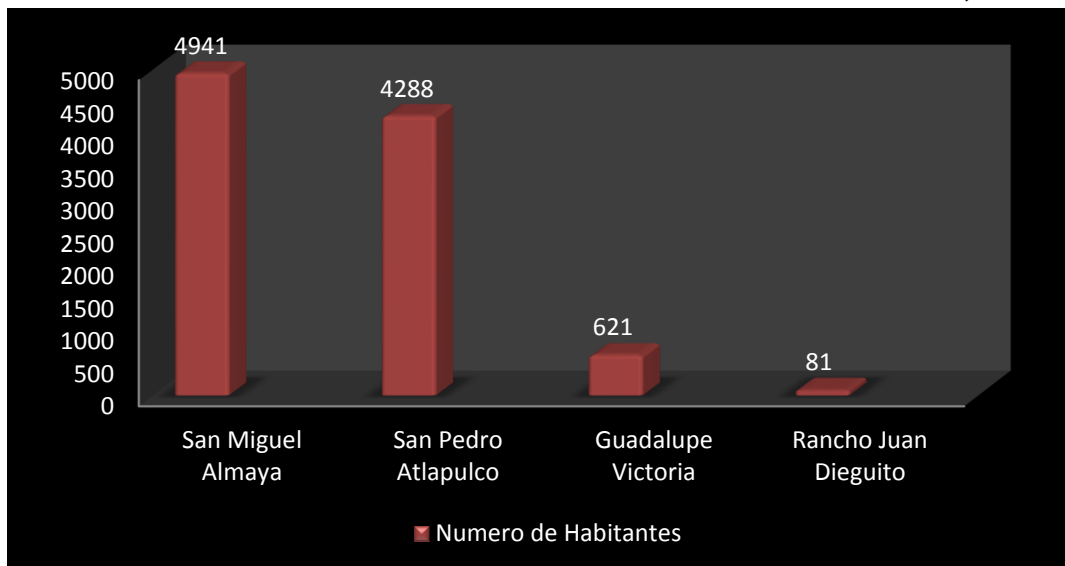
La población, en términos sociales y culturales es el componente fundamental, que organiza el espacio y lo transforma, creando instituciones que organizan las actividades, que a su vez inciden en la conformación del ambiente, por lo que sus características son importantes en la manera como se llevan a cabo, ya que responden a sus necesidades y posibilidades, por lo que a continuación se presentan algunas características, tales como: población total, dinámica de población, índice de masculinidad, estructura de la población según sus capacidades para el trabajo.

4.3.3.1. Población total

Dentro de ambas cuencas existen cuatro localidades que son: San Miguel Almaya, Rancho Juan Dieguito, Guadalupe Victoria y San Pedro Atlapulco, que se distribuyen en dos municipios: Capulhuac, donde se encuentran las tres primeras, mientras que la restante está en el municipio de Ocoyoacac.

La cantidad de habitantes en las mencionadas localidades es muy desigual, como se muestra en la Grafica 1, en la cual destaca la preponderancia de San Miguel Almaya, que participa con el 98.4 por ciento del total de población, en la cuenca Laguna, sin embargo hay que tener presente que no toda la localidad se encuentra en la microcuenca "Laguna", porque está dividida por el parteaguas, como se observa en el Grafica 1.

Grafica 1. Número de habitantes en las localidades de las microcuencas, 2010



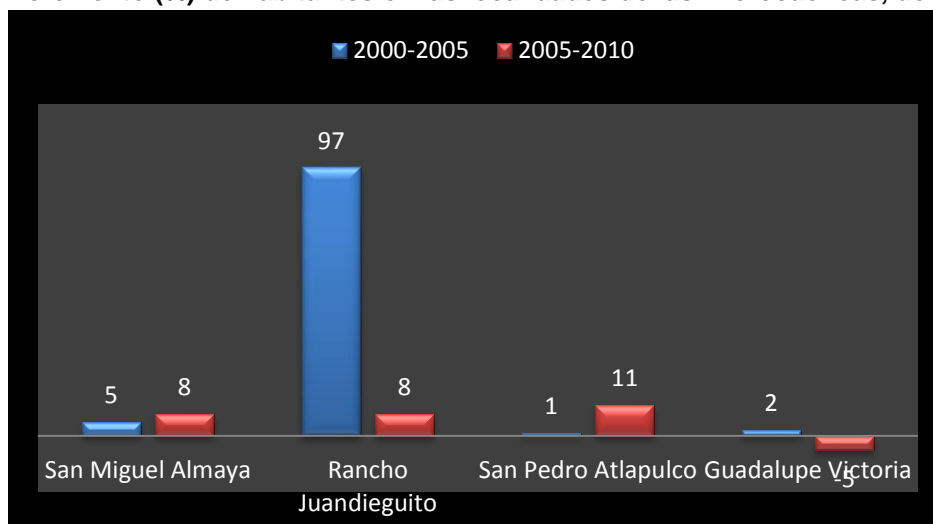
Fuente: Elaborado con base en INEGI (2011).

Por su parte, en la cuenca El Muerto, destaca San Pedro Atlapulco que cuenta con el 87.3 por ciento del total de población, que también es una fuerte diferencia de tamaños, pero menos polarizada que en la cuenca Laguna.

4.3.3.2. Dinámica de población

El tamaño de las poblaciones cambia a través del tiempo, por factores de crecimiento natural como de crecimiento social, establecido por las migraciones, de esta manera, estas variaciones por cuenca y por localidad se ilustran en la gráfica 2.

Grafica 2. Incremento (%) de habitantes en las localidades de las microcuencas, de 2000 a 2010



Fuente: Elaborado con base en datos de INEGI, 2000,2005 y 2010.

4.3.3.3. Índice de masculinidad

Es la proporción que existe entre hombres y mujeres. El porcentaje de hombres en relación al de mujeres en un universo de datos de 100, por lo cual se determinara el índice correspondiente para cada localidad.

Cuadro 1. Índice de masculinidad (%) por géneros en las localidades de las microcuencas.

	Hombres	Mujeres	Índice de Masculinidad
Guadalupe Victoria	307	314	97,77
San Pedro Atlapulco	2092	2196	95,26
San Miguel Almaya	2383	2558	93,16
Rancho Juan Dieguito	42	39	107,69

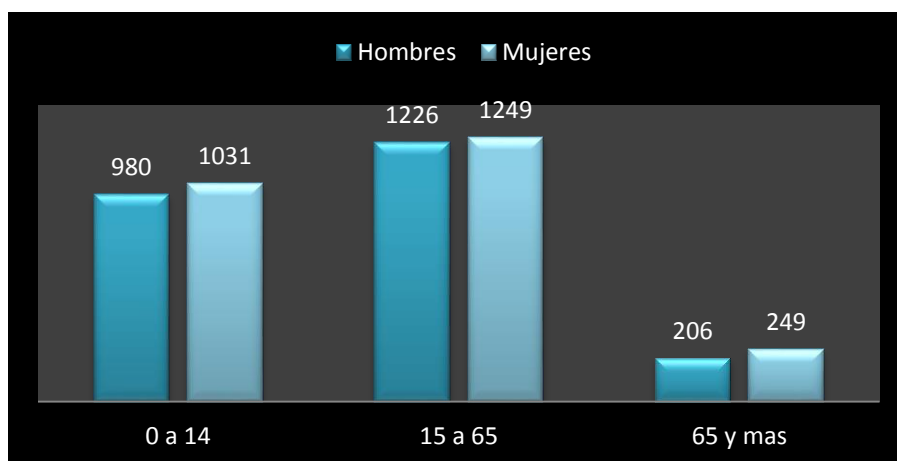
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI (2010).

En las estadísticas mencionadas arriba, se observa una igualdad en la proporción de hombres y mujeres, para cada una de las localidades.

4.3.3.4. Grupos de edad según sus capacidades en el trabajo y coeficiente de dependencia

La población de las microcuencas tiene una estructura por edad y sexo que se muestra en la gráfica 3, en la localidad de San Miguel Almaya, en donde hay una población total de 4941 habitantes, de los cuales 2558 son mujeres y 2383 son hombres, en la pirámide se observa equidad respecto a cómo se distribuye la población por género y rango de edad, en algunos rangos hay escaso influjo de las mujeres.

Grafica 3. Población total por género y grupos de edad en San Miguel Almaya (2010).



Elaboración propia con base en INEGI (2010).

Coeficiente de dependencia: 99.6

Por cada cien personas que están en edad de trabajar viven uno más.

Posteriormente se aprecia en la gráfica 4, a la colonia Rancho Juan Dieguito, la distribución de la población por edades en la gráfica 3, la cual es una zona que cuenta con 81 habitantes, de los cuales 39 son mujeres y 42 son hombres, la pirámide muestra un predominio de la población masculina en lo que respecta a la población de 0 a 14 años, mientras que de 15 a 17 años hay equidad, no así en el rango de 18 a 24, donde hay hegemonía de mujeres y en el grupo de 25 a 59 hay igualdad, por último en el rubro de 60 y más, las mujeres son mayoría.

Grafica 4. Población total por género y grupos de edad en Juan Dieguito (2010).



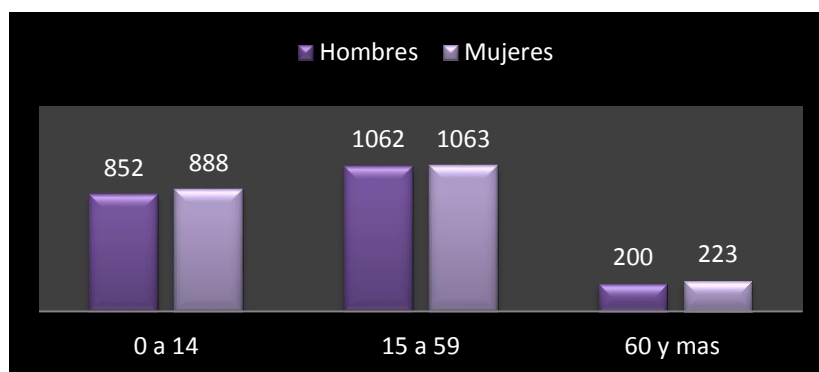
Elaboración propia con base en INEGI (2010)

Coefficiente de dependencia: 113

Por cada cien personas que están en edad de trabajar viven el 1.13 más.

Después en la localidad de San Pedro Atlapulco, la cual tiene una población total de 4228 habitantes, que se distribuye en 2196 mujeres y 2092 hombres, en la pirámide se aprecia igualdad en todos los rangos de edad, no hay ningún grupo que sobresalga a manera, como e ilustra en la gráfica 5.

Grafica 5. Población total por género y grupos de edad en San Pedro Atlapulco (2010).



Elaboración propia con base en INEGI (2010).

Coefficiente de dependencia: 102

Por cada cien personas que están en edad de trabajar viven el 1.02 más.

En lo que respecta a la colonia de Guadalupe Victoria, esta tiene una población total de 621 habitantes, en donde hay 314 mujeres y 307 hombres, hay paridad en los diversos rangos de edad, como se muestra en la gráfica 6, solamente en el grupo de 6 a 11 se aprecia una ligera diferencia en el rubro de mujeres.

Grafica 6. Población total por género y grupos de edad en Guadalupe Victoria (2010).



Elaboración propia con base en INEGI (2010).

Coefficiente de dependencia: 95.3

Por cada cien personas que están en edad de trabajar viven uno más.

4.3.3.5. Viviendas habitadas

En ambas microcuencas se cuenta con una cantidad relativamente alta de viviendas habitadas, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Viviendas habitadas en las localidades de las microcuencas.

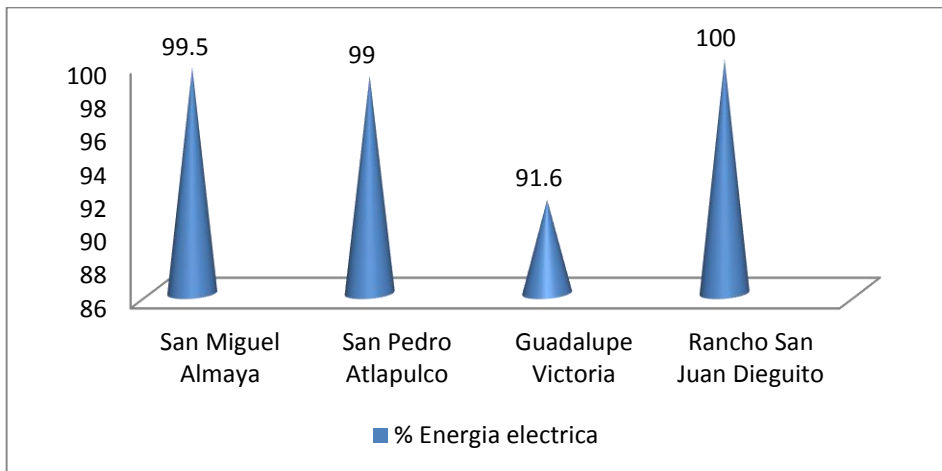
Localidad	Total de viviendas	Viviendas ocupadas
San Miguel Almaya	1326	1207
Rancho Juan Dieguito	21	14
San Pedro Atlapulco	1187	1016
Guadalupe Victoria	176	154

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)

Cabe destacar que en la microcuenca de la laguna de San Miguel Almaya, existen ocho casas que no cuentan con servicios públicos municipales, pero se abastecen con el manantial al pie del volcán Quilotzin, además de contar con fosas sépticas y un tráiler que los turistas que visitan la laguna llevan.

Las localidades de las microcuencas tienen una amplia cobertura en el servicio de energía eléctrica, como se muestra en la gráfica 7.

Grafica 7. Porcentaje total de viviendas con energía eléctrica en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El Muerto.

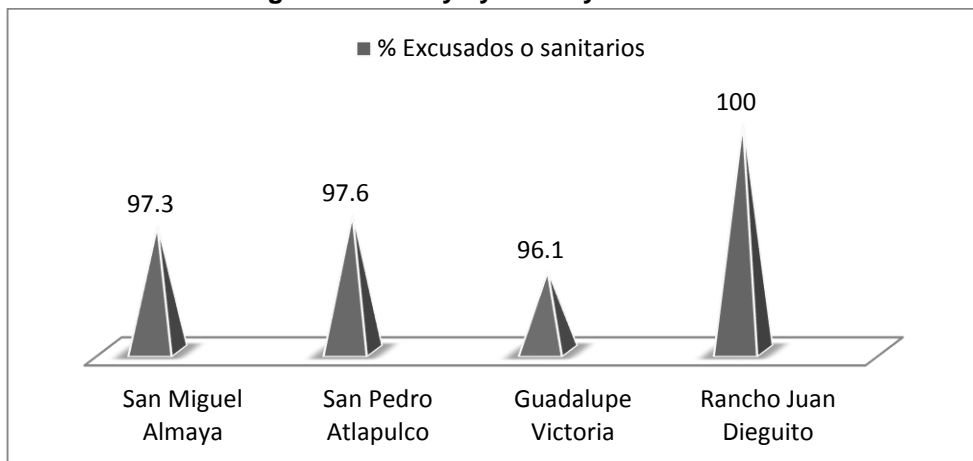


Fuente: Elaboración propia con base a SEDESOL (2014)

4.3.3.6. Viviendas con excusados

Los excusados o sanitarios en las viviendas habitadas cubren están en 97.11 por ciento del total, lo que representa una gran cobertura de este servicio, como se señala en la gráfica 8; sin embargo los efluentes de estos muebles sanitarios descargan libremente en los cauces naturales, junto con el resto de las aguas residuales, a través de las redes de alcantarillado, lo que conforma un problema de contaminación del líquido vital.

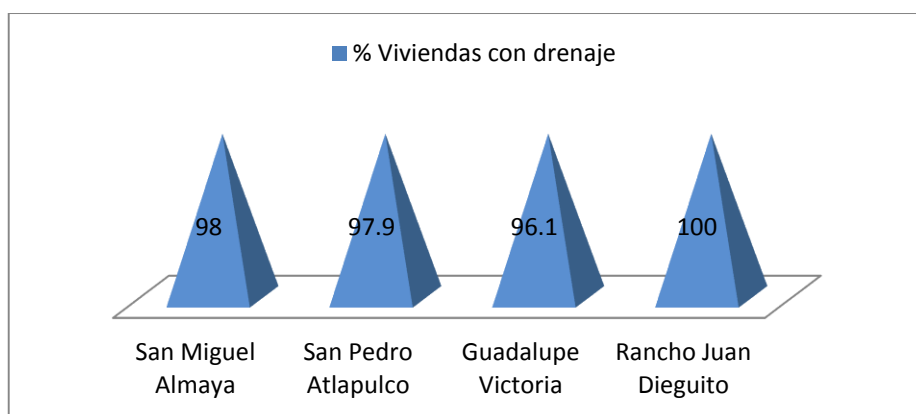
Gráfica 8. Porcentaje total de viviendas con excusados o sanitarios en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El Muerto.



Fuente: Elaboración propia con base en SEDESOL (2014)

Es importante mencionar, que el desalojo del agua usada en las viviendas, se combina con el agua pluvial, en las redes de servicio, que cubren el 97.3% de viviendas en las microcuencas, lo que muestra un servicio casi total para las viviendas habitadas, como se indica en la gráfica 9, pero con la forma de descarga ya mencionada, que demerita la calidad de este servicio público.

Grafica 9. Porcentaje total de viviendas con drenaje en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El muerto.

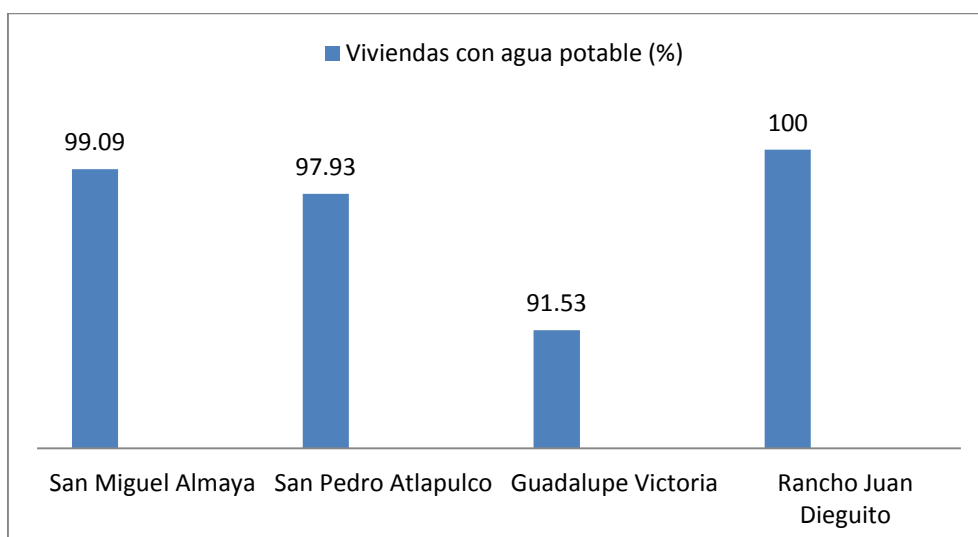


Fuente: Elaboración propia con base en SEDESOL 2014.

4.3.3.7. Porcentaje de localidades con agua potable dentro de la vivienda

En lo que se refiere a la población que cuenta con agua potable, dentro de sus viviendas, se observa en las localidades de las microcuencas, dentro de la gráfica 10, que la mayoría de las viviendas cuenta con el servicio mencionado y solo una minoría no cuenta con este, debido a su dispersión en la zona.

Grafica 10. Porcentaje de localidades de las microcuencas con agua potable dentro de la vivienda



Fuente. Elaboración propia con datos de INEGI (2010)

La población económicamente activa (PEA), que incluye a las personas de 12 y más años de edad, que tuvieron vínculo con la actividad económica o que lo buscaron en el 2010 se menciona en el cuadro 3, el cual incorpora a las personas ocupadas y a las desocupadas.

Cuadro 3. Población por condición de actividad económica en las microcuencas de la laguna de Almaya y el arroyo El muerto.

Ámbito territorial	Población Económicamente Activa		Población Ocupada		Población Desocupada		Población Económicamente Inactiva	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
San Miguel Almaya	1113	45	1048	94.20	65	5.8	805	32.6
Rancho Juan Dieguito	21	25.9	20	95.24	1	4.8	38	46.9
Total cuenca Laguna	1134	44.4	1068	94.22	66	5.8	843	33
Guadalupe Victoria	240	38.6	233	97.08	7	2.9	211	34
San Pedro Atlapulco	935	43.6	911	97.43	24	2.6	729	34
Total cuenca El Muerto	1175	42.6	1144	97.36	31	2.6	940	34
Total cuencas	2308	43.4	2212	95.82	97	4.2	1783	33.5
Estado de México	6124813	40.4	5814548	94.93	310265	5.1	5287459	34.8

Fuente: INEGI (2011)

El nivel de marginación de las localidades de las microcuencas de la laguna de San Miguel Almaya y el arroyo El muerto oscila entre los niveles de bajo y medio, que se muestra en el cuadro 4, lo que se interpreta como localidades con población ocupada y que cuentan con los servicios básicos en su mayoría.

Cuadro 4. Índice de marginación de las microcuencas de San Miguel Almaya el arroyo El muerto.

MUNICIPIO	
Capulhuac	Ocoyoacac
LOCALIDAD	
San Miguel Almaya	San Pedro y San Pablo Atlapulco
Índice de marginación: Bajo	Índice de marginación: Bajo
Rancho Juan Dieguito	Guadalupe Victoria
Índice de marginación: Medio	Índice de marginación: Bajo

Fuente: CONAPO (2010)

4.4. Subsistema Político-Administrativo

Está conformado por los actores sociales, que son organizaciones sociales, grupos o instituciones, que interactúan en la sociedad al realizar acciones generales o macro, y específicas o micro, a la vez que presentan propuestas de interés social. Participan en los ámbitos económico, político, social y cultural; pueden ser interlocutores, impugnadores o mediadores entre los grupos sociales y el resto del sistema jurídico, político y administrativo.

Destaca en la zona las formas de organización, que se muestra a continuación.

4.4.1. Formas de organización

En las microcuencas de San Miguel Almaya y el arroyo El Muerto, por su origen prehispánico, los usos y costumbres son de gran trascendencia para el ejercicio del poder y el manejo de los bienes públicos, que se entretajan con las disposiciones jurídicas municipales, haciendo un híbrido en el que coexisten ambas estructuras, con una clara preponderancia de las formas tradicionales que funcionan por el reconocimiento y acatamiento de toda la población, a diferencia de la localidad de Guadalupe Victoria, donde predomina la estructura administrativa municipal, con sus autoridades auxiliares municipales.

En cuanto a la estructura de gobierno, la autoridad local no cuenta con un organigrama explícito, la ejecución de acciones deriva de la Asamblea General, que es la máxima autoridad de la comunidad, dicha asamblea se integra por los comuneros e hijos de comuneros, la toma de decisiones se lleva a cabo en reunión plenaria, que le asigna actividades al Comisariado de Bienes Comunales, que es monitoreado por el Consejo de Vigilancia, conformando por comuneros que validan el cumplimiento de los acuerdos de la Asamblea General, en especial la labor de los bienes comunales. Este organismo se compone de un Presidente, un Secretario y un Tesorero, que tienen la función de administrar los bienes comunes, poniendo énfasis en lo que dicte la Asamblea General, entre sus funciones están representar a los comuneros y vigilar que se respeten sus derechos, además de convocar a Asamblea y cumplir con los acuerdos que ahí se toman.

Adicionalmente, los ayuntamientos se auxilian del Consejo de Participación Ciudadana (COPACI), organismo público dependiente del H. Ayuntamiento, que se integra de ciudadanos sin experiencia, los cuales prestan sus servicios de forma gratuita y cuyo deber es atender las necesidades de la población. Otra de sus funciones es servir de puente de enlace entre la comunidad y las autoridades municipales, para participar en la inspección de la prestación de los servicios públicos. De tal manera, el presidente de este consejo, está al tanto de la prestación de los servicios y participa en su prestación adecuada y oportuna, con el apoyo del Comisariado de Bienes Comunales, en particular para la apropiación, distribución y descarga de las aguas residuales.

4.5. Subsistema económico

Las personas requieren satisfacer sus necesidades materiales, para lo cual se valen de la naturaleza a través de actividades productivas, emplean los recursos naturales (suelo, agua, flora, fauna, etc.), como insumos productivos y para el asentamiento, pero con consecuencias ambientales, por los desequilibrios en el entorno biofísico.

En tal sentido se consideran a los agentes públicos, privados y sociales, como los causantes de tales intervenciones, frecuentemente motivados por criterios que ponderan al costo-beneficio, gasto, inversión y precios, toda vez que son movidos

por una racionalidad económica y no necesariamente socioambiental, que promueva la satisfacción de necesidades conservando a los componentes biofísicos del entorno.

Dichas actividades son dinámicas en el tiempo, de tal manera que en las microcuencas, las actividades del sector primario de la economía han sido desplazadas por el sector terciario, sin dejar de reconocer que en la zona la actividad comercial es de tradición, ya que se trata de comunidades de arrieros, que se recuerdan actualmente mediante las danzas de arrieros que son comunes en la zona.

En esta dinámica, las actividades preponderantes actualmente se mencionan a continuación:

4.5.1. Turismo

En materia turística, a lo largo del año y entre semana, en la microcuenca de la laguna de San Miguel Almaya, este lugar registra la afluencia de visitantes de otras delegaciones de Capulhuac y de los municipios vecinos; los fines de semana se trasladan habitantes del Distrito Federal, aunque en general no existe una afluencia masiva. Tradicionalmente durante el jueves de Semana Santa la gente acude a la laguna, donde se escenifica —El lavatorio de Jesucristo, con personajes de la comunidad que se preparan dos meses antes para representar la vida y obra de Jesucristo (Cruz, 2011).

Acerca de la laguna, los fines de semana recibe la visita de turistas provenientes en su mayoría del Distrito Federal y Toluca, esto para practicar actividades acuáticas como el ski y paseo en lancha. Así mismo se llevan a cabo otras actividades como la renta de motos y paseo a caballo.

Hay un restaurante que ofrece gastronomía típica de la región y un pequeño hotel para hospedarse.

Mientras que dentro de la cuenca del arroyo El Muerto, está el Valle Potrero, que ocupa parte de la comunidad vegetal de pastizal inducido, y se encuentra en las márgenes de la carretera federal número 67: La Marquesa – Tenango, aproximadamente en el Km 10, cerca de la desviación a Chalma, que también da acceso a San Pedro Atlapulco.

Entre las instalaciones del Valle del Potrero, destacan los restaurantes, aunque también hay hospedaje, salón de fiestas, pista de cuatrimotos, un lago artificial y caseta de cobro. Adicionalmente existe venta ambulante de dulces, artesanía y renta de caballos. Una característica de los inmuebles, es que están conectados a la red de agua de los manantiales que distribuyen a la comunidad, pero su efluente es una fosa séptica o descarga clandestina al cauce del arroyo.

En el Valle del Potrero existen 210 negocios; 60 de ellos son comercios de alimentos; la autoridad local estima que cada establecimiento de comida, ocupa 20 trabajadores en promedio. Con esa perspectiva, la población manifiesta no tener problemas fuertes de empleo, asimismo según INEGI (2011), la tasa de desempleo en las localidades de la Cuenca es de 2.8%, que resulta menor que la estatal que alcanza 5.1%, lo que indica que el problema del desempleo es menor que en la entidad Mexiquense.

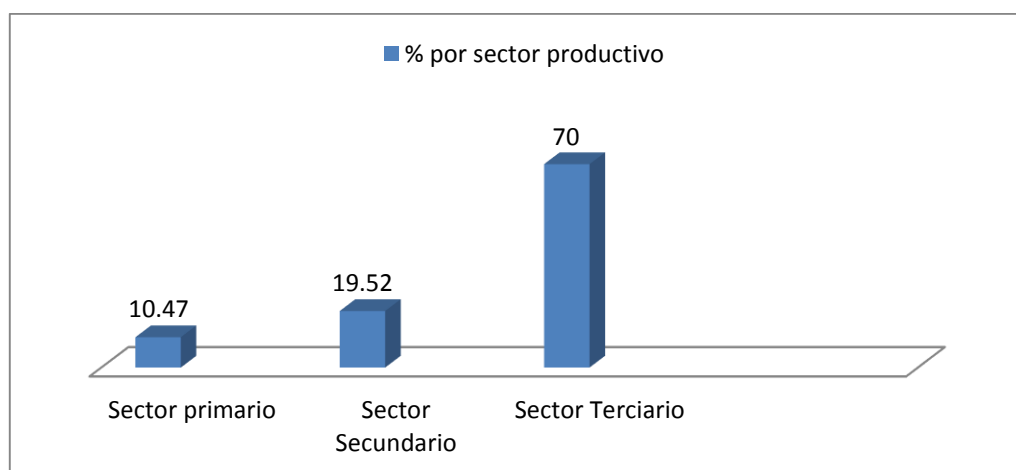
4.5.2. Sectores productivos

En lo que respecta a los diversos sectores de producción, encontramos que la población de San Miguel Almaya se dedica a las siguientes actividades, cuyo porcentaje se refleja en la gráfica 10.

- Sector Primario: 163 (10.47 por ciento) Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería, Pesca.
- Sector Secundario: 304 (19.52 por ciento) Construcción, Electricidad, gas y agua, Industria Manufacturera.
- Sector Terciario: 1.090 (70.01 por ciento) Comercio, Servicios, Transportes.

Con base a estos datos, en la gráfica 11, nos percatamos que la actividad principal de la población es el sector terciario, compuesto de transportes y comercios, así como diversos servicios, mientras que el sector secundario, en donde se incluyen a las actividades industriales, este tiene un rol significativo en la economía local, en lo que respecta a la agricultura, esta ha ido relegada a la tercera actividad económica más relevante de la localidad.

Grafica 11. Porcentaje de población en los sectores productivos en San Miguel Almaya.



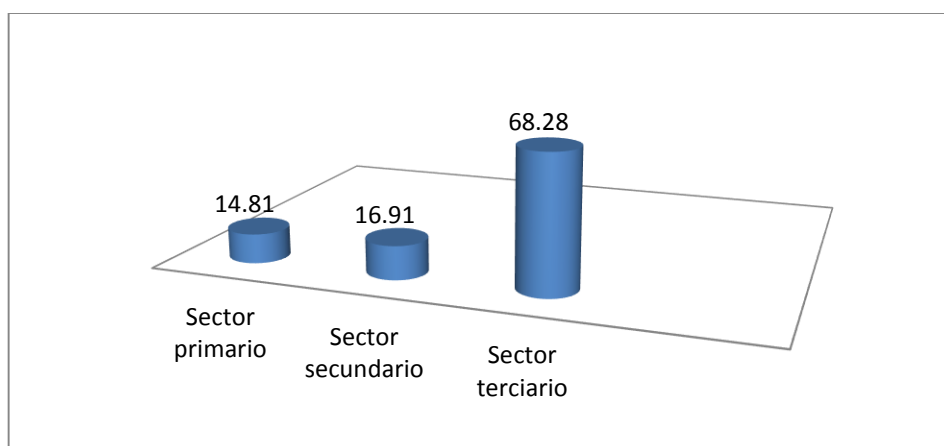
Fuente: INEGI (2010)

Mientras tanto en la localidad de San Pedro Atlapulco se tienen contemplados los siguientes datos:

- Sector Primario: 205 (14.81 por ciento) Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería, Pesca.
- Sector Secundario: 234 (16.91 por ciento) Construcción, Electricidad, gas y agua, Industria Manufacturera.
- Sector Terciario: 945 (68.28 por ciento) Comercio, Servicios, Transportes.

Con estos datos se refleja en la gráfica 12, que el sector terciario es el motor principal de la economía local, seguido por el sector secundario, conformado por actividades industriales, mientras que las actividades agropecuarias tiene una participación menor que el resto de las actividades ya mencionadas.

Grafica 12. Porcentaje de población en los sectores productivos en San Pedro Atlapulco.



Fuente: Elaboración Propia con base en datos de INEGI (2010)

4.5.3. Usos del Agua

Los usuarios del agua en la microcuenca del arroyo El muerto son principalmente los asentamientos humanos y la actividad agrícola alrededor de la localidad de Guadalupe Victoria, que utiliza el sistema “punta de riego”, el cual consiste en aplicar riego en pequeñas superficies planas en las márgenes del arroyo El Muerto, del cual deriva el agua en el inicio de la primavera para promover la germinación de la semilla de maíz y el crecimiento de las plántulas, que luego son abastecidas con el establecimiento de las lluvias de temporal durante abril y mayo (Alvarado, 2013).

Las fuentes de abastecimiento de agua para los asentamientos humanos en las microcuencas de interés y para las localidades en la vertiente de la sierra de Las Cruces son los manantiales que alumbran, de manera natural, el agua del acuífero en ciertos puntos que la formación geológica permite. A partir de dicho origen, el agua es conducida por acueductos de distintas dimensiones y materiales, mangueras y tubos, hasta los depósitos que distribuyen el vital líquido y hasta las viviendas, donde es aprovechada por los usuarios que la consumen directamente en mínima medida y la contaminan luego de su uso en distintas actividades domésticas, de donde es emitida en calidad de agua residual con una carga orgánica, que es el principal contaminante emitido por este tipo de uso, según Weitzenfeld (1989).

Es relevante mencionar que las mayores contribuciones de contaminantes proceden de San Pedro Atlapulco y de San Miguel Almaya, aunque esta última vierte sus aguas a la red de alcantarillado que descarga fuera de la cuenca cuando la pendiente de la ladera del volcán Quilótzin se lo permite; sin embargo, algunas localidades dispersas al poniente de la localidad y próximas a la laguna no tienen la posibilidad de conectarse a dicha red por razones de inclinación del terreno.

La relación que se manifiesta entre las actividades de producción, distribución y consumo con el manejo del agua, dentro de la cuenca del arroyo El Muerto, destaca que el principal uso del líquido es el doméstico, y se orienta a satisfacer las necesidades de alimentación, aseo personal y de vivienda, para ello frecuentemente se utilizan productos de limpieza comercial, los cuales contienen sustancias químicas persistentes, que son descargadas como parte del agua residual en la red de alcantarillado, a cielo abierto, o bien, en una fosa séptica. Éstas a su vez siguen el proceso del ciclo hidrológico y se dirigen a la red natural que drena la cuenca.

El agua que consume la población flotante que visita el Valle Potrero los fines de semana, genera una carga orgánica al agua, que luego de su paso por las fosas sépticas de los restaurantes en el Valle Potrero se pierde en el subsuelo, en una zona de recarga del acuífero del Valle de Toluca. Las viviendas en las localidades de la cuenca también son usuarias del agua, que aprovechan para actividades domésticas, de comercio, de servicios al consumidor.

4.5.4. Usos del Suelo

La microcuenca de la laguna de Almaya presenta los usos del suelo y los tipos de vegetación que se muestran en el cuadro 5, de donde destaca el uso agrícola del temporal y los asentamientos humanos, como las expresiones más antropizadas, aunque también existen en la zona el pastizal inducido y el matorral inerme, que son sucesiones biológicas de los bosques de coníferas y latifoliadas, propios de la región, que tienen un carácter silvestre, pero no son comunidades vegetales, conocidas como clímax, por lo que también se les conoce como vegetación secundaria, sin embargo, los que sí alcanzan esa categoría son las distintas modalidades de bosques (Alvarado,2013).

Cuadro 5. Usos del suelo y tipo de vegetación en la microcuenca de la laguna de Almaya 1976 y 2010.

Usos del Suelo	1976		2010	
	Hectáreas	Porcentaje	Hectáreas	Porcentaje
Agricultura temporal	10.03	43.5	8.71	37.8
Matorral inerme	2.30	10	1.36	5.9
Pastizal inducido	1.18	5.1	1.96	8.5
Bosque Pino-Encino	1.19	5.2	2.28	9.9
Bosque Aile-Pino	6.31	27.4	6.60	28.6
Asentamientos humanos	0.26	1.1	0.89	3.9
Bosque Encino	1.57	6.8	1.04	4.5
Cuerpos de agua	0.20	0.9	0.20	0.9
Total cuencas	23.04	100	23.04	100

Fuente: IGECEM (2010) y CETENAL (1976)

Estos usos del suelo y tipos de vegetación dan lugar a las actividades agropecuarias, forestales y urbanas que dejan huella en el territorio, sobre todo por las formas específicas en que éstas se realizan; así, en el caso del uso agrícola del suelo, ocupa las zonas más menos escabrosas donde los productores trabajan sobre laderas de los lomeríos del piedemonte de esta sección de la sierra de Las Cruces, principalmente sobre suelos de la unidad edáfica Andosol, los cuales son altamente erodables cuando se someten a la labranza, con prácticas que promueven el traslado de materiales en pendientes y con lluvias intensas (Alvarado,2013).

(Alvarado,2013) menciona que la actividad ganadera, basada en bovinos y ovinos aprovecha los pastizales que fueron inducidos por la alteración del bosque, por lo cual no se restablece la vegetación original y la propia presión de esta actividad realimenta la presencia de los pastizales, que cobran su nombre a partir de esta práctica que los promueve; de manera similar, el matorral inerme, que también es una comunidad vegetal secundaria, producto de la deforestación del bosque, también es aprovechado para el pastoreo del ganado, a la vez de ofrecer el beneficio de otras plantas del género Baccharis, como la escobilla, de donde se obtienen las varas para la fabricación artesanal de “escobas de varas” y figuras ornamentales de este material.

Por lo que se refiere a la microcuenca del arroyo El muerto, es de resaltar que las actividades agropecuarias y forestales han quedado fuertemente desplazadas, principalmente cubren necesidades domésticas y con escasa motivación para su desempeño. Dentro de ellas destaca por la extensión la agricultura y la actividad forestal; por su parte, la ganadería tiene poca presencia en la cuenca, mientras que la acuacultura es incipiente. Los datos sobre usos del suelo y tipos de vegetación, dentro de la cuenca El Muerto, se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Usos del suelo y tipos de vegetación en la cuenca El Muerto.

Uso/ vegetación	Hectáreas	Porcentaje
Agricultura	744.38	35.10
Asentamientos humanos	57.15	2.70
Bosque	980.61	46.24
Cuerpos de agua	6.30	0.30
Pastizal inducido	196.22	9.25
Vegetación secundaria	136.04	6.41
Total cuenca El Muerto	2120.69	100.00

Fuente. Elaboración propia, con base en IGCEM 2011.

Capítulo V: Los Actores Sociales, los Instrumentos y la Pertinencia para Gestionar el Programa Integral en el Proceso de Gestión para el Saneamiento Ambiental del Agua

En el presente capítulo se darán a conocer los organismos y personas físicas que inciden en la gestión del agua en la cuenca, con papeles relevantes, así como los programas referentes al saneamiento del agua, visto principalmente desde los órdenes de gobierno, toda vez que compete a las instituciones del sector público proporcionar instrumentos para sanear el vital líquido, a través de diversas acciones para llevar a cabo obras de infraestructura que mejoren la calidad del agua.

En tal circunstancia las autoridades locales desempeñan un papel esencial en los procesos de desarrollo sostenible, los cambios evidenciados en las condiciones ambientales responden a una multiplicidad de escalas que reconocen los procesos globales, regionales, nacionales y locales. El entretendido de actores sociales con posibilidades de gestión de los procesos de desarrollo sostenible es amplio y encierra una serie diferenciada de responsabilidad ambiental en las actuaciones locales.

Como se ha dicho anteriormente la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, faculta a las autoridades locales (municipales) para ofrecer el servicio de agua potable con calidad a la población, apoyándose en los gobiernos estatal y federal.

En otro orden de ideas, corresponde a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) o al organismo de Cuenca facultado por la Ley de Aguas Nacionales, financiar obras de saneamiento que mejoren el agua, por su carácter nacional. Ley de Aguas Nacionales (2013)

Finalmente los instrumentos consultados para el saneamiento del agua, responden a la creciente demanda de los distintos usuarios del agua, especialmente de aquellos que cuentan con menores recursos; se orientan a un mejor aprovechamiento del recurso a través de incrementar y mejorar su productividad en materia hidroagrícola, el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la población de las zonas urbanas y rurales.

5.1. Identificación de Actores Sociales

Se entiende por actores sociales a grupos, organizaciones e instituciones que interactúan con la sociedad y que por iniciativa propia, proyectan acciones y propuestas que tienen impacto social. Estos actores pueden ser: sindicatos, partidos políticos, iglesias, instituciones de gobierno, agencias de cooperación internacional, organismos multilaterales entre otros. Zúñiga (2005)

Se muestran en esta investigación de acuerdo con su cobertura: Federal, Estatal y Municipal, mientras que las organizaciones no gubernamentales tiene poca presencia en la zona de estudio por lo que solo se tiene un programa.

5.1.1. Actores Federales

5.1.1.1. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

“Es el Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con funciones de Derecho Público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión, para la consecución de su objeto, la realización de sus funciones y la emisión de los actos de autoridad que conforme a esta Ley corresponde tanto a ésta como a los órganos de autoridad a que la misma se refiere” (Gobierno Federal, 2014:2)

De esta manera la LAN otorga en su artículo 9 las atribuciones siguientes:

- Fungir como la Autoridad en materia de la cantidad y de la calidad de las aguas y su gestión en el territorio nacional y ejercer en consecuencia aquellas atribuciones que conforme a la presente Ley corresponden a la autoridad en materia hídrica, dentro del ámbito de la competencia federal, con apego a la descentralización del sector agua.
- Formular y aplicar lineamientos técnicos y administrativos para jerarquizar inversiones en obras públicas federales de infraestructura hídrica y contribuir cuando le sea solicitado por estados, Distrito Federal y municipios, con lineamientos para la jerarquización de sus inversiones en la materia.
- Fomentar y apoyar los servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reúso en el territorio nacional, para lo cual se coordinará en lo conducente con los Gobiernos de los estados, y a través de éstos, con los municipios. Esto no afectará las disposiciones, facultades y responsabilidades municipales y estatales, en la coordinación y prestación de los servicios referidos.
- Fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado; los de saneamiento, tratamiento y reúso de aguas; los de riego o drenaje y los de control de avenidas y protección contra inundaciones en los casos previstos en la fracción IX del presente Artículo.

5.1.1.2. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

“Es una dependencia del Poder Ejecutivo Federal que tiene a su cargo el ejercicio de las atribuciones que le asigna la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, las leyes que resulten aplicables, así como los reglamentos, decretos, acuerdos y órdenes del Presidente de los Estados Unidos Mexicanos” (Gobierno Federal, 2009: Art 1)

En su artículo 2 a la Secretaría le corresponde el despacho de los siguientes asuntos:

- Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural y administrar y fomentar las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras y acuícolas, a fin de elevar el nivel de vida de las familias que habitan en el campo, en coordinación con las dependencias competentes.
- Coordinar las acciones que el Ejecutivo Federal convenga con los gobiernos locales para el desarrollo rural, acuícola y pesquero de las diversas regiones del país.

5.1.1.3. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI)

La Comisión es “un organismo descentralizado de la Administración Pública Federal, no sectorizado, con personalidad jurídica, con patrimonio propio, con autonomía operativa, técnica, presupuestal y administrativa, con sede en la Ciudad de México, Distrito Federal. Es instancia de consulta obligada en materia indígena para el conjunto de la Administración Pública Federal, así como de evaluación de los programas y acciones de gobierno y de capacitación de servidores públicos federales, estatales y municipales para mejorar la atención a la población indígena” (Gobierno Federal , 2014)

La misión de la institución es el desarrollo y preservación de los pueblos y comunidades indígenas, que garanticen el respeto a sus culturas, la vigencia de sus derechos y el logro de una vida plena. Gobierno Federal (2014)

Por otra parte la visión de la Comisión es que los pueblos y comunidades indígenas definen sus proyectos de desarrollo en un marco de equidad e inciden en la formulación y aplicación de políticas públicas para su beneficio, viven en condiciones sociales y económicas semejantes al promedio nacional y ejercen plenamente sus derechos. Gobierno Federal (2014)

La Comisión cuenta con unidades administrativas centrales y en el ámbito regional para el cumplimiento de su objeto y funciones, las cuales son:

- Consolidar el sistema de consulta y fortalecer la participación de los pueblos y comunidades indígenas, a través de sus autoridades y organizaciones, en el diseño, operación y evaluación de las políticas públicas como un mecanismo indispensable para incorporar su visión de desarrollo.
- Instrumentar y operar programas, proyectos y acciones para el desarrollo integral, sustentable e intercultural en regiones, comunidades y grupos prioritarios de atención a los que no llega la acción pública sectorial.

5.1.1.4. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

Es un ministerio encargado de ofrecer programas y apoyos al pueblo, a través de la administración de recursos para el mismo propósito; además de crear programas para combatir la pobreza, Proporciona bienes y productos de interés social a personas necesitadas, incluyendo apoyos, servicios especiales, despensa básica, entre otros. Trabaja en coordinación con institutos para jóvenes, adultos mayores y personas con capacidades especiales. Gobierno Federal (2014)

Según la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal le corresponde la dirección y el aporte de ideas para el combate de la pobreza, además de la coordinación de los diferentes organismos para trabajar todos en la misma línea de interés del Estado.

Mediante la coordinación de los otros organismos de la administración pública buscará el desarrollo de planes de construcciones de viviendas para el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

De acuerdo al artículo 39 del Diario Oficial de la Federación (Vigente al 2 de Abril del año 2014) y a la Ley General de Desarrollo Social, SEDESOL será la dependencia encargada de regular el Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social, esto de acuerdo al Ramo 33 de a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), que comprende como dispositivo presupuestario creado para que distribuir los recursos Federales a los estados y municipios, con lo que buscan solucionar las necesidades en materia de:

- Infraestructura básica

5.1.1.5. Secretaría de Turismo (SECTUR)

Es la Secretaría de Estado a la que según Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en su Artículo 42 le corresponde el despacho de las funciones relacionadas con el desarrollo de la industria turística (Gobierno Federal, 2014).

La Secretaría de Turismo tiene las siguientes funciones:

Formular y conducir la política de desarrollo de la actividad turística nacional.

Promover, en coordinación con las entidades federativas, las zonas de desarrollo turístico nacional y formular en forma conjunta con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la declaratoria respectiva.

Regular, orientar y estimular las medidas de protección al turismo, y vigilar su cumplimiento, en coordinación con las dependencias y entidades de la administración pública federal y con las autoridades estatales y municipales.

Fijar y en su caso, modificar las categorías de los prestadores de servicios turísticos por ramas.

5.1.2. Actores Estatales y Regionales

5.1.2.1. Comisión del Agua del Estado de México (CAEM)

“Es un organismo descentralizado que planea, programa, construye, conserva, mantiene, opera y administra sistemas de agua para consumo humano, industrial y de servicios; de drenaje, tratamiento y reúso de aguas residuales tratadas; y de control y disposición final de los lodos producto del tratamiento de aguas residuales”
Gobierno del Estado de México (2011)

Sus atribuciones son:

- Elaborar, aplicar, evaluar y actualizar el Programa Hidráulico Estatal.
- Planear y programar coordinadamente con las dependencias gubernamentales, federales, estatales y municipales, las obras de agua potable, drenaje, tratamiento, reúso de aguas residuales tratadas y control y disposición final de lodos productos del tratamiento de aguas residuales.
- Prestar asistencia técnica en coordinación con los Ayuntamientos a quienes lo requieran para planear, estudiar, proyectar, construir, operar, mantener y administrar sistemas de aguas para consumo humano, industrial y de servicios; drenaje, tratamiento y reúso de aguas residuales, previa firma del contrato o convenio respectivo.
- Fomentar la creación de un sistema financiero para las obras hidráulicas en el Estado, con la participación de autoridades federales, estatales y municipales y del sector privado.
- Promover el uso eficiente del agua y su conservación en todas las fases del ciclo hidrológico e impulsar una cultura, que considere a este elemento como un recurso vital y escaso.

5.1.2.2. Consejo De Cuenca Lerma-Chapala Santiago

Los Consejos de Cuenca cuyo establecimiento acuerde el Consejo Técnico de la Comisión, tendrán “la delimitación territorial que comprenda el área geográfica de la cuenca o cuencas hidrológicas en que se constituyan” (Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, 2011: Art 15)

Los Consejos de Cuenca se organizarán y funcionarán conforme a las reglas que expida "La Comisión", las cuales determinarán las acciones y procedimientos necesarios para (artículo 16):

- Promover la integración de comisiones de trabajo de diversa índole, que permitan analizar y en su caso, plantear soluciones y recomendaciones para la atención de asuntos específicos relacionados con la administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos, el fomento del uso racional del agua y la preservación de su calidad.

- Concertar con "La Comisión" las prioridades de uso y los demás instrumentos previstos en la programación hidráulica, conforme a lo dispuesto en la "Ley" y este "Reglamento", así como los mecanismos y procedimientos para enfrentar situaciones extremas de emergencia, escasez, sobreexplotación, contaminación de las aguas o deterioro de los bienes a cargo de La Comisión.
- Apoyar las gestiones necesarias para lograr la concurrencia de los recursos técnicos, financieros, materiales y tecnológicos que requiera la ejecución de las acciones previstas en la programación hidráulica.

5.1.2.3. Comisión para la Restauración de la Cuenca Alta del Río Lerma

La Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM), consciente de la grave problemática socio ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma (CARL) gestionó la realización del Plan Maestro para la Restauración ambiental de la CARL, quedando a cargo de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Gobierno del Estado de México (2011)

El Objetivo General de la Comisión es el diagnosticar la problemática socio-ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma, así como desarrollar anteproyectos, análisis costo-beneficio a nivel factibilidad y el programa de acciones 2017, que permitan generar soluciones óptimas para su restauración.

Después se tiene como propósito elaborar un Plan Maestro con la finalidad de coadyuvar a la restauración ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma, mediante la detección de la problemática existente en los municipios comprendidos dentro de la CARL y la propuesta de acciones estratégicas en el corto plazo de largo impacto.

5.1.2.4. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México (COPLADEM)

“Es organismo público descentralizado el cual cuenta con una estructura orgánica autorizada en abril del 2004, cuyo objeto es el operar los mecanismos de concertación, participación y coordinación del Gobierno del Estado de México, con los ciudadanos, grupos y organizaciones sociales y privados, así como con los gobiernos federal, de las entidades federativas y de los municipios, así mismo será coadyuvante en la integración, elaboración, evaluación y seguimiento de los planes y programas de desarrollo” (Gobierno del Estado de México 2011)

Entre sus objetivos se encuentran Gobierno del Estado de México (2011):

- Ser el espacio por excelencia donde la sociedad, el gobierno y el sector privado interactúan para conducir la planeación del desarrollo del Estado, a través de los planes y programas a fin de promover estrategias que mejoren la calidad de vida de los mexiquenses.

En el artículo 82 del Reglamento de la Ley de Planeación del Estado de México se mencionan las siguientes atribuciones:

- Coordina y articula acciones entre los participantes del Sistema de Planeación Democrática para el Desarrollo del Estado de México y sus Municipios.
- Constituye en el vínculo de coordinación entre el Estado, los ayuntamientos, el Gobierno Federal, las entidades federativas y el Distrito Federal, para asegurar el cumplimiento del objeto del Sistema de Planeación Democrática para el Desarrollo del Estado de México y sus Municipios.

5.1.3. Actores Municipales

En este rubro se consideran a los municipios de Capulhuac y Ocoyoacac, toda vez que la laguna de San Miguel Almaya, perteneciente a la municipalidad de Capulhuac, recibe vertidos de la localidad de San Pedro y San Pablo Atlapulco, de la jurisdicción de Ocoyoacac, por tal motivo se consideran leyes, programas de ambos municipios.

5.1.3.1. Dirección de Ecología del Municipio de Capulhuac

En el artículo 156 del Bando Municipal de Capulhuac 2014, se menciona que corresponde al Ayuntamiento a través de la Dirección de Ecología, proponer, organizar, coordinar y realizar las acciones necesarias para prevenir la contaminación ambiental, protección y restauración ecológica concernientes a:

- Recibir y analizar los estudios técnicos para la emisión de descarga de aguas residuales que generen las empresas a los sistemas de alcantarillado y drenaje municipal.
- Elaborará programas de limpieza de presas, manantiales, arroyos, tanques, depósitos, acueductos, ríos y estanques para prevenir y combatir la contaminación ambiental.
- Organizará brigadas de limpieza de presas, manantiales, arroyos, tanques, depósitos, acueductos, ríos y estanques para prevenir y combatir la contaminación del agua.

En el artículo 170 se señala la creación de un Consejo Municipal de Protección a la Biodiversidad y Desarrollo Sostenible, como órgano técnico de apoyo permanente, de consulta, orientación y concertación social.

5.1.3.2. Consejo de Participación Ciudadana (COPACI) del Municipio de Capulhuac

En el artículo 58 queda establecido que el Consejo de Participación Ciudadana y Grupos Sociales Participativos están dotados de atribuciones para la realización de acciones convenidas en los procesos de integración, ejecución y evaluación de planes y programas de desarrollo municipal.

En el artículo 60 se señala que el Consejo, tendrá a su cargo las prioridades siguientes:

- Promover la participación ciudadana en la realización de proyectos y acciones de desarrollo comunitario de acuerdo a los planes y programas operativos aprobados por el ayuntamiento.
- Participar en la supervisión de la prestación de los servicios públicos a cargo del Ayuntamiento.

5.1.3.3. Unidad Administrativa de Ecología del Municipio de Ocoyoacac

En el (Artículo 86) del Bando Municipal de Ocoyoacac 2014 se dice que es atribución del Ayuntamiento a través de la Unidad Administrativa de Ecología, de acuerdo con su competencia, el establecimiento de las medidas necesarias para la prevención, restauración y mejoramiento de la calidad ambiental; para la conservación de los recursos naturales y control del equilibrio ecológico en el Municipio, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente y el Código para la Biodiversidad del Estado de México.

Para cumplir con este objetivo el Ayuntamiento tendrá las siguientes atribuciones:

- Combatir el deterioro ecológico y la contaminación ambiental.
- Formar el Consejo Municipal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable e integrar el Sistema Municipal de Atención a las Denuncias Ciudadanas en Materia Ambiental.
- Promover y fomentar la educación, conciencia, cuidado e investigación ecológica, en coordinación con las autoridades educativas, la ciudadanía y sectores representativos.
- Prevenir y sancionar la realización de obras y actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico y perjudiquen al ambiente.
- Sancionar a las personas físicas o jurídicas que descarguen en las redes colectoras, ríos, cuencas, vasos y demás depósitos de corrientes de agua o infiltren en terrenos sin tratamiento previo, aguas residuales que contengan contaminantes, desechos de material considerado peligroso o cualquier otra sustancia tóxica para las personas o dañe la flora y la fauna.

5.1.3.4. Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano del Municipio de Ocoyoacac

En su artículo 72 el gobierno municipal proporcionará los servicios públicos y ejecutará las obras que la prestación, instalación, funcionamiento y conservación de los mismos requiera con sus propios recursos y, en su caso, con la cooperación de otras entidades públicas, sociales o privadas.

Son servicios públicos que presta el Municipio, los mencionados a continuación el en artículo 73:

- Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.

5.1.3.5. Consejo de Participación Ciudadana (COPACI) del Municipio de Ocoyoacac

En su artículo 62, del Bando Municipal de Ocoyoacac 2014 se determina que los consejos de participación ciudadana, como órganos de comunicación y colaboración entre la comunidad y las autoridades, tendrán las siguientes atribuciones:

- Participar en la supervisión de la prestación de los servicios públicos.

5.1.3.6. Comisariado de Bienes Ejidales del Municipio de Ocoyoacac

El órgano máximo del ejido es la asamblea, en la que participan todos los ejidatarios (Gobierno Federal, Art 22)

En el artículo 23 se menciona que la asamblea tendrá como competencia exclusiva:

- Formulación y modificación del reglamento interno del ejido.
- Aceptación y separación de ejidatarios, así como sus aportaciones.
- Informes del comisariado ejidal y del consejo de vigilancia, así como la elección y remoción de sus miembros.
- Señalamiento y delimitación de las áreas necesarias para el asentamiento humano, fundo legal y parcelas con destino específico, así como la localización y relocalización del área de urbanización.
- Terminación del régimen ejidal cuando, previo dictamen de la Procuraduría Agraria solicitado por el núcleo de población, se determine que ya no existen las condiciones para su permanencia.

El comisariado ejidal es el órgano encargado de la ejecución de los acuerdos de la asamblea, así como de la representación y gestión administrativa del ejido. Estará constituido por un Presidente, un Secretario y un Tesorero, propietarios y sus respectivos suplentes. Asimismo, contará en su caso con las comisiones y los secretarios auxiliares que señale el reglamento interno. Este habrá de contener la forma y extensión de las funciones de cada miembro del comisariado; si nada dispone, se entenderá que sus integrantes funcionarán conjuntamente. (Art 32)

En el artículo 33 se otorgan las siguientes facultades y obligaciones del comisariado:

- Representar al núcleo de población ejidal y administrar los bienes comunes del ejido, en los términos que fije la asamblea, con las facultades de un apoderado general para actos de administración y pleitos y cobranzas.
- Procurar que se respeten estrictamente los derechos de los ejidatarios.
- Convocar a la asamblea en los términos de la ley, así como cumplir los acuerdos que dicten las mismas.

- Dar cuenta a la asamblea de las labores efectuadas y del movimiento de fondos, así como informar a ésta sobre los trabajos de aprovechamiento de las tierras de uso común y el estado en que éstas se encuentren.

5.1.4. Actores Privados

5.1.4.1. World Visión México

World Visión es una organización humanitaria internacional presente en más de 98 países alrededor del mundo, por más de seis décadas se han comprometido a combatir y erradicar las causas y consecuencias de la pobreza infantil. Mejorando la calidad de vida de miles de niños y sus familias potenciando sus capacidades y talentos, a través de proyectos sustentables de desarrollo comunitario. World Visión México (2014)

El rubro a indagar es World Visión México (2014)

Salud, Nutrición y Acceso a Agua Segura

Purificación de agua, tanques de agua y baños secos.

5.1.4.2. Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.

La Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), es una institución de asistencia privada sin fines de lucro, fundada en el 2000, su objeto social consiste en otorgar donativos en efectivo y en especie a instituciones públicas y privadas que realizan proyectos de beneficio social en materia de agua, así como otros, conforme las políticas y reglas establecidas por su Patronato y sus comités técnicos. FRGA (2014)

La visión que orienta las acciones del Programa Agua de la FGRA, es la de aspirar a un México sostenible en agua, en donde la sociedad sea autosuficiente en agua y consciente de la importancia integral del recurso, como resultado de una nueva cultura. FRGA (2014)

Mientras que su misión es incidir en la valorización del agua a partir del apoyo a proyectos impulsados por organizaciones públicas o privadas, que con propósitos de beneficio social, desarrollen actividades de promoción de una cultura del agua, de cuidado de cuerpos, cauces y cuencas, de minimización de los efectos negativos hacia el vital recurso y en proyectos comunitarios dirigidos a comunidades rurales marginadas. FRGA (2014)

5.1.4.3. Fundación Cántaro Azul

Dicha fundación trabaja de manera participativa con individuos y comunidades para así poder crear soluciones integrales y adecuadas a su contexto. Además, de colaborar con centros académicos, instituciones de gobierno, organismos internacionales, la iniciativa privada y la sociedad civil con el objetivo de enriquecer dichas soluciones, lograr su sostenibilidad y extender su impacto. Cántaro azul (2012)

Misión

Nuestra misión es mejorar la salud y la calidad de vida de personas que viven en comunidades marginadas. Cántaro azul (2012)

Visión

Nuestra visión a cinco años es generar soluciones que beneficien de manera significativa y sostenible a más de un millón de personas en México y que contribuyan al enriquecimiento del sector del agua a nivel internacional. Cántaro azul (2012)

5.1.6. Instrumentos Públicos

Los instrumentos son considerados el conjunto de normas y disposiciones legales respecto al medio ambiente a nivel local, regional, nacional e internacional. Los puntos claves son la información y la participación, intentan concienciar a la sociedad a través de la educación ambiental, información pública e integración en proyectos ambientales. Heft (2005)

5.1.7. Instrumentos públicos y privados no aplicables en la zona de estudio

A continuación se muestran en el cuadro 7, los programas del sector público, así como del sector privado, referentes al saneamiento del agua, los cuales por requerimientos señalados en las reglas de operación no operan en la zona de estudio, para el fin deseado.

Cuadro 7. Reglas de Operación de los Instrumentos del Sector Público y Privado para el Saneamiento del Agua.

Programa	Dependencia	Objetivo	Cobertura	Acciones	Observaciones
PROGRAMA PARA EL DESARROLLO DE ZONAS PRIORITARIAS (PDZP)	Secretaria de Desarrollo Social	Contribuir a proveer un entorno adecuado de los territorios que presentan mayor marginación y rezago social del país, a través de la reducción de los rezagos que se relacionan con la calidad, espacios y acceso a los servicios básicos de la vivienda; así como en infraestructura social comunitaria	Localidades ubicadas en las ZAP rurales, de la Cruzada contra el Hambre, dentro de los criterios establecidos por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Localidades de muy alta y alta marginación, ubicadas en municipios de media marginación.	Plantas de tratamiento de aguas residuales y para consumo humano. En los rubros de infraestructura social comunitaria, el monto federal máximo de apoyo será de hasta \$6'000,000.00 (seis millones de pesos 00/100 M.N.).	La localidad no se encuentra inscrita en la Cruzada contra el Hambre, por no ser una zona de alta o muy alta marginación, su índice es de media.
PROGRAMA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ZONAS RURALES (PROSSAPYS)	Comisión Nacional del Agua	Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable (AP) y saneamiento en localidades menores a 2,500 habitantes, donde se promoverá la gestión comunitaria de los sistemas, atendiendo prioritariamente localidades de alta y muy alta marginación.	Localidades rurales del país con población menor a 2,500 habitantes. Localidades con alta y muy alta marginación.	Construcción, ampliación y en su caso, rehabilitación de obras de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Desarrollo de proyectos piloto para saneamiento.	La localidad tiene un índice de marginación medio. Cuenta con 4228 habitantes.
		Fomentar y apoyar el	Localidades con alta y	Instalación, reposición y	La zona de estudio

<p>PROGRAMA DE AGUA LIMPIA</p>	<p>Comisión Nacional del Agua</p>	<p>desarrollo de acciones para ampliar la cobertura de agua de calidad para el uso y consumo humano, mediante diversos procesos físicos, químicos, orgánicos u otros, para la desinfección y tratamiento de contaminantes específicos, si es el caso, en los sistemas de abastecimiento y distribución; del agua.</p>	<p>muy alta marginación con prioridad las incluidas dentro de los municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre</p> <p>Municipios con mayor incidencia de enfermedades infecciosas intestinales</p> <p>Localidades donde se incrementa el nivel de cobertura y eficiencia de la desinfección del agua.</p> <p>Localidades donde se implemente un Plan de Seguridad del Agua (PSA).</p>	<p>rehabilitación de equipos o dispositivos de desinfección en sistemas y fuentes de abastecimientos.</p> <p>Muestreo y determinación de cloro residual libre, análisis bacteriológico y de turbiedad, y de requerirse arsénico y flúor, entre otros, específicos de acuerdo a lo que determine la Conagua.</p> <p>Operativos de desinfección y saneamiento básico comunitario.</p> <p>Aportación federal del 50% a localidades en general.</p>	<p>no está incluida en el Programa de La Cruzada Nacional contra el Hambre.</p> <p>Su índice de marginación es medio.</p>
<p>PROGRAMA INTEGRAL DE DESARROLLO RURAL COMPONENTE CONSERVACIÓN Y</p>	<p>Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y</p>	<p>Contribuir a reducir la inseguridad alimentaria prioritariamente de la población en pobreza extrema de zonas rurales marginadas y</p>	<p>Las personas físicas o morales que, de manera individual o colectiva y sin distinción de género, se dediquen a actividades agrícolas y pecuarias.</p>	<p>Obras para manejo de aguas residuales</p> <p>Elaboración de proyectos ejecutivos.</p> <p>Se aplican en la</p>	<p>El apoyo se otorgará según el grado de deterior del capital natural de la zona.</p>

USO SUSTENTABLE DE SUELO Y AGUA (COUSSA)	Alimentación	periurbanas.	Que sean habitantes de regiones, municipios o localidades clasificadas por la Secretaría en cada Entidad Federativa como de mayor prioridad por su grado actual de deterioro de los recursos naturales.	modalidad de porcentaje máximo de apoyo calculado sobre el valor del proyecto y van desde un 50% hasta un 90% dependiendo del nivel de prioridad que se otorgue al municipio en cada estado.	
PROGRAMA HACIA LA IGUALDAD Y LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Que la SEMARNAT y sus órganos sectorizados integren en las funciones operativas de diseño, ejecución y evaluación de las políticas ambientales, las consideraciones metodológicas y procedimentales necesarias para visibilizar el papel de las mujeres y de los pueblos y comunidades indígenas y mejorar las condiciones en las que desarrollan acciones de cuidado, conservación y aprovechamiento sustentable de recursos	Municipios prioritarios y los relacionados en la Cruzada Nacional contra el Hambre, los de las Zonas de Atención Prioritaria, los incluidos en el catálogo de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Localidades y municipios, en donde grupos de mujeres urbanas, rurales e indígenas presenten iniciativas para la ejecución de proyectos de conservación y aprovechamiento sustentable de los	Proyectos para el desarrollo de Ecotecnias (letrinas secas, estufas ahorradoras de leña, biodigestores, estufas solares, sistemas de manejo de aguas residuales, sistemas de desinfección de agua). Restauración y conservación de suelos y agua Obras de captación de agua de lluvia, obras para el almacenamiento y manejo del agua (por ejemplo: represas y tanques de distribución, cisternas de	La localidad no está inscrita en la Cruzada Nacional contra el Hambre. Su índice de marginación es medio.

		naturales y gestión ambiental	recursos naturales. Grupos de mujeres con un mínimo de 15 integrantes mayores de 18 años.	ferrocemento, redes de distribución de agua, etc.). En cuanto a los apoyos, éstos se distribuirán en 30% para realizar acciones de capacitación y 70% para acciones de inversión. \$17.000.000 (Millones de pesos) asignados para los diversos proyectos.	
PROGRAMA AQUAFUND	World Visión México, en colaboración con Fundación PepsiCo y CONAGUA	Generar un modelo escalable para abastecer de agua y saneamiento básico a zonas rurales dispersas, que ofrecerá recomendaciones para fortalecer al Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales	Municipios considerados en el catálogo de la Cruzada Nacional contra el Hambre.	US\$4, 500,000 millones a asignar para diversos proyectos.	La localidad no está inscrita en el Programa Cruzada Nacional contra el Hambre.

Fuente: Elaboración propia, basada en catálogo de programas públicos (2014).

En lo explicado en el cuadro 7, se aprecia que la mayoría de los programas están encaminados a otorgar subsidios a localidades con base a su grado de marginación, dándole prioridad a aquellas que sean de alta y muy alta, sin percatarse por el deterioro de sus recursos naturales, otras especificaciones a cumplir son la densidad de población, aunque solo un par de programas consideran este rubro, algunos consideran a poblaciones menores a 2500 habitantes, mientras que otros a localidades con un máximo de 15000 habitantes, otra condición a cumplir es el porcentaje de población indígena, así como de programas propuestos por mujeres rurales e indígenas.

Dentro de las particularidades de los programas, se encuentra que los municipios deben estar inscritos dentro del catálogo de la Cruzada Nacional contra el Hambre, establecida por la SEDESOL.

5.1.8. Programas públicos y privados aplicables a la zona de estudio

5.1.8.1. Nivel Federal

5.1.8.1.2. Programa Nacional Hídrico 2014-2018

Es un instrumento de planificación con visión de largo plazo que define la ruta y los elementos necesarios para transitar hacia la seguridad y sustentabilidad hídrica en nuestro país. Establece objetivos, estrategias y líneas de acción, cuyos avances y resultados habrán de ser valorados cada dos años para su correspondiente actualización (Gobierno Federal, 2013)

Objetivo

Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Condiciones para el Beneficio

Se aplica en todo el territorio nacional, en donde se observen retrasos en eficiencia del servicio de agua y saneamiento.

Tipo de Beneficio

- Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios.
- Sanear las aguas residuales municipales e industriales con un enfoque integral de cuenca hidrológica y acuífero.

Limitantes

Por su carácter nacional no especifica cuencas pequeñas, se deducen acciones.

5.1.8.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo es un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal, de acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan. Asimismo, identifica las fortalezas de México para detonar el crecimiento sostenido y sustentable, con el objeto de hacer que nuestro país se convierta en una potencia económica emergente. (Gobierno Federal, 2013)

Objetivo

Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Estrategias

Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.

Líneas de acción

Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Fortalecer el marco jurídico para el sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

5.1.8.1.4. Agenda del Agua 2030

La Agenda del Agua 2030 plantea en primer término una visión: hacer realidad en un lapso de veinte años un país con ríos limpios, cuencas y acuíferos en equilibrio, cobertura universal de agua potable y alcantarillado, y asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas. Define la brecha existente entre tal visión y la realidad actual y prioriza las líneas de acción que es necesario desplegar para tal efecto (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011).

Objetivo

Dar una responsabilidad más relevante a los gobiernos estatales en materia de agua potable y saneamiento.

Iniciativas a nivel regional

Desarrollar sistemas regionales de información para reforzar la gestión del agua por cuenca y acuífero.

Cobertura

Se aplica a todos los ríos del país para evitar su contaminación.

Líneas de acción

Hacer que las plantas de tratamiento existentes y las que se construyan en un futuro operen de manera eficiente para garantizar que sus efluentes cumplan con las normas respectivas, así como conectar las redes de alcantarillado a las plantas, construir nueva infraestructura municipal e industrial y fomentar el reúso del agua residual tratada.

Limitantes

Intensificar y ampliar las medidas de bajo costo e incluir medidas infraestructurales de alto costo en las cuencas.

5.1.8.1.5. Programa para el Turismo Sustentable, “Agenda 21 para el Turismo Mexicano”

Este programa determina el desarrollo sustentable como parte medular del negocio del turismo, además de las prácticas sustentables las cuales controlarán el mercado en un largo plazo, así como la importancia de la asociación entre el gobierno, industria y sociedad civil, estableciendo una serie de herramientas de implementación, para el sector público y privado.

Objetivos

Apoyar el desarrollo turístico municipal, estatal y regional.

Mantener Destinos Turísticos Sustentables.

Propiciar el desarrollo sustentable del turismo.

Líneas de estrategias

Promoción de mejores prácticas ambientales.

Programa de capacitación y transferencia de tecnología.

Ordenamiento ecológico como base de un desarrollo turístico integral.

5.1.8.1.6. Programa Nacional de Infraestructura 2014

Este programa contiene los proyectos prioritarios que serán desarrollados por el Gobierno Federal en materia de infraestructura. Está dividido en seis sectores estratégicos, estableciendo para cada uno de ellos objetivos concretos, estrategias y líneas de acción específicas, dichos sectores son: Hidráulico y turismo.

El PNI 2014-2018 presenta un enfoque regional definiendo tres regiones: Norte, Centro y Sur-Sureste, dedicando a la Región Sur-Sureste especial atención debido a su rezago económico con respecto al resto del país.

Para cada uno de los sectores establecidos, se han definido proyectos y montos de inversión concretos, los cuales suman un total de 7.75 billones de pesos y 743 proyectos. El monto de inversión total programada equivale a 8.3 por ciento del PIB.

Objetivo general

Elevar el nivel de bienestar de la sociedad, mediante inversión en infraestructura, para incrementar la competitividad del país.

Objetivo específico

Incrementar la infraestructura hidráulica, para asegurar agua destinada al consumo humano y riego agrícola, y para el saneamiento.

Promover infraestructura hidráulica que permita incrementar la oferta de agua potable, la capacidad de drenaje a través de túneles emisores, acueductos, plantas de tratamiento y plantas desalinizadoras, entre otros.

Estrategia

Construir infraestructura para incrementar la oferta de agua potable, y la capacidad de drenaje y saneamiento.

Cobertura

Región centro (Estado de México)

Tipo de apoyo

El PNI 2014-2018 contempla para los 84 proyectos programados para el sector hidráulico un monto de inversión de 417,756 millones de pesos.

5.1.8.1.7. Programa Sectorial de Turismo 2013-2018

El presente programa tiene como finalidad “Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país”, del cual se desprenden cuatro estrategias a seguir: impulsar el ordenamiento y la transformación del sector turístico; impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico; fomentar un mayor flujo de inversiones y financiamiento en el sector turismo y la promoción eficaz de los destinos turísticos; e impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.

Objetivo General

Transformar el sector turístico y fortalecer esquemas de colaboración y corresponsabilidad para aprovechar el potencial turístico.

Estrategia

Fortalecer las capacidades institucionales del sector turismo.

Líneas de acción

Estimular la cooperación internacional e impulsar la celebración de instrumentos internacionales bilaterales, multilaterales y regionales que contribuyan al desarrollo turístico sustentable.

Fomentar el desarrollo de investigación aplicada en temas de vanguardia del sector como: sustentabilidad, cambio climático, accesibilidad y género.

5.1.8.1.8. Programa para el Desarrollo Regional Turístico Sustentable (PRODERETUS)

El susodicho programa se creó con la finalidad de contribuir a mejorar las condiciones de la infraestructura y equipamiento y diversificar la oferta que permita, en el mediano plazo, la consolidación de destinos y el fomento de los productos turísticos.

Objetivo General

Contribuir a fortalecer las ventajas competitivas de la oferta turística nacional, mediante el desarrollo de obras de infraestructura y equipamiento suficiente para el desarrollo turístico sustentable.

Objetivos Específicos

Contribuir en el cuidado y preservación del patrimonio cultural, histórico y natural de los sitios turísticos del país, mediante la rehabilitación y el equipamiento turístico, para su correcto uso y aprovechamiento como producto turístico.

Cobertura

El PRODERETUS tiene una cobertura a nivel nacional. Se concentra preferentemente en las entidades federativas, los municipios y delegaciones políticas del D.F., en los que se encuentran los 82 destinos turísticos determinados por la Secretaría.

Tipo de apoyo

- Vertiente de apoyo: Infraestructura y servicios.
- Descripción. Obras de saneamiento.
- Monto Máximo de Apoyo de Recursos Federales por Proyecto: Hasta
- 250 millones de pesos

5.1.8.1.9. Programa de Infraestructura Indígena

El Programa de la (Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, 2013) promueve y ejecuta acciones para contribuir al abatimiento del rezago en materia de infraestructura básica (agua potable, drenaje y saneamiento), así como en vivienda de la población indígena, quehacer en el cual participan dependencias federales y otros órdenes de gobierno; con la operación del Programa se procura que la población indígena de las localidades en donde se realicen las obras y acciones supere el aislamiento y disponga de bienes y servicios básicos.

Objetivo

Contribuir para que los habitantes de las localidades indígenas elegibles superen el aislamiento y dispongan de bienes y servicios básicos, mediante la construcción de obras de infraestructura básica y vivienda.

Cobertura

- Que al menos el cuarenta por ciento (40%) de sus habitantes se identifiquen como población indígena.
- Que sean de alta o muy alta marginación.
- Tengan entre 50 y 15,000 habitantes.
- Localidades ubicadas en los municipios prioritarios para la Cruzada Nacional contra el Hambre.

Acciones

Construcción y ampliación de sistemas de drenaje y alcantarillado, de descargas domiciliarias y de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Limitantes

- La localidad de San Pedro Atlapulco tiene un índice de marginación medio.
- Cuenta con 4228 habitantes.
- Tiene 27 ciudadanos indígenas.

5.1.9.1. Nivel Estatal

5.1.9.1.1. Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma

El Gobierno del Estado de México en el marco del Plan Estatal de Desarrollo 2005 – 2011, a través de la Secretaría del Medio Ambiente prevé la construcción del Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma (CARL) mediante un proceso plural e incluyente que sienta las bases para un desarrollo sustentable en la región.

Objetivo

Identificar, consolidar, impulsar e implementar acciones estratégicas para coadyuvar en la restauración ambiental de la CARL. Las cuales se identificaron con base en los resultados generados en el Diagnóstico Ecosistémico, Análisis de Optimización y catálogo de anteproyectos y en la interacción con actores clave principalmente con funcionarios de los 33 municipios.

Cobertura

Los 33 municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma.

Acciones

- Acondicionamiento, rehabilitación y ampliación de plantas tratadoras de aguas residuales.
- Diseño y construcción de redes de colectores de aguas residuales.
- Extracción y control biológico de lirio acuático (*Eichhornia Crassipes*) en el cauce del río Lerma dentro de la CARL y en sus Ciénegas.
- Anteproyectos de educación ambiental, con una inversión de \$231'439,880.
- 29 anteproyectos de Ecotecnias con una inversión de \$865, 097,400.94.

Observaciones

Este plan es aplicable a la zona, puesto que conforma la Cuenca Alta del Rio Lerma.

5.1.9.1.2. Programa de Conservación y Manejo del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-la Bufa, Denominado Parque Estatal "Otomí-Mexica".

El programa trata de asegurar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales, buscando que las actividades que se desarrollan dentro del parque sean compatibles con la conservación" (Gaceta del Gobierno del Estado de México, 2009:1)

El programa cuenta con diversas directrices entre las más relevantes se encuentran:

Zonas de Restauración: En función de la importancia ecológica que tenga la recuperación, la modalidad de uso será fundamentalmente con acciones que coadyuven a la recuperación ecológico-productiva, en función del grado de recuperación que se logre, se podrán establecer posteriormente, actividades compatibles con los objetivos de conservación y recuperación ambiental para favorecer la retención de agua pluvial y la recarga de mantos freáticos, convirtiéndose en nuevos espacios que favorezcan la realización de actividades ecológicas productivas de carácter sustentable. Así mismo, podrán ser lugares donde se traslade a grupos y organizaciones civiles y sociales para realizar trabajos y aportaciones altruistas para la recuperación ambiental de dichas zonas (Gaceta del Gobierno del Estado de México, 2009:4-5)

Objetivo

Asegurar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales, buscando que las actividades que se desarrollan dentro del parque sean compatibles con la conservación.

Cobertura

Cubre los 17 municipios que conforman el parque.

Acciones

Trabajos para la restauración ambiental de la zona y los recursos naturales afectados.

Observaciones

Este programa se puede aplicar a la localidad, ya que forma parte del Parque Zempoala-La Bufa.

5.1.9.1.3. Programa de la Región VII Lerma 2012-2017

El Programa de la Región VII Lerma 2012-2017 constituye el medio fundamental para garantizar una eficaz Política de Desarrollo Territorial, además de consolidar un Gobierno Solidario, un Estado Progresista y una Sociedad Protegida, pilares que se encuentran en vías de instrumentación mediante las estrategias y líneas de acción precisadas en el Plan de Desarrollo 2011-2017, en concordancia con los objetivos primordiales de la presente gestión: I) consolidarse como un Gobierno Municipalista, II) establecer una Gestión Gubernamental que genere Resultados y III) alcanzar un Financiamiento para el Desarrollo (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México, 2012:15)

Objetivo

Lograr un crecimiento urbano ordenado y sustentable en la Región VII Lerma, basado en el ordenamiento y consolidación de las zonas urbanas así como en el respeto y cuidado tanto del medio ambiente y las zonas agrícolas de alta productividad como de las zonas de recarga acuífera.

Cobertura

Apoya a las localidades que integran la región VII Lerma.

Acciones

Programa de rescate de cauces y cuerpos de agua.

Observaciones

Aquellos municipios dentro de la región alta del río Lerma, serán considerados para obtener un beneficio.

5.1.9.2. Nivel Municipal

5.1.9.2.1. Plan de Desarrollo Municipal de Capulhuac de Mirafuentes 2013-2015

El presente Plan de Desarrollo Municipal de Capulhuac 2013-2015, fue elaborado con la finalidad de atender y dar solución a las necesidades que tanto aquejan a nuestra sociedad, planteando una estrategia de desarrollo integral basada en la implementación y ejecución de obras, programas y políticas públicas que representen una mejoría notable en la calidad de vida de la población. (Ayuntamiento de Capulhuac, 2013)

Objetivo

Atender y dar solución a las necesidades que tanto aquejan a la sociedad, planteando una estrategia de desarrollo integral basada en la implementación y ejecución de obras, programas y políticas públicas que representen una mejoría notable en la calidad de vida de la población.

Cobertura

Zonas ecológicas más vulnerables, así como las hidrológicas.

Acciones

- Obras de infraestructura urbana y de saneamiento.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Promoción de cultura del agua.

5.1.9.2.2. Plan de Desarrollo Municipal de Ocoyoacac 2013-2015

El presente plan será la herramienta principal que servirá para identificar claramente cuál es la situación actual del municipio, definiendo la problemática existente así como los escenarios posibles de prospectiva y el planteamiento de una estructura programática que represente una solución a la problemática existente, considerando además los esquemas de instrumentación, evaluación y seguimiento de las acciones para el desarrollo municipal. ((Ayuntamiento de Ocoyoacac, 2013)

Objetivo

Identificar la situación actual del municipio, definiendo la problemática existente así como los escenarios posibles de prospectiva y el planteamiento de una estructura programática que represente una solución a la problemática existente, considerando los esquemas de instrumentación, evaluación y seguimiento de las acciones para el desarrollo municipal.

Cobertura

Zonas que requieran atención para la restauración de los recursos naturales.

Acciones

Mecanismos de cooperación Estado-Municipio para el desarrollo de la infraestructura de agua potable, de alcantarillado y de saneamiento.

Observaciones

Se conoce y se cumple parcialmente la normatividad federal y estatal en materia de tratamiento del agua residual.

5.1.9.3. Sector Privado

5.1.9.3.1. Programa Agua para Comunidades Marginadas de la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP (FGRA)

La Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP (FGRA) es una institución de asistencia privada sin fines de lucro y sin filiación de partido, raza o credo, fundada en el año 2000. Su objeto social consiste en otorgar donativos en efectivo o en especie a instituciones públicas y privadas que realizan proyectos de beneficio social en materia de salud, adicciones y agua, conforme las políticas y reglas establecidas por su Patronato y sus Comités Técnicos.

El Programa Agua de la FGRA intenta apoyar a comunidades marginadas a generar dependencias económicas o tecnológicas que dificulten su abasto, mantenimiento y estabilidad en el largo plazo.

Visión

Aspirar a un México sostenible en agua, es decir, una sociedad autosuficiente en agua y consciente de la importancia integral del recurso, como resultado de una nueva cultura y por ende nuevas actitudes, sensatas, informadas y responsables en torno al agua.

Misión

Incidir en la revalorización del agua a partir del apoyo a proyectos impulsados por organizaciones públicas o privadas que, con propósitos de beneficio social, desarrollen actividades de promoción de una cultura del agua, de cuidado de cuerpos, cauces y cuencas, de control-corrección u optimización del uso del agua, de minimización de los efectos negativos del exceso de agua y en proyectos comunitarios particularmente dirigidos a comunidades rurales marginadas.

Acciones

Proyectos en que se desarrollen y mantengan prácticas domésticas o comunitarias de utilización integral participativa, equitativa y responsable del agua para consumo humano, incluyendo tecnologías apropiadas de reutilización, purificación, procesos de tratamiento o saneamiento alternativo y de disposición del agua en comunidades rurales marginadas.

Proyectos que contribuyan al manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas rurales marginadas.

Prioridades

Se privilegiará a aquellos proyectos que se desarrollen en las siguientes regiones identificadas por la Fundación como prioritarias:

Alto Río Lerma, (Estado de México).

Limitantes

Los programas se orientan a comunidades con índice de marginación alto.

5.1.9.3.2. Programa de Ecotecnias de la Fundación Cántaro Azul

Diseño de baño compostero y/o unidad sanitaria

El establecimiento de baños convencionales cada vez es más insostenible para el ambiente, usar agua para acarrear desechos es una de las causante de la crisis ambiental actual. Usualmente a los baños secos o composteros se les asocia con las llamadas "letrinas" que remiten a precarias condiciones de saneamiento e higiene, Cántaro Azul promueve el uso y adopción del baño compostero basado en un concepto de unidad sanitaria que integra materiales locales en su construcción y que si es manejado de forma adecuada trae múltiples beneficios para el hogar. (Cántaro Azul ,2012)

5.1.9.4. Pertinencia del Programa Integral del Saneamiento para los Instrumentos de Gestión.

En el siguiente apartado se analiza y contrastan los instrumentos programáticos que ofrecen diversas instancias de gobierno para sanear el vital líquido, toda vez que las comunidades requieren del agua no contaminada, para lo cual, las autoridades municipales, que tienen la facultad, entre otras, de sanear el líquido.

En el caso de San Pedro Atlapulco, sus autoridades municipales auxiliares demandan apoyo técnico y financiero de los tres órdenes de gobierno, así como de la Universidad, para atender el problema, que por parte de esta última, se propone, a través de los programas gubernamentales expuestos con anterioridad.

En tal sentido, en este apartado se discute la pertinencia de los programas, contrastando las reglas de operación con las características de la localidad, para atender el problema, y que proporcione los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento, manera integral, a la comunidad.

Por lo anterior, del análisis de los programas descritos se encontró que los diez programas gubernamentales y el privado, promueven acciones orientadas a la rehabilitación de sistemas de agua potable, al saneamiento del agua y al tratamiento de aguas residuales en zonas rurales; por lo cual, están encaminados a las dependencias encargadas de ofrecer los servicios hídricos y sanitarios, que hacen uso del recurso agua.

Dichos programas responden a que la legislación mexicana a través de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece en su artículo 115, que los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos relacionados con agua potable, alcantarillado, saneamiento y disposición de sus aguas residuales.

Para atender el saneamiento del agua de una localidad, a través de los programas del gobierno federal, es necesario atender a sus reglas de operación, que para el caso de estudio se muestran en el capítulo anterior. Para definir en qué programa(s) se debe inscribir la comunidad, se requiere definir la compatibilidad entre las reglas de operación y las condiciones particulares de los posibles beneficiarios.

Los programas identificados para sanear el vital líquido, son operados por las siguientes instituciones, que en ocasiones operan más de uno. Dichas instituciones, que actúan para el saneamiento del agua, entre otros son:

- Comisión Nacional del Agua
- Secretaría de Turismo
- Secretaría de Desarrollo Social
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México
- Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México

- Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.
- Fundación Cántaro Azul

Las instituciones antes mencionadas, llevan a cabo múltiples acciones para respaldar a las localidades que necesitan limpiar su agua residual, contaminada casi siempre por el uso del líquido en las viviendas, y no por procesos industriales. Dentro de los programas consultados se distinguen diversas acciones, las cuales se mencionan en el cuadro 2, las que contemplan estructuras civiles y las que atienden el problema a través de gestiones directas con los usuarios.

Para acceder a estos apoyos los programas consultados establecen rubros de cobertura y limitaciones, establecidas en el cuadro 1. Donde se establecieron las condiciones de funcionamiento de cada programa.

A continuación se muestran algunas características de las cuales los programas consultados, que permiten su selección para cumplir con los fines del objetivo propuesto, las cuales determinaran la viabilidad de los programas gubernamentales y el privado para ser considerados e inscribirse en estos.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2108

- El documento favorece el crecimiento sustentable del país.
- Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente, que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere competitividad y empleo.
- Mediante un manejo sustentable del agua, en donde se incremente la cobertura de saneamiento, agua potable y alcantarillado.
- Es de aplicación nacional, entre sus acciones está el fortalecer la infraestructura hídrica a los municipios que lo requieran.

Programa Nacional Hídrico 2014-2018

- Es un instrumento de aplicación nacional, para el sector hídrico, por lo que no hay criterios de selección, el apoyo es para todos los municipios de la República Mexicana que requieran ayuda en el rubro de saneamiento, entre otros.
- La propuesta de saneamiento específico del afluente de la comunidad estudiada es congruente con los planteamientos de este programa. Sin embargo, por el nivel de generalidad en que se presenta, no tiene aplicación directa en el ámbito local.

Agenda del Agua 2030

- Todas las aguas municipales serán tratadas, y las fuentes de contaminación se controladas.
- Se incentivara el tratamiento de aguas residuales.
- Campañas de sensibilización.
- El programa se aplica a todas las cuencas del país.

Programa para el Turismo Sustentable, “Agenda 21 para el Turismo Mexicano”

- Es un programa que se basa en el apoyo para el desarrollo turístico a nivel municipal, estatal y regional, con el propósito de mantener y favorecer un turismo sustentable.
- Lo anterior se llevara a cabo mediante acciones dirigidas a un ambiente sano.
- Es aplicable en la zona de estudio, puesto que se pretende ser un destino turístico sustentable aplicable en el universo de municipios del país.

Programa Nacional de Infraestructura 2014

- El citado programa proyecta elevar el nivel de vida de la población nacional, mediante infraestructura hidráulica que eleve la competitividad de las diversas zonas en materia turística.
- Tiene un enfoque regional, en donde el Estado de México, se concentra en la región centro, por lo cual es viable la participación de este instrumento en obras de saneamiento que impulsen a la zona de estudio para sanear el agua con miras de un desarrollo local.

Programa Sectorial de Turismo 2013-2018

- El programa tiene como finalidad provechar el potencial turístico, ya sea recursos naturales, para impulsar la economía de la zona, mediante acciones de sustentabilidad y mitigación del cambio climático.
- También trata de estimular la cooperación entre instrumentos internacionales bilaterales, multilaterales y regionales que contribuyan al desarrollo turístico sustentable.
- Es adaptable en la zona, puesto que su cobertura es a nivel nacional.

Programa para el Desarrollo Regional Turístico Sustentable (PRODERETUS)

- Este programa tiene como meta mejorar las condiciones de la infraestructura para el desarrollo turístico sustentable.
- Se lograra mediante el cuidado del capital natural de la zona.
- El PRODERETUS tiene una cobertura a nivel nacional, además de que el destino turístico que pretenda obtener los beneficios otorgados deberá pasar por el proceso de selección correspondiente, establecido por la Secretaría de Turismo.

Programa de Infraestructura Indígena

- En el programa citado el apoyo se otorgara a localidades que determinadas por la SEDESOL, cuenten con un 40% de población indígena, así como parámetros de alta y muy alta marginación además de contar con una de población de 50 y 15,000 habitantes, y finalmente ser localidades ubicadas en los municipios prioritarios para la Cruzada Nacional contra el Hambre.
- Según datos de SEDESOL (2010) 27 personas son indígenas en la localidad, mientras que CONAPO (2010) muestra un índice de marginación medio. Las cifras de INEGI (2010), señalan que la localidad cuenta con 4,288 habitantes, además la localidad no está inscrita dentro de la Cruzada Nacional contra el Hambre, con los datos apreciados, la localidad no califica para este programa.

Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma

- Es un instrumento que se aplica a aquellos municipios que conforman la Cuenca Alta del rio Lerma.
- La localidad se encuentra dentro del área geográfica correspondiente a la Cuenca alta del Rio Lerma, por lo cual es viable su participación en este Plan Maestro. aunque su aplicación sea más del ámbito regional que local.

Programa de Conservación y Manejo del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-la Bufa, Denominado Parque Estatal "Otomí-Mexica"

- El programa considera a los 17 municipios establecidos dentro de los límites del citado parque para llevar a cabo acciones que preserven la integridad de este.
- Puesto que el municipio se ubica dentro del citado parque, es candidato a recibir apoyo para sanear su recurso hídrico.

Programa de la Región VII Lerma 2012-2017

- Este instrumento es del ámbito regional y para realizar acciones de restauración y demás en las localidades estas deben ubicarse en la región VII de la zona de Lerma
- La localidad se ubica geográficamente en dicha zona y es candidata viable para solicitar apoyo al mencionado programa.

Programa Agua, de la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.

- El programa se enfoca en apoyar a comunidades marginadas, sin generar una dependencia económica o tecnológica.
- Los proyectos que serán aceptados van encaminados a tecnologías de reutilización, purificación, procesos de tratamiento y saneamiento alternativo y de disposición del agua en comunidades rurales marginadas.
- El proyecto es aplicable en la región del Alto Río Lerma.

Programa de Ecotecnias de la Fundación Cántaro Azul

- El programa se concentra en la salud del agua, para que la población disponga del recurso de manera sustentable.
- No existe una población específica para el margen de acción de la fundación.

- Sus acciones se dirigen a la implementación de ecotecnias, en las viviendas de las localidades para que impacten en el mejoramiento del ambiente.
- El programa es aplicable en la zona de estudio.

Conclusiones y Recomendaciones

En la presente investigación, se identificó que una de las razones por la cual no existen acciones concretas de las autoridades locales para sanear la laguna de San Miguel Almaya, es la preeminencia de la autoridad municipal en el rubro ambiental, a partir de las atribuciones que le otorga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y sus leyes reglamentarias: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley Orgánica de la administración Federal, y sus homólogas en el Estado de México.

Lo anterior, se fundamenta en que el municipio, es la unidad mínima de gestión administrativa del país, que deja sin suficientes atribuciones a las autoridades auxiliares del municipio, que actúan en el ámbito local, con lo cual, los organismos encargados del saneamiento del agua no tiene actuación en la cuenca y sólo se limitan al suministro de agua y alcantarillado.

Por su parte, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece la prestación del servicio de tratamiento y disposición de sus aguas residuales dentro de su territorio, entre otros, sin embargo, dicha función en la cuenca de El Muerto no se cumple para el saneamiento del agua residual, toda vez que la NOM-001- SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-003-SEMARNAT-1997 Y NOM-004- SEMARNAT- 2002, no aplicadas, por lo que se recomienda vigilar su aplicación y cumplimiento.

En el ámbito del Gobierno Federal, éste debe asegurar, entre otros, el derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para el consumo personal y doméstico, según la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, donde lo establece (artículo 4); sin embargo, el saneamiento no se cumple en la zona de estudio, puesto que el agua del cauce se encuentra contaminada y sólo opera el Consejo de Participación Ciudadana, la delegación municipal y las autoridades agrarias locales.

En lo que concierne a las dependencias que cuentan con programas que pudieran atender el saneamiento del agua, en el ámbito rural, se revisaron algunos de las siguientes instituciones: la Comisión Nacional del Agua, la Secretaría de Desarrollo Social, la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en el nivel federal, mientras que, en el nivel estatal están: la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, la Comisión del Agua del Estado de México, el Comité de Planeación para el Desarrollo Municipal, y en el nivel municipal están los Ayuntamientos de Capulhuac y Ocoyoacac.

Sin embargo, su participación en la zona de estudio se dificulta porque sus reglas de operación centran sus esfuerzos en aquellas localidades con alto índice de marginación, dándole mayor relevancia al rubro socioeconómico, con

omisión al tema ambiental; con esto se deja entrever que no aplican sus funciones respecto a la conservación y restauración hacia el medio ambiente, funcionando más como instancias de asistencia social, y con esto limitan la activación de la economía local, a través del turismo, como es la intención de la población de san Miguel Almaya.

Lo anterior, también contraviene con el cumplimiento de metas planteadas por el desarrollo local sustentable, que requiere de mínimas condiciones sanitarias y económicas, para su detonación, pero la propuesta integral de saneamiento no encuentra viabilidad a través de estos programas.

En el ámbito de las empresas del sector privado, consultadas están: World Visión México, en colaboración con la Fundación PepsiCo, la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.A, y la Fundación Cántaro azul, que ofrecen apoyo económico, tecnológico y educativo, principalmente a las zonas de alta y muy alta marginación, sin embargo aquellas que no están registradas en esa condición, no tienen opción de sanear su agua residual con este apoyo, a pesar de que sí tengan el problema, que por su parte no es atendido por el sector gubernamental.

Con este panorama surgen las siguientes interrogantes:

¿Qué instancias atienden las necesidades de las localidades que no cumplan con las reglas de operación de los programas gubernamentales?

¿Qué es más trascendente en la vida pública: un problema de saneamiento local, o el nivel de marginación local?

El saneamiento del recurso agua debe ser una prioridad para los actores sociales, desde la población local y sus autoridades, como con el sector gubernamental en sus diversos niveles (federal, estatal, municipal y local), así como de organizaciones privadas, nacionales e internacionales, quienes en un esfuerzo conjunto puedan brindar los instrumentos para sanear el vital líquido.

En tales condiciones y para contestar las interrogantes planteadas, la autogestión es una alternativa, a partir de la organización local y microregional, a nivel de las microcuencas, haciendo uso de la integración de tecnologías disponibles y apropiadas para el saneamiento, a la vez de medidas de conciencia social sobre las causas, y la participación de los usuarios del líquido, en beneficio del influente superficial de la laguna.

En otro orden de ideas, cada cuenca debe ser tratada en su justa dimensión, estudiando sus particularidades, para lo cual se propone esta metodología, a partir del concepto del proceso del manejo del agua, que trata de ser por su propia definición integral, en la gestión ambiental del proyecto de saneamiento.

En consecuencia, el procedimiento deberá iniciar con la sensibilización sobre el problema y las alternativas que no repitan los modelos aplicados que reproducen la problemática, para ello, un importante aporte, es el Sistema Unitario de Tratamiento y Recuperación de Agua, Nutrientes y Energía (SUTRANE) de Tecnología Xochicalli, así como un manejo armónico del agua de las actividades productivas y en las viviendas, como se menciona en el anexo.

Bibliografía

Alvarado Granados, Alejandro Rafael; Díaz Cuenca Elizabeth; Guadalupe Ibarra Ceceña y Arias Chávez, Jesús (2014) Informe final del proyecto de investigación: *Espacios para la gestión del agua residual municipal y generación de bases para el proyecto ejecutivo en la comunidad de San Pedro Atlapulco, Ocoyoacac, México*, clave de registro: 3628/2013SF, mimeo, Toluca, México.

Brañes, Raúl. (2001) *Manual de derecho ambiental mexicano*, segunda edición, Fundación mexicana para la educación ambiental y el Fondo de Cultura Económica, D.F, México.

Castillo, Patricia (2011) “POLÍTICA ECONÓMICA: CRECIMIENTO ECONÓMICO, DESARROLLO ECONÓMICO, DESARROLLO SOSTENIBLE”, Revista Internacional del Mundo Económico y del Derecho, volumen III, México, D.F. consultado en:

<http://www.revistainternacionaldelmundoeconomicoydelderecho.net/wp-content/uploads/RIMED-Pol%C3%ADtica-econ%C3%B3mica.pdf>

CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2000) *Instrumentos económicos para el control de la contaminación del agua: condiciones y caos de aplicación*, Santiago de Chile, en:

<http://www.eclac.cl/publicaciones/RecursosNaturales/7/LCI137/LCIN137-E.pdf>.

CMMAD, Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (1987), *Nuestro futuro común*, Alianza Editorial, DF, México.

CNA-GTZ, Comisión Nacional del Agua-Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Agencia Alemana de Cooperación Técnica), 2004, *Plan de Gestión Integral del Acuífero del Valle de Toluca*, CNA-GTZ, Toluca, México, CD ROM.

Consejo Nacional de Población (2001) “Índice de desarrollo humano 2000”, primera edición, México, D.F., consultado en:

http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/211/1/images/dh_Indices.pdf

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. (2004) *Proyecto de Descontaminación y Recuperación de la Cuenca del Río Bogotá*, Bogotá, Colombia en:

<http://www.saneamientodelriobogota.acueducto/tecnologia/>

Díaz Cuenca Elizabeth; Alvarado Granados Alejandro Rafael y Camacho Calzada, Karina Elizabeth (2012). "El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del Sistema Unitario de Tratamiento y Recuperación de Agua, Nutrientes y Energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México", en Revista *Quivera*, Revista de Estudios Urbanos, Regionales, Territoriales, Ambientales y Sociales, de la Facultad de Planeación Urbana y Regional- UAEM, Toluca, México.

Dourojeanni, Alexander. (1994) *Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas*, CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

Evans, Brian y Theoblad, Kevin. (2003) "*LASALA: Evaluating Local Agenda 21 in Europe*", en Journal of Environmental Management and Planning, Vol. 46, No 5, London, England.

FES, Fundación Friedrich Ebert. (2001) *Guía práctica de protección ambiental para los municipios de América Latina*, primera edición, Fundación Friedrich Ebert, D.F. México.

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C(2014) *Fundación Gonzalo Río Arronte*, México D.F. consultado en:
<http://www.agua.org.mx/>

Gallopin, Charles. (2006) "*Los indicadores de desarrollo sostenible: Aspectos conceptuales y metodológicos*", Ponencia realizada para el Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas, FODEPAL, agosto, Madrid, España.

García del Castillo, Rodolfo. (1999) *Los municipios en México*, México, Miguel Ángel Porrúa, D.F. México.

García, Hernán. (2006) *Política ambiental municipal*, Grupo Académico Multidisciplinario Ambiental de la Universidad Autónoma de Zacatecas en:
<http://cij.reduaz.mx/gama/publicaciones.htm>.

Gobierno Federal. (1997) Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales de aguas y bienes nacionales, consultado en:
<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/NOM-001-SEMARNAT-1996.pdf>

Gobierno Federal. (1997) Norma Oficial Mexicana-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, consultado en:

<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/sedema/leyes-reglamentos/normas/federales/NOM-002-SEMARNAT-1996.pdf>

Gobierno Federal. (1998) Norma Oficial Mexicana-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicio al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y rehusó, consultado en:

<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/sedema/leyes-reglamentos/normas/federales/NOM-003-SEMARNAT-1997.pdf>

Gobierno Federal. (2003) Norma Oficial Mexicana-004-SEMARNAT-2002, referente a la protección ambiental-lodos y biosólidos-especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, consultada en:

<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1342/1/nom-004-semarnat-2002.pdf>

Gobierno Federal. (2003) Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México, Gaceta del Gobierno del Estado de México, del 31 de octubre, Toluca de Lerdo, México, en:

<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/ley/vig/leyvig001.pdf>

Gobierno del Estado de México. (2005) Código para la Biodiversidad del Estado de México, Gaceta del Gobierno del Estado de México, del 13 de mayo, Toluca de Lerdo México, en:

<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/cod/vig/codvig009.pdf>

Gobierno del Estado de México. (2005) Ley Orgánica Municipal del Estado de México, Gaceta del Gobierno del Estado de México, del 22 de septiembre, Toluca de Lerdo México, en:

<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/ley/vig/leyvig001.pdf>

Gobierno del Estado de México. (2008) *Constitución Política del Estado de México*, Gaceta del Gobierno del Estado de México, del 25 de julio, Toluca de Lerdo México, consultada en:

<http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2872/9.pdf>

Gobierno del Estado de México. (2009) Programa de Conservación y Manejo del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-la Bufo, Denominado Parque Estatal "Otomí-Mexica". Toluca de Lerdo en.

<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/gct/2009/abr073.PDF>

Gobierno Federal. (2011) *Agenda del Agua 2030*, Comisión Nacional del agua, DF, México, en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Temas/AgendadelAgua2030.pdf>

Gobierno del Estado de México. (2011) *Ley del Agua del Estado de México*, Gaceta del Gobierno del Estado de México, del 27 de julio, Toluca de Lerdo México, consultada en:

<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/gct/2011/jul223.PDF>

Gobierno Federal (2012) *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*, H. Cámara de Diputados, en:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf>

Gobierno Federal (2012) *Ley de Planeación*, H. Cámara de Diputados, en:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59.pdf>

Gobierno Federal (2012) *Ley General de Cambio Climático*, H. Cámara de Diputados, en:

http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012_lgcc.pdf

Gobierno Federal (2012) *Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*, H. Cámara de Diputados, en:

www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo13235.doc

Gobierno Federal (2012) *Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018*, H. Cámara de Diputados, en:

http://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/MarcoJuridico/PND_2013-2018.pdf

Gobierno Federal (2013) *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2014*, H. Cámara de Diputados, en:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2014.pdf

Gobierno Federal (2013) *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, H. Cámara de Diputados, en:
http://transparencia.groo.gob.mx/SIWQROO/Transparencia/Documentos/71_22287_1.pdf

Gobierno Federal (2013) *Plan Nacional Hídrico, 2014-2018*, H. Cámara de Diputados, en:
http://www.inecc.gob.mx/descargas/transparencia/pnh_2014_2018.pdf

Gobierno Federal (2013) *Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias, para el ejercicio fiscal 2014*, Secretaría de Desarrollo Social, México, D.F., en:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328343&fecha=28/12/2013

Gobierno Federal (2013) *Programa de Infraestructura Indígena. Reglas de Operación 2014*, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México, D.F, en:
http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3055:programa-de-infraestructura-indigena-reglas-de-operacion-2014&catid=99:reglas-de-operacion-2014

Gobierno Federal (2013) *Reglas de Operación para los Programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, aplicables a partir de 2014*, Comisión Nacional del Agua, México, D.F, en:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5328237

Gobierno Federal (2013) *Programa de Agua Limpia*, Comisión Nacional del Agua, México, D.F, en:
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/ManualAguaLimpiaFed2014-250214.pdf>

Gobierno Federal (2013) *Programa Integral de Desarrollo Rural Componente Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua 2014*, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México D.F. en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2014/Documents/Programa%20Integral%20de%20Desarrollo%20Rural.pdf>

Gobierno Federal (2013) *Programa hacia la Igualdad y la Sustentabilidad Ambiental*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F. en:

http://ss1.webkreator.com.mx/4_2/000/000/063/9c9/Programa-G-nero.pdf

Gobierno del Estado de México (2013) PLAN MAESTRO PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO LERMA

Gobierno Federal (2014) *Constitución política de los estados Unidos Mexicanos*, H. Cámara de Diputados, en:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>

Gobierno Federal (2014) *Ley de Aguas Nacionales*, H. Cámara de Diputados, en:

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_110814.pdf

Gobierno Federal (2014) *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*, H. Cámara de Diputados, en:

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf

Gobierno Municipal (2014) *Bando Municipal de Capulhuac*, Gobierno Municipal, en:

<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/bdo/bdo019.pdf>

Gobierno Municipal (2014) *Bando Municipal Ocoyoacac*, Gobierno Municipal, en: <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/bdo/bdo065.pdf>

González, Damaris (2008) “*El Municipio en México*”, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. consultado en:

<http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/repjurad/cont/3/art/art2.pdf>

Guimarães, Paulo. (1994) “*El desarrollo sustentable: ¿Propuesta alternativa o retórica neoliberal?*”, Revista EURE: Revista Latinoamericana de Estudios Urbano-Regionales, Vol. XX, No 61, Santiago de Chile.

GTZ, Agencia de Cooperación Alemana. (2005) *Señales de un buen gobierno para el desarrollo local*. Instrumento para la autoevaluación de la gestión municipal, San Salvador, El Salvador.

Guevara, Alejandro. (2003) “*La descentralización de la gestión ambiental: fundamentos, estrategias y prácticas en México*”, *La descentralización en México: experiencias y reflexiones para orientar la política ambiental*, Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, D.F, México.

GWP, Global Water Partnership. (2000) *Manejo integrado de recursos hídricos*, SAMTAC, Buenos Aires, Argentina, en:

<http://www.eclac.cl/DRNI/proyectos/samtac/informesnacionales/argen>

H. Ayuntamiento Constitucional de Capulhuac. (2010) *Bando de Policía y Buen Gobierno*, Gaceta Municipal, del 5 de febrero, Capulhuac, Estado de México.

Hernández, Sampiere, Roberto. (2005) *Metodología de la investigación*, Mc Graw Hill, Bogotá, Colombia.

Ignasi, Salvador. (2004) *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*, Universidad de la Rioja, España en:

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2187723>

INAP, Instituto Nacional de Administración Pública. (1991) “*El municipio y la ecología*”, Gaceta Nacional de Administración Pública Estatal, No. 39, Instituto Nacional de Administración Pública, D.F. México.

Iturriaga, Arminda. (1993) *Historia del municipio mexicano*, en: Gobierno y administración municipal en México, SEGOB/CEDEMUN. D.F, México.

Leff, Enrique. (2004) *Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*, Editorial Siglo XXI, D.F, México.

Lisa, Mauricio. (2006) “*Desarrollo humano sustentable*”, en *aportes para la gestión ambiental local*, Primera edición, Fundación Konrad Adenauer Stiftung, Buenos Aires, Argentina.

London, Silvia; Formichella, María Marta (2010) “*El concepto de desarrollo de Sen y su vinculación con la Educación Economía y Sociedad*”, vol. vol. XI, núm. 17, enero-junio, 2006, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Morelia, México, consultado en.

<http://www.redalyc.org/pdf/510/51001702.pdf>

Márquez, Darío y Cipriano, Horacio. (2001) “*Ambiente y ciudadanía en la región de Pátzcuaro*”, El caso de los consejos municipales de ecología de Pátzcuaro, Erongaricuaru, Tzintzuntzan y Quiroga, Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, Michoacán, México en:

<http://taeriacuri.crefal.edu.mx/sigapatz/menugeneral.html>.

Meyer, Loren y Roux, Ernest. (2006) “*Capacity building for effective municipal environmental Management in south Africa*”, en *The Sustainable City IV Urban Regeneration and Sustainable*, Vol. 93 London, England.

Midgley, James (1995) “*Social Development: The Developmental Perspective in Social Welfare*”, Londres, Inglaterra, consultado en:
http://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Comisiones/d_dsocial.htm#.

Mojica, Ramón. (1992) “*Ecología y municipio*” en *Ecología Municipio y Sociedad Civil*. La participación de las organizaciones sociales en la defensa del medio ambiente, PARAXIS, D.F, México.

Naciones Unidas. (2000) *La declaración del Milenio de las Naciones Unidas*, en:
<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/>

Naciones Unidas. (2008) *Programa Conjunto OMS/UNICEF de monitoreo del abastecimiento de agua y el saneamiento* en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/es/

Navarro, Antonio. (2004) *Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la Cuenca Lerma- Chapala*, Instituto Nacional de Ecología, D.F, México.

ONU-Hábitat. (2010) *Sector de agua y saneamiento de América Latina y el Caribe*, New York, Estado Unidos, consultado en:
<http://www.onuhabitat.org/>

[ONU \(2013\) “Informe sobre el desarrollo humano 2013”](#) New York, Estado Unidos, consultado en:
http://www.undp.org/content/dam/venezuela/docs/undp_ve_IDH_2013.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2010) “*Perspectivas sobre el desarrollo mundial 2010: riqueza cambiante*”, vol. 1, Washington, D.C. E.U.A, consultado en:
<http://www.oecd.org/development/pgd/45452519.pdf>

Organización Panamericana de la Salud (2014), *Situación del abastecimiento del agua potable y del saneamiento en la región de las Américas al finalizarse el decenio 1991-2000 y perspectivas para el futuro*, Organización Panamericana de la Salud, Vol., 1, Washington, D.C. E.U.A, consultado en:
<http://www.paho.org/hq/?lang=es>

Ospina, Salvador. (2002) “*Construyendo capacidad institucional en América Latina: El papel de la evaluación como herramienta modernizadora*”, ponencia presentada en VII Congreso Internacional del CLAD, Lisboa, Portugal.

Pike, Andy (2009) "Desarrollo local y regional" Universidad de Valencia, primera edición, Valencia, España, consultado en:
<http://mx.casadellibro.com/libro-desarrollo-local-y-regional/9788437080079/1840486>

PNUP-SEMARNAT. (1997) *Pàtzcuaro el algo que queremos: Informe sobre el estado de avance hacia el desarrollo sostenible en la región de la cuenca de Pàtzcuaro*, Documento Ejecutivo, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Pàtzcuaro, México.

Real Academia Española (2014) "*Diccionario de la lengua española*" edición 23ª, Madrid, España, consultado en:
<http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>

Redcliff, Michael. (1996) *Wasted: Counting the Cost of Global Consumption*, Earthscan, London, England.

Repetto, Fernando. (2002) *Capacidad institucional: Un camino para enfrentar los desafíos de la política social*, Centro de Estudios Nacionales de Desarrollo Alternativo, Santiago de Chile, en:
<http://www.cep.cl/UNRISD/References/Varios/Fabian.doc>.

Riechmann, Jorge. (1995) "*Desarrollo sostenible: La lucha por la interpretación*", en Riechmann J, *De la economía a la ecología*, Editorial Trotta, Madrid, España.

Rodríguez, Manuel, Espinoza, Gerardo y Wilk, Daniel. (2002) *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución, tendencias y principales prácticas*, Banco interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, División de Medio Ambiente, New York, E.U.A.

Sánchez, Carlota. (2007) *Gestión participativa en cuencas hidrográficas: El caso del río Reconquista y su incidencia en la cuenca de la Plata*, editado por Fundación Por Tigre y Cuenca del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Satterhwaite, David (1998) "*¿Ciudades sustentables o ciudades que contribuyen al desarrollo sustentable?*", en *Estudios Demográficos y Urbanos*, El Colegio de México, Vol.13, No, D.F. México.

Secretaría de Desarrollo Urbano y vivienda del Estado de México y del H. Ayuntamiento de Capulhuac. (2009) *Plan municipal de Desarrollo Urbano de Capulhuac*, Gaceta del Gobierno del Estado de México, del 6 de mayo, Toluca de Lerdo, México.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2003), *Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996 que establece lo límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal*, Publicado en el Diario Oficial de la Federación, del 23 de abril, SEMARNAT, DF, México, en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NormasOficialesMexicanas.pdf>

Sunkel [Oswaldo](#); [Paz, Pedro](#) (2010) "EL SUBDESARROLLO LATINOAMERICANO Y LA TEORÍA DEL DESARROLLO", [Siglo Veintiuno editores, México D.F. consultado en](#).
http://www.martinmaglio.com.ar/0_Ter_3_HistoAmericanaxix/Material/210-Sunkel%20y%20Paz.pdf

Toledo, Víctor. (1992) "*Municipio y ecología, hacia una sociedad descentralizada*" en *Ecología, Municipio y Sociedad Civil. La participación de las organizaciones sociales en la defensa del medioambiente*, IISUNAM, D.F. México.

Tudela, Fernando. (1987) "*El municipio y el medio ambiente en América Latina*", en *Estudios Demográficos y Urbanos*, El Colegio de México, Vol.2, No.3, D.F. México.

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2002) "*El agua: Una responsabilidad compartida*", en el 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Washington, D.C, E.U.A.


UNESCO. (2010) *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos para el desarrollo, fortalecimiento de capacidades y el medio ambiente*, en: http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/necesidades_humanas_basicas.shtml.

Valcárcel, Marcel (2010) "*GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO Y ENFOQUES SOBRE EL DESARROLLO*" Lima, Perú, consultado en:
<http://www.uv.mx/mie/files/2012/10/SESION-6-Marcel-Valcarcel-Desarrollo-Sesion6.pdf>

World Visión México (2014) *Quiénes somos*, México, D.F. en: <http://worldvisionmexico.org.mx/quienes-somos>

Anexo 1. Propuesta Tecnológica de Saneamiento de Agua

Figura 5. Reporte de resultados de agua tratada con SUTRANE (2015)



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO
 Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México

LABORATORIO DE AGUAS
REPORTE DE RESULTADOS


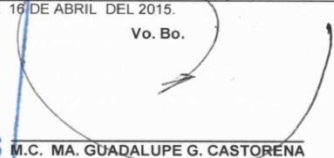
<p>NOMBRE DEL SOLICITANTE _____ INSTITUCION O PROGRAMA _____ PROCEDENCIA _____ MUNICIPIO _____ EN MUESTRAS DE _____ NO. DE MUESTRAS _____</p>	<p>UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO _____ FACULTAD DE PALNEACION URBANA Y REGINAL _____ INSTITUTO LITERARIO #100 COL. CENTRO _____ TOLUCA _____ AGUA TRATADA _____ 3 _____</p>
--	--

<p style="text-align: center;">SITIO DE MUESTREO</p> <p>1.- SALIDA DEL TRATAMIENTO _____ 2.- EMISOR _____ 3.- DIGESTOR _____</p>	<p style="text-align: center;">FECHA DE MUESTEO</p> <p>03/02/2015 _____ 03/02/2015 _____ 03/02/2015 _____</p>
--	---

PARAMETROS	UNIDAD	MUESTRAS		
		1	2	3
TEMPERATURTA	°C	19.00	20.00	21.00
pH		7.65	8.00	7.95
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	mmhos/cm	1.05	2.15	2.11
BICARBONATOS	mg/l	365.4	1 270	1 216.90
CLORUROS	mg/l	7.970	12.650	12.700
SULFATOS	mg/l	34.38	46.00	2.38
CALCIO	mg/l	81.30	19.50	13.7
MAGNESIO	mg/l	16.20	12.80	12.7
SODIO	mg/l	15.30	17.10	17.4
POTASIO	mg/l	15.00	17.05	18.05
NITROGENO AMONICAL	mg/l	4.85	262.5	165.00
NITROGENO TOTAL	mg/l	9.60	284.77	217.33
FOSFORO	mg/l	0.40	0.47	0.49
FIERRO	mg/l	0.03	0.17	0.08
MANGANESO	mg/l	0.10	0.05	0.05
CROMO	mg/l	No Detectado	No Detectado	No Detectado
COBRE	mg/l	0.03	0.02	0.02
ZINC	mg/l	0.01	0.03	0.02
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l	30.24	237.17	201.6
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/l	19.26	170.18	138.22
GRASAS Y ACEITES	mg/l	0.231		
SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	<0.1	4.00	1.50
DETERGENTES (SAAM)	mg/l	No Detectados	No Detectados	No Detectados
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	525.0	1.07	1.05
COL/100ml	COL/100ml	No Detectados	No Detectados	700
COLIFORMES FECALES	COL/100ml	No Detectados	No Detectados	700
COLIFORMES TOTALES	COL/100ml	No Detectados	No Detectados	700

CONJUNTO SEDAGRO, METEPEC, MEXICO A 16 DE ABRIL DEL 2015.

ANALIZO	Vo. Bo.
---------	---------

LABORATORIOS DE AGUAS Y SUELOS
ICAMEX

TEC. VICTORIA PULIDO REYES M.C. MA. GUADALUPE G. CASTOREÑA

"ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO"

Conjunto SEDAGRO, Metepec, Estado de México C.P. 52140
 TELS, FAX 01(722) 232-26-46 , LABS. 232-29-22 E-MAIL: icamex_aguas@edomex.gob.mx

Fuente: Laboratorio de aguas y CAMEX (2015)

Tabla 5. Contraste entre la NORMA-001-SEMARNAT-1996 y el reporte de resultados de agua tratada con SUTRANE (2015)

Parámetros	Unidad	Salida del tratamiento	Emisor	NOM-001	Disminución de contaminante %	Aumento de contaminante en %
Temperatura	°C	19.00	20.00	°40	47.5	0
Nitrógeno Total	mg/l	9.60	284.77	60	16	474.7
Fósforo	mg/l	0.40	0.47	30	1.3	1.6
Cobre	mg/l	0.03	0.02	6.0	0.5	0.3
Zinc	mg/l	0.01	0.03	20	0.05	0.15
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	19.26	170.18	150	12.8	113.5
Grasas y Aceites	mg/l	0.231	s/d	25	0.9	s/d
Sólidos Sedimentables	mg/l	<0.1	4.00	2	5	200
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	525.0	1.07	125	420	0.856

Fuente. Elaboración propia con base en NOM-001-SEMARNAT-1996 y Laboratorio de aguas y CAMEX (2015)

Funcionamiento del SUTRANE

Alvarado y otros (2102) dice que ésta es una técnica natural que consta de dos vías (figura 6): la fosa de aguas grises (jabonosas) y la fosa de aguas negras. En ambas hay un proceso de biodegradación; en la primera, es una trampa de grasas, con exposición al aire y gracias a la acción del oxígeno, degrada la materia orgánica, a la vez que por el reposo del agua con jabón, se separa en dos fases, por diferencia de densidad del agua, respecto a la grasa del jabón.

De manera que el efluente de esta trampa de grasa, sale a un filtro bioquímico, en el que viven plantas acuáticas (lirio acuático), que consume nutrientes y contribuye a la depuración, a partir del sol que fomenta la fotosíntesis.

De manera paralela, la fosa de aguas negras es un biodigestor, que trabaja mediante un proceso de biodegradación anaeróbica debido a la acción de sus bacterias correspondientes. Ambas fosas se construyen de ferrocemento, lo más cerca a las instalaciones de uso y consumo del agua, de esa manera disminuye el costo de tubería y mangueras de las líneas de distribución del agua y de los drenajes.

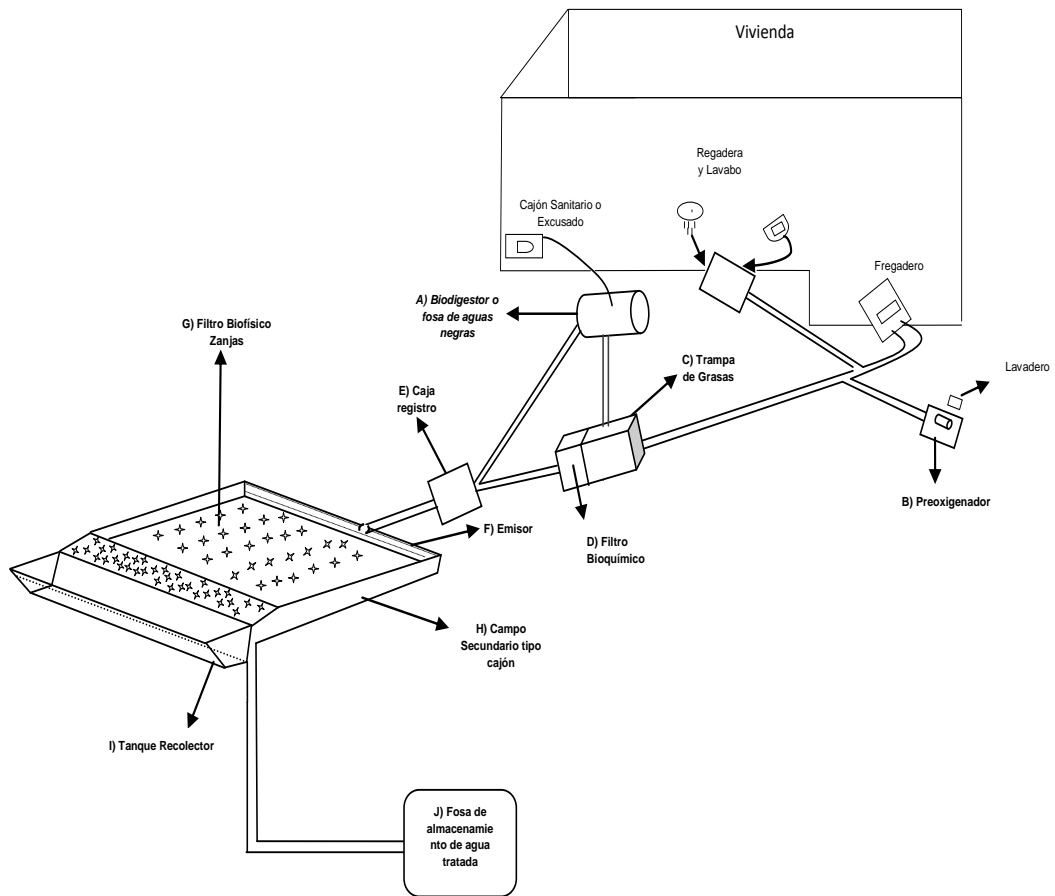
Los anteriores efluentes, paralelos se juntan en el filtro biofísico, el cual, complementa el proceso de depuración, mediante un proceso aerobio y de un humedal de flujo subsuperficial, a través de canales impermeabilizados. Estos canales de abajo hacia arriba se cubren con capas de piedra bola, gravilla, grava y arena y en ella se siembran hortalizas y flores. Este filtro biofísico se constituye en un cultivo hidropónico.

A la salida de este filtro se recibe el agua tratada en la fosa recolectora. Para la operación de este sistema, se requiere un mantenimiento sistemático de cultivo en el filtro biofísico y extraer la nata de grasa, para evitar acumulaciones de los elementos extraídos.

El efluente obtenido puede ser aprovechado para otros usos, dentro de los que pueden estar el riego de jardines u otras plantas, la limpieza, o el arrastre de inodoros; pero si se prefiere usos de mayor exigencia por su calidad, es posible complementar el tratamiento con otras alternativas tecnológicas, hasta lograr lo que la naturaleza realiza durante el ciclo hidrológico.

La eficiencia del sistema se muestra en el cuadro 5.

Figura 6. Diagrama del SUTRANE.



Fuente: Arias (1976) y Gutiérrez (2010)