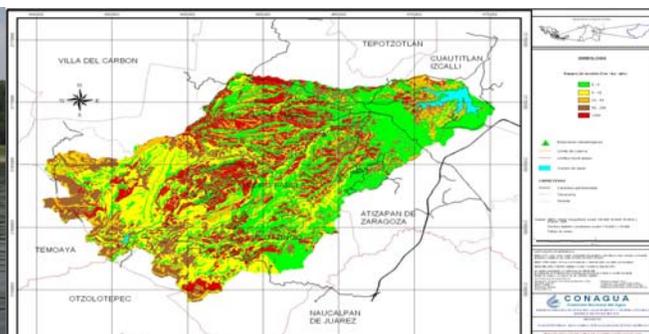


GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO Y SISTEMA CUTZAMALA

GERENCIA DE PROGRAMACIÓN

CONVENIO DE COLABORACIÓN
GAVMSC-GP-MEX-06-432-RF-CC



PROYECTO
PLAN ESTRATÉGICO DE LA CUENCA PRESA GUADALUPE, ESTADO DE MÉXICO

INFORME FINAL

Supervisó por GRAVAMEXSC:

Ing. Martín Hidalgo Wong
Ing. Griselda Pulido Navarro

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO Y DRENAJE

SUBCOORDINACIÓN DE CONSERVACIÓN DE CUENCAS



Jiutepec, Mor., Octubre de 2006

CONTENIDO

I. ANTECEDENTES	1
II. JUSTIFICACION	3
III. OBJETIVOS	4
IV. RESULTADOS OBTENIDOS	5
1. Descripción del medio natural	5
2. Descripción del medio social y económico	14
3. Diagnóstico de la cuenca	19
3.1. Situación actual del agua	19
3.2. Situación actual del suelo	23
3.3. Situación actual del bosque	28
3.4. Impacto de las actividades sobre la cuenca alta, media y baja.....	29
3.5. Análisis de las zonas agrícolas de temporal	32
3.6. Mantenimiento, operación y administración de las unidades de riego	36
3.7. Construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento	38
3.8. Control de la calidad del agua y su saneamiento	53
3.9. Competencia por los diferentes usos del agua	60
3.10. Administración de las aguas superficiales y subterráneas	63
3.11. Determinación de los niveles de degradación	65
3.12. Causas internas y externas de la degradación	69
4. Integración de un Sistema de Información Geográfica (SIG)	71
4.1. Sistema de Consulta de Información Ejecutiva de Estudios y Proyectos de la Cuenca Presa Guadalupe	71
4.2. Sistema de Información Geográfico (SIG) de la Cuenca Presa Guadalupe ...	74
5. Líneas estratégicas de gran visión para la elaboración de los proyectos, acciones y obras para el corto, mediano y largo plazos	76
5.1. Taller ZOPP aplicado en la Cuenca Presa Guadalupe	76
5.2. Plan Estratégico con Acciones de Gran Visión para la Gestión Integral	

del Agua y Recursos Asociados de la cuenca Presa Guadalupe	78
VI. DOCUMENTOS Y PRODUCTOS GENERADOS CON EL PROYECTO	86

I. ANTECEDENTES

La subcuenca de la Presa de Guadalupe es una de las más importantes ubicadas en el Valle de México. Tiene una superficie aproximada de 28,000 hectáreas. Está conformada por parte de los municipios de Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli, Isidro Fabela, Villa de Jilotzingo y Nicolás Romero. En la parte más alta de la subcuenca se encuentra el parque estatal Otomí-Mexica considerada como área natural protegida. La geografía de la cuenca se conforma por montañas y cañadas con vegetación de bosque de oyamel, pinos y encinos.

En esta zona encontramos gran cantidad de manantiales cuyas aguas se suman a los abundantes escurrimientos superficiales en la época de lluvia, y dan origen a los ríos Cuautitlán, Xinté y el Arroyo San Pedro, entre otros.

En su recorrido, los ríos se utilizan para la acuacultura, y son fuente de abastecimiento de agua potable a diversas comunidades, sin embargo, al ingresar a los centros de población los ríos de agua cristalina se convierten en drenajes y basurero de los mismos habitantes, para terminar desembocando todos en el Lago de Guadalupe.

Esta presa fue construida 1936 y sobreelevada en 1943, para el control de inundaciones y riego. Su capacidad de almacenamiento al NAME es de 52.211 millones de metros cúbicos, y su espejo de agua es de 450 hectáreas. Por su importancia hidrológica, fue decretada en el año 2004 como parque estatal, santuario del agua y forestal Presa de Guadalupe.

Su riqueza biológica es evidente, con la presencia de más de 150 especies de aves terrestres y acuáticas, como el pelícano americano, halcón peregrino, pato real, garza, pato mexicano, entre otros. También es hábitat de especies de reptiles como la lagartija cornuda de montaña. De todas las especies que ahí habitan, ocho tienen la categoría de riesgo.

La pérdida del recurso forestal, amenaza la subsistencia de la subcuenca: sin árboles no hay agua. El cambio de uso de suelo y el crecimiento de la mancha urbana provocan su deterioro.

Se estima que anualmente ingresan a la Presa de Guadalupe cerca de 15 millones de metros cúbicos de aguas negras y grises provenientes de descargas domiciliarias. Esta concentración ha provocado que el ecosistema del embalse presente un grave desequilibrio ecológico.

Estos problemas han impactado en los seres vivos que habitan la región, deteriorando la calidad de vida.

La conservación y recuperación de la subcuenca, dependen de la participación de todos los actores responsables, desde las instancias de gobierno hasta la sociedad civil. Sin voluntad política, la subcuenca tributaria Presa de Guadalupe no tiene futuro.

II. JUSTIFICACIÓN

El agua dulce en el mundo es un recurso escaso y desigualmente distribuido. Este recurso es vital para el desarrollo de la vida animal y vegetal y por ende con valor económico, social y ambiental para todos los usos a los que se destina. Aunque es un recurso natural vital y finito, la sociedad se empeña en degradarlo y usarlo ineficazmente.

Por lo anterior, su análisis, administración, planificación y la gestión integrada de este recurso debe considerar las interrelaciones existentes entre economía, sociedad y medio ambiente en el marco geográfico de las cuencas.

En este sentido el presente trabajo, con base en la información generada por CONAGUA y otras dependencias en años anteriores busca determinar los niveles y causas de la degradación de la cuenca Presa Guadalupe para elaborar un programa de acciones y obras que nos permitan revertir el daño ocasionado por las obras de descarga de aguas residuales, y permita la recuperación, conservación y saneamiento del agua y recursos asociados.

Así mismo que pueda convertirse en un instrumento estratégico de planeación de corto, mediano y largo plazos para propiciar el desarrollo sustentable y su ordenamiento a través del tiempo.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar las causas principales de la degradación de la cuenca Presa Guadalupe y con base en esto elaborar un Plan Estratégico de Gran Visión de Manejo Integral, con las acciones y obras que coadyuven al desarrollo sustentable del recurso hídrico y recursos asociados, así como de la infraestructura existente en la cuenca.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Sistematizar la información relacionada con la Presa Guadalupe a través del desarrollo y/o utilización de un sistema de información geográfico.
- Realizar un diagnóstico técnico de las obras y acciones desarrolladas en la cuenca Presa Guadalupe, identificando aquellas acciones que permitan coadyuvar al mejoramiento de la calidad del agua y recursos asociados en el corto plazo.
- Identificar y analizar los factores naturales, políticos, económicos y sociales causantes de la degradación de la cuenca.
- Jerarquizar y programar aquellas obras y acciones para la parte alta, media y baja de la cuenca que permitan disminuir el deterioro de la calidad del agua y recursos asociados, en el corto, mediano y largo plazos.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

1. Descripción del medio natural

Para cumplir con esta meta se hizo acopio de información diversa contenida en diferentes estudios y también se realizaron recorridos de campo y entrevistas personales para obtener información directa. La sistematización y el análisis de dicha información, permitió disponer de un documento que describe al medio natural de la cuenca Presa Guadalupe y que de forma resumida considera los siguientes puntos:

La cuenca Presa Guadalupe se conforma de siete municipios de los cuales cinco de ellos son los de mayor importancia porque en suma totalizan el 99%, y tres de ellos (Nicolás Romero, Isidro Fabela y Jilotzingo) comprenden el 88.41% del total de la cuenca, sin embargo, los otros dos municipios, Cuautitlán Izcalli y Atizapán de Zaragoza, son importantes porque se ubica tanto la presa como importantes áreas urbanas (Figura 1).

En el Cuadro 1 se presenta la distribución de superficie de la cuenca para cada municipio.

Cuadro 1. Municipios que integran la Cuenca de la Presa Guadalupe, Estado de México.

Municipio	Superficie (ha)	%
Nicolás Romero	12,266.36	43.56
Isidro Fabela	6,671.28	23.69
Jilotzingo	5,957.93	21.16
Cuautitlán Izcalli	1,537.83	5.46
Atizapán de Zaragoza	1,463.09	5.20
Temoaya	263.88	0.94
Otzolotepec	0.70	0.00
Total	28,161.07	100.00

De tal forma que la superficie total de la cuenca Presa Guadalupe es de 28,161 hectáreas.

La Cuenca de la Presa Guadalupe se puede dividir en las siguientes subcuencas:

Subcuenca del Río Chiquito o Monte Alto

Es la subcuenca de mayor superficie con 16,195.31 ha y corre de Oeste a Este, desde el cerro de Los Puercos, de la Sierra de Monte Alto, hasta la desembocadura de la Presa Guadalupe, se encuentra en la parte mas alta de esta subcuenca, una microcuenca cerrada, que tiene influencia directa con el resto de la subcuenca, además de la microcuenca de la presa Iturbide. En esta subcuenca se encuentran poblados importantes, Isidro Fabela, Santa Ana Jilotzingo, Transfiguración y en la parte baja de la subcuenca, parte de la zona urbana perteneciente al Municipio de Nicolás Romero.

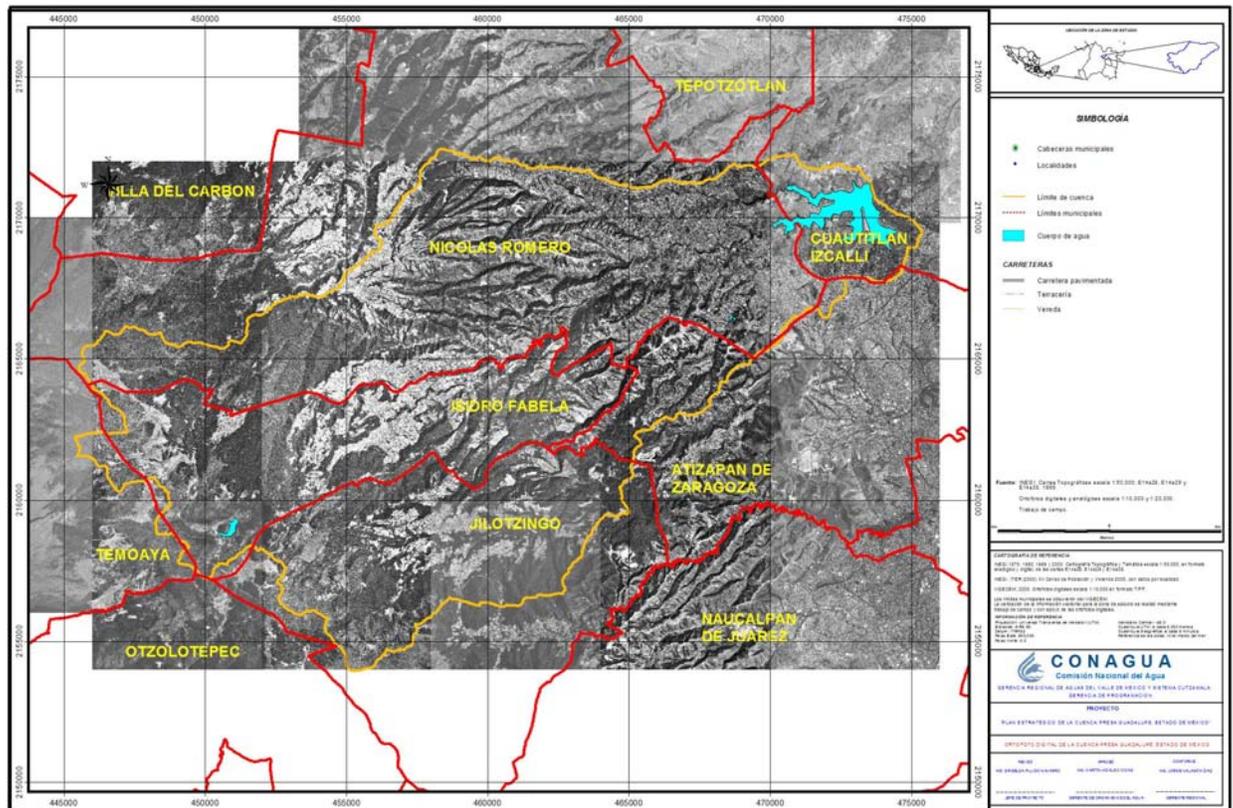


Figura 1. Mapa de límite de cuenca y municipios en ortofoto digital que integran la cuenca Presa Guadalupe.

Subcuenca del Río Xinte

Es la segunda en importancia y ocupa una superficie de 6,817.89 ha, corre de Oeste a Este, desde el Cerro de Valdez hasta la desembocadura del río Xinte en la presa Guadalupe. En la parte Sur de la cuenca, se encuentra la microcuenca de captación de la Presa La Colmena. También se encuentran comunidades importantes en esta subcuenca, como son Espíritu Santo y Santa María Mazatla, y en la parte baja de la subcuenca el área urbana de Nicolás Romero, en la desembocadura del Río Xinte en la Presa Guadalupe.

Subcuenca del Río San Pedro

Es la tercera en importancia, con una superficie de 3,308.83 ha y se ubica en el Norte de la cuenca, y en ella se encuentran comunidades importantes como Santamaría Magdalena Cahuacán y colonia Progreso Industrial, así como parte del área urbana del municipio de Nicolás Romero.

Laderas

Se consideran como laderas las áreas de captación de pequeñas corrientes que descargan de manera directa a la presa, en estas se encuentra la subcuenca del Río Guadalupe, debido a que su cuenca de captación es pequeña en relación a las mencionadas anteriormente, ya que solo cuenta con 397.27 ha. La superficie del resto de las laderas suma un total de 1,081.55 ha.

A continuación se presenta el mapa de la ubicación de las subcuencas de la Cuenca de la Presa Guadalupe (Figura 2).

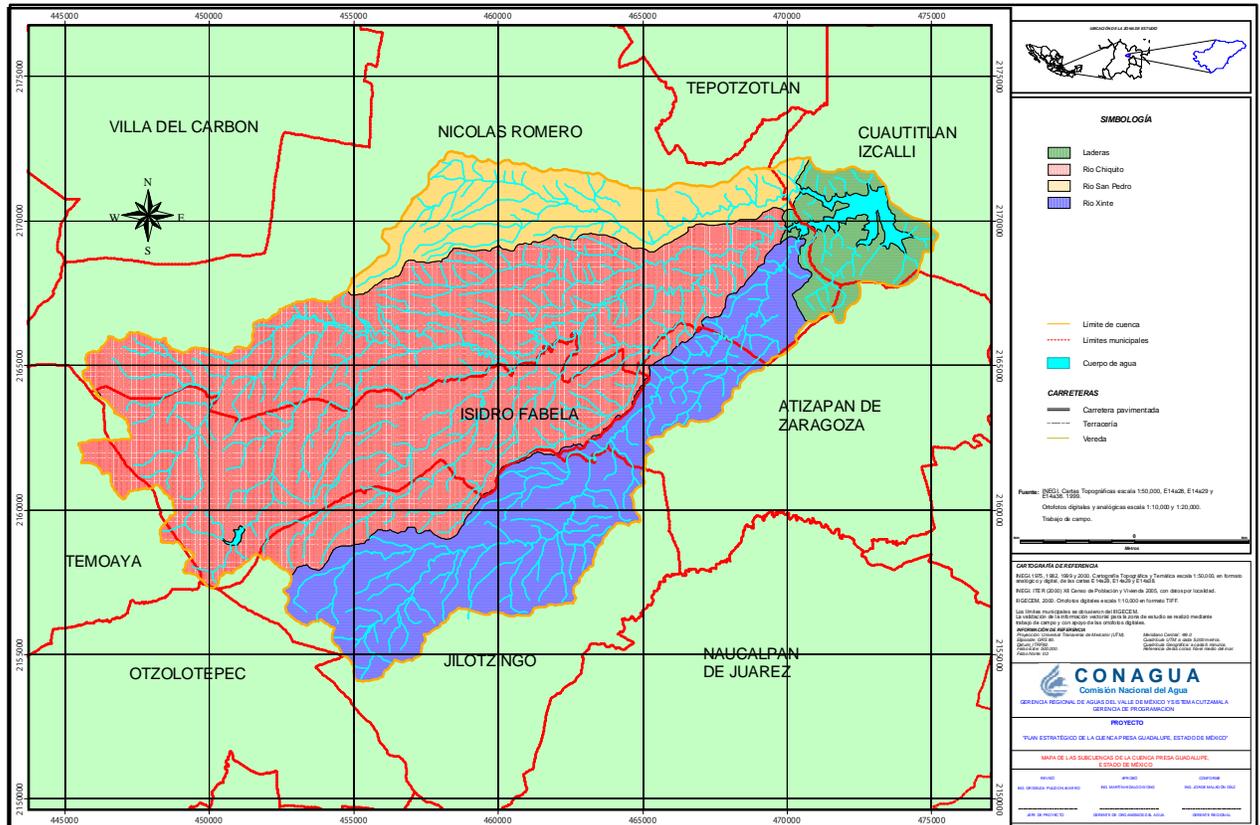


Figura 2. Mapa de las subcuencas de la Cuenca de la Presa Guadalupe

La subdivisión de la cuenca de la Presa Guadalupe, se hizo fundamentalmente, con base en el uso de suelo, de tal manera que se pueden identificar seis grandes zonas como se muestra en el cuadro siguiente y como se muestra en la figura 3.

Regionalización	Regionalización-Uso	Superficie (Ha)
Alta	Alta-Forestal	8,388.57
Media	Media -Forestal, agrícola	6,190.02
Media	Media-Agrícola urbana	6,526.39
Baja	Baja-Agrícola, urbana	2,518.58
Baja	Baja-Agrícola	816.09
Baja	Baja-Urbana	3,361.19
Cuerpo de agua	Presa Iturbide	17.65
Cuerpo de agua	Presa La Colmena	2.53
Cuerpo de agua	Presa Guadalupe	340.05
	TOTAL	28,161.07

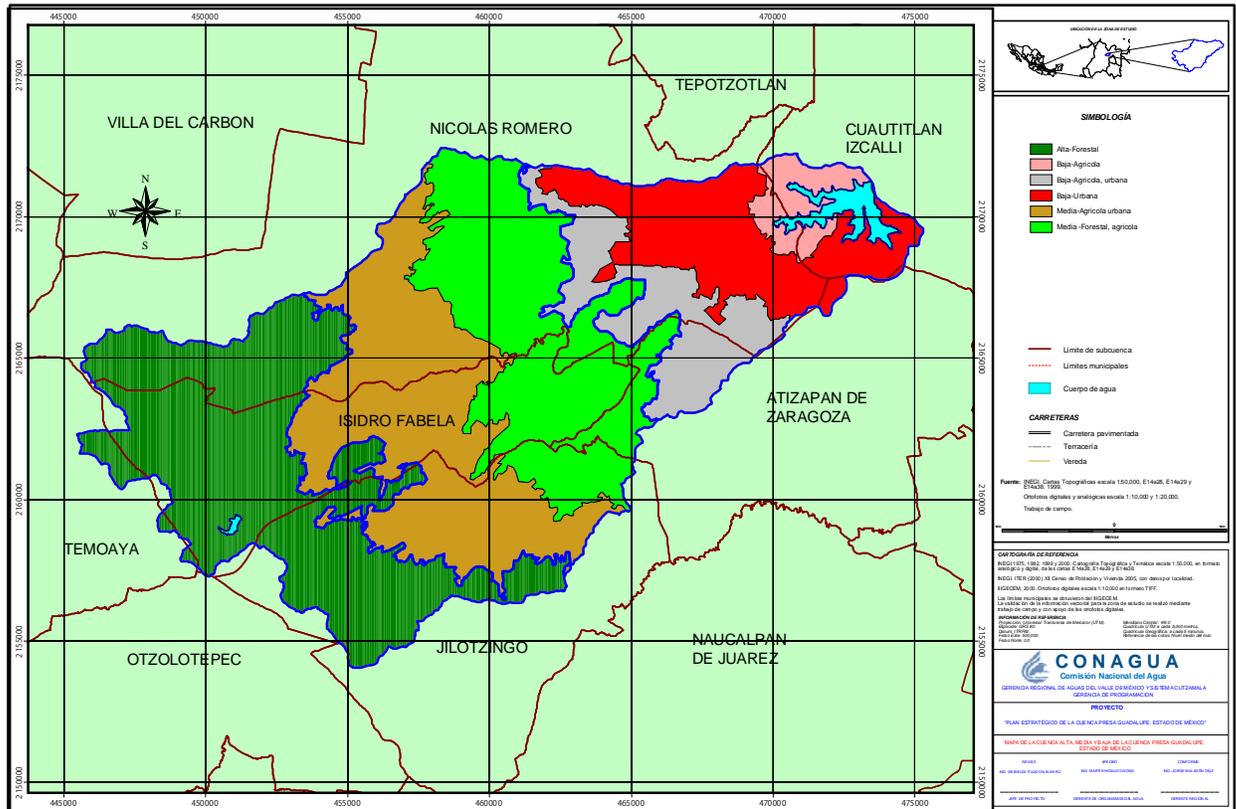


Figura 3. Mapa de división de la cuenca en cuenca alta media y baja de la cuenca Presa Guadalupe.

Descripción de los ríos

Dentro de la cuenca se reconocen cuatro cauces principales, que son el río Monte Alto o Chiquito, San Pedro, Xinte y Guadalupe, éstos fluyen de oeste a este y descargan al embalse de la presa Guadalupe, la cual fue construida con la finalidad de controlar las avenidas máximas de estas corrientes.

El río Monte Alto o Chiquito es un río importante dentro de la cuenca y cubre un área de 16,195.31 ha; este río nace en las faldas del cerro los Puercos, de la sierra de Monte Alto, a 3,400 msnm aproximadamente, con un recorrido de aproximadamente 30 km hasta desembocar al vaso de la presa Guadalupe; al inicio de su recorrido se encuentra la presa Iturbide, aguas abajo el río recibe aportaciones de los arroyos Las Palomas, Las Aceitunas, Santa Ana, Xido, La Cañada y el río Chiquito.

Río Xinté es el siguiente en importancia y tamaño, cuya área es de 6,817.89 ha; este río nace en las faldas del cerro Valdez a unos 3,500 msnm, recorre unos 23 km hasta la presa de la Colmena y de ahí 3.5 km hasta el vaso de la presa Guadalupe; en su recorrido cruza entre las poblaciones de Espíritu Santo y Santa María Mazatla, donde aguas abajo recibe aportaciones del arroyo Navarrete y posteriormente de los arroyos Espíritu Santo y Rancho Viejo para desembocar al vaso de la presa La Colmena, aguas abajo de ésta recibe a los arroyos El Negro y Benito Juárez, con volúmenes prácticamente de aguas residuales de la zona urbana.

Río San Pedro se localiza en la parte norte de la cuenca, comprende una extensión de 3,308.83 ha. Este río con nombre de arroyo La Concepción, nace en las cercanías del poblado Ejido Cahuacan, a la elevación de 2,830 aproximadamente. El río recorre 20 km hasta el vaso de la presa y en su recorrido recibe pequeñas corrientes efímeras.

Río Guadalupe cuya extensión es de 397.27 ha. Se localiza hacia el sur del vaso; nace en la elevación de 2,370 msnm al sureste de la colonia Granjas Guadalupe, en su recorrido de 3 km hasta el vaso, recibe aportaciones de pequeños escurrimientos pluviales.

Manantiales

La oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, realizó un estudio en 2006 para identificar los manantiales existentes en el municipio de Jilotzingo, con la intención de realizar el mismo estudio para el resto de los municipios que integran la Cuenca de la Presa Guadalupe, cuantificando un total de 80 manantiales con diferentes usos, de los cuales 36 se encuentran dentro de la cuenca. Y los usos de estos manantiales son, Piscícola, agrícola, pecuario, público, público urbano, doméstico y sin uso. El aforo total de estos manantiales es de 37.5 litros por segundos.

Balance hídrico

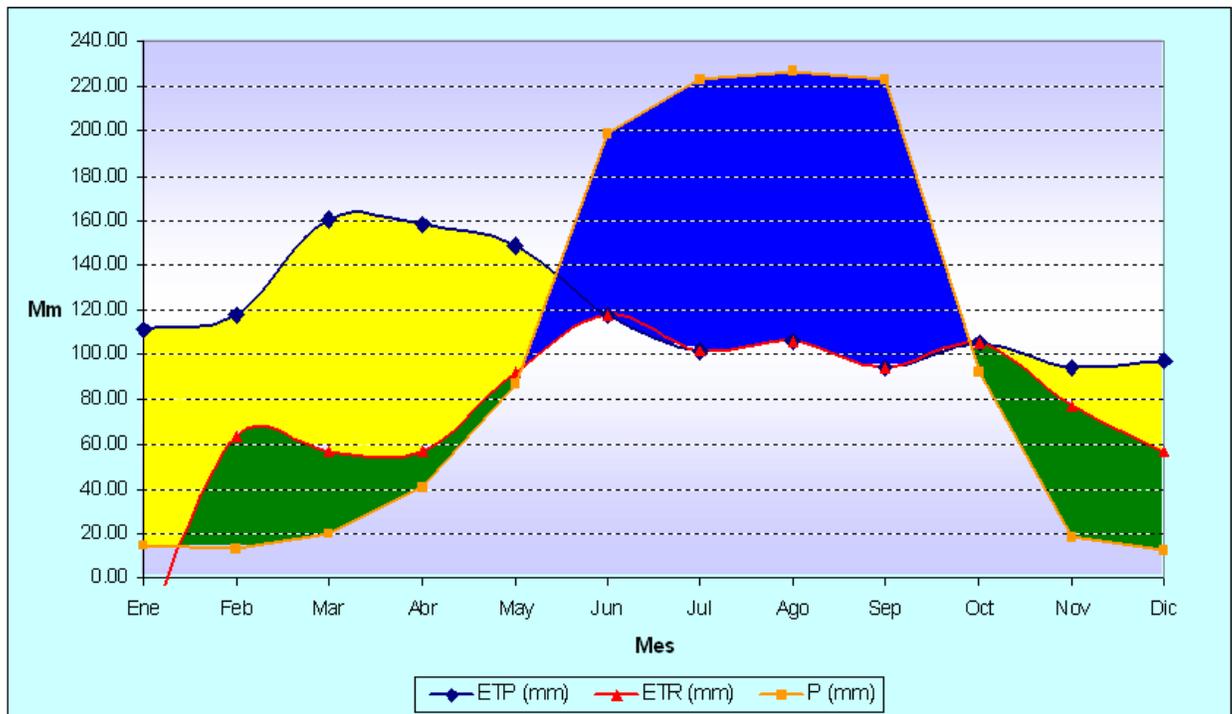
En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los cálculos realizados. La Figura 4 por otra parte, muestra gráficamente los mismos resultados, donde pueden apreciarse los períodos con déficit y con exceso de agua, a través del año.

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
ETP (mm)	111.27	117.99	160.60	158.59	148.94	117.42	101.45	105.82	94.44	105.19	94.57	96.94	1413.24
P (mm)	14.66	13.10	19.53	40.85	86.81	199.11	222.92	226.59	223.41	91.98	18.23	12.78	1169.97
P - ETP	-96.62	104.90	141.07	117.74	-62.13	81.69	121.48	120.77	128.97	-13.21	-76.34	-84.17	-243.28
PPA (mm)	-96.62	201.51	342.59	460.32	522.46	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.21	-89.56	173.72	
ST	123.38	73.02	36.07	20.02	14.67	96.36	200.00	200.00	200.00	187.21	127.81	83.91	
DST	39.47	-50.35	-36.95	-16.05	-5.35	81.69	103.64	0.00	0.00	-12.79	-59.40	-43.90	
ETR (mm)	-24.81	63.45	56.48	56.90	92.16	117.42	101.45	105.82	94.44	105.19	77.63	56.68	902.81
D	136.09	54.54	104.12	101.69	56.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.94	40.27	510.43
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.84	120.77	128.97	0.00	0.00	0.00	267.58
Qs	6.06	3.03	1.52	0.76	0.38	0.19	9.01	64.89	96.93	48.47	24.23	12.12	267.58
Qsn	Escorrimento de zonas de nieve; se considera en general que no existe para el caso de México.												
Qt	6.06	3.03	1.52	0.76	0.38	0.19	9.01	64.89	96.93	48.47	24.23	12.12	267.58
DT	129.43	76.05	37.58	20.78	15.05	96.55	209.01	264.90	296.93	235.68	152.04	96.02	

Calculando escurrimiento total: Area x escurrimiento en lámina (Q1): 75,354,519.588 m³
 Qt= 75.355 M m³

El significado de las variables empleadas (con unidades en mm) es:

- ETP = Evapotranspiración potencial mensual
- P = Precipitación mensual
- $P - ETP$ = Diferencia entre precipitación y evapotranspiración potencial mensual
- PPA = Pérdida potencial acumulada de humedad para cada mes
- ST = Agua almacenada en el suelo para cada mes
- DST = Cambios en la humedad acumulada en el suelo para cada mes
- ETR = Evapotranspiración real por mes
- D = Déficit de humedad por mes
- S = Exceso de humedad para cada mes
- Qs = Escurrimiento superficial para cada mes
- Qsn = Escurrimiento superficial proveniente de nieve por cada mes
- Qt = Escurrimiento superficial total por mes
- DT = Detención de humedad que comprende toda el agua en el suelo



- Déficit de agua
- Exceso de agua
- Uso de agua del suelo

Figura 4. Gráfica del balance hídrico de la estación 15095 San Luis Acayucan.

En la figura mostrada se observa claramente que durante los meses de octubre a mayo, meses en los que la lluvia mensual es menor de 90 mm, se tiene un balance negativo en cuanto a disponibilidad de agua en el suelo. Durante este período, para los procesos de evaporación y transpiración se usan las reservas de humedad existentes en el suelo y resulta en una evapotranspiración real muy inferior a la evapotranspiración potencial. Esto no es así durante la estación de lluvias, que corresponde a los meses de junio a septiembre, período en que se tiene un exceso de agua en el suelo y coinciden los valores de evapotranspiración potencial con la real.

En el cuadro presentado, por otra parte, se observa que la lámina de lluvia que se traduce en escurrimiento es de 267.58 mm anuales. Para transformar esta lámina excedente de la lluvia a volumen, se multiplica por la superficie de la cuenca, que en este caso se considera de 28161.07 ha, obteniéndose por tanto un volumen escurrido anual de 75.355 Mm³ (millones de metros cúbicos).

Remitiéndonos entonces a la ecuación de continuidad presentada anteriormente, tenemos que:

$$\text{ENTRADAS (329.475 Mm}^3\text{)} - \text{SALIDAS (75.355 Mm}^3\text{)} = \Delta \text{ 254.120 Mm}^3$$

La cifra obtenida de establece que para cualquier período de tiempo, que la diferencia entre el volumen de agua que entra al sistema (329.475 Mm³) y la que sale de éste (75.355 Mm³), es de 254.120 Mm³. Esta cantidad de agua se queda en el sistema de la cuenca, pero no se tiene especificada la actividad en la que se utiliza este volumen. Por ello, la importancia que tiene el registro de datos en las estaciones climáticas e hidrométricas, y el aforo de manantiales, pozos y arroyos existentes en la cuenca, para realizar el balance hidrológico actual de la cuenca.

Se debe de tomar en cuenta que se tiene un dato de 14.924 Mm³ de volumen de escurrimiento de aguas residuales, provenientes de aguas concesionadas para agua potable de cuencas externas; esta cantidad se debe de restar al resultado medido en el embalse en el año de referencia (2005), que es de 94.494 Mm³, y la cantidad que obtendríamos un volumen de escurrimiento medido de 79.571 Mm³. Se tiene también el dato del aforo de manantiales de 1.183 Mm³ (información que se encuentra citada en el documento Descripción del Medio natural de la Cuenca), los cuales tienen diferentes usos y no todos llegan a los arroyos, con lo cual asumimos y por lo tanto no puede ser incluida en el calculo obtenido mediante el funcionamiento de la presa, a dicha cantidad se le suma el volumen de 2.7357 Mm³ que corresponde a aguas concesionadas para riego, de las Unidades de riego de Transfiguración y Tlazala y que provienen e la presa Iturbide y que también asumimos que es agua de escurrimiento, cantidad de que se tendría que sumar al volumen medido a la cuenca, teniéndose como resultado un volumen de 82.307 Mm³, cantidad que se asume que es agua provenientes de escurrimientos.

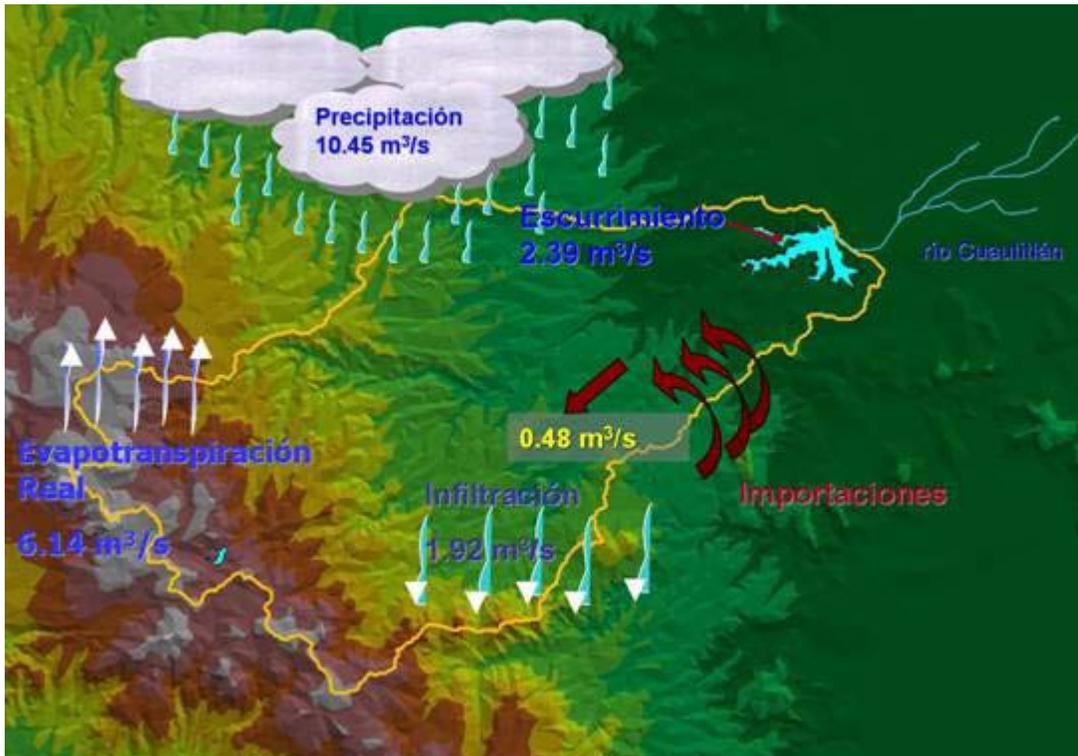
En resumen, se tiene:

Volumen de escurrimiento anual calculado	75.355 Mm ³
Volumen de escurrimiento medido por aforos y embalse (2005)	82.307 Mm ³
Diferencia entre los valores estimados y medidos	6.953 Mm ³

Cabe mencionar que para realizar un balance hidrológico adecuado y que arroje datos no sobreestimados, se necesitan los volúmenes de agua que entran a la cuenca por precipitación con datos recientes y las aportaciones de cuencas externas; la diferencia entre los valores estimados y los observados, puede tener diversas causas. La más cercana debido al análisis de los datos, es que en la cuenca de la Presa Guadalupe existen aportaciones de otras cuencas; aportes concesionados para riego y agua potable, la existencia de manantiales y extracción de agua subterránea.

Finalmente, lo que puede decirse a manera de conclusión es que el agua anual disponible en la presa Guadalupe se encuentra en el rango de 75.355 Mm³ a 82.307 Mm³ anuales, valores que resultan de un balance hidrológico y de la medición de los niveles del vaso, respectivamente. Si se considera un promedio de dichas cifras, el volumen anual disponible resulta de 80.939 Mm³, volumen que debe considerarse como frontera conservadora de extracción. Debe tenerse claro en dado caso de que el máximo a extraerse por año para los diversos usos dentro de la cuenca nunca debe sobrepasar el volumen calculado mediante aforos (82.307 Mm³). Usar volúmenes inferiores a la recarga (entradas a la presa) significa que se está explotando el recurso. Cualquier volumen que se extraiga en exceso del límite señalado, implica que se están explotando las reservas, lo que representa una reducción del volumen de agua en la presa.

De manera gráfica se presenta el ciclo hidrológico en la figura siguiente:



Elementos del ciclo hidrológico de la cuenca Presa Guadalupe.

Uso actual del suelo

El uso actual del suelo se determinó con recorridos de campo. Se obtuvo información directamente de las áreas agrícolas, forestal y urbana, vaciándose esta información en ortofotos digitales de vuelo 2001, escala 1:10,000.

En el cuadro siguiente se presentan los resultados de uso actual del suelo para el año 2006.

Uso	Superficie (Ha)	%
Área urbana	3,604.46	12.80
Agrícola	3,628.10	12.88
Forestal	16,208.56	57.56
Área erosionada	878.60	3.12
Pastizal	1,454.12	5.16
Sin cultivar	1,936.21	6.88
Praderas	90.32	0.32
Cuerpo de agua	360.70	1.28
TOTAL	28,161.07	100.00

2. Descripción del medio social y económico

Población urbana y rural

Los municipios que comprenden la Cuenca Presa Guadalupe son Atizapán de Zaragoza, Nicolás Romero, Jilotzingo, Isidro Fabela y Cuautitlán Izcalli. Los municipios que aportan el menor número de comunidades a la cuenca son Cuautitlán Izcalli y Atizapán de Zaragoza, de los cuales solo se abarca una pequeña porción de su territorio. Nicolás Romero y Jilotzingo participan casi con la mitad de su extensión y del total de localidades, mientras que el municipio Isidro Fabela contribuye prácticamente con la totalidad de su territorio a la cuenca y el mayor número de localidades.

Municipio y cuenca	Número de poblaciones	Poblaciones		
		Urbana 15,000 o más habitantes	Rurales Menores a 15,000 habitantes	
			<15,000 y >2,500	<2,500
Atizapán de Zaragoza	3	0	0	3
Isidro Fabela	16	0	0	16
Jilotzingo	12	0	1	11
Nicolás Romero	12	1	5	6
Cuautitlán Izcalli	1	1	0	0
Total	44	2	6	36

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. INEGI

Dinámica demográfica

La población de la cuenca Presa Guadalupe muestra un crecimiento poblacional general del 50.42% aproximadamente desde 1990 al año 2000, pero es evidente que su parte urbana se ha incrementado en mayor proporción que la rural, concentrándose dicho crecimiento en las localidades de Cuautitlán Izcalli y Villa Nicolás Romero, así como en sus alrededores, principalmente.

Tipo de población	Población total 1990		Población total 2000		Incremento porcentual 1990-2000
	No.	%	No.	%	
Urbana	149,474	86.31	220,530	84.66	47.54
Rural	23,701	13.69	39,963	15.34	68.61
Total	173,175	100.00	260,493	100.00	50.42

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda, Estado de México; XII Censo General de Población y Vivienda. Estado de México, 2000

Vivienda con sanitario exclusivo, agua entubada, drenaje y energía eléctrica

Las viviendas con sanitario exclusivo en la Cuenca Presa Guadalupe representan el 88.18%, observándose una mayor proporción de este servicio en el sector urbano de la cuenca. Los servicios de agua entubada y drenaje muestran la misma tendencia, con porcentajes de cobertura total del 89.43 y 91.79%. Mientras que la energía eléctrica se encuentra en el 98.71% de las viviendas de la cuenca, siendo muy similar el porcentaje cubierto en las zonas rural y urbana.

Zona	Tipo de población	Viviendas particulares habitadas	Viviendas con sanitario exclusivo		Viviendas con agua entubada		Viviendas con drenaje		Viviendas con energía eléctrica	
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Cuenca Presa Guadalupe	Urbano	47,033	42,216	89.76	42,744	90.88	44,796	95.24	46,519	98.91
	Rural	7,956	6,272	78.83	6,431	80.83	5,676	71.34	7,759	97.52
	Total	54,989	48,488	88.18	49,175	89.43	50,472	91.79	54,278	98.71

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda. Estado de México, 2000. INEGI

Ocupación

La población económicamente activa en la Cuenca Presa Guadalupe es el 50.15%, valor que disminuye para la zona rural y aumenta en la zona urbana. Consecuentemente, se advierte una mayor población inactiva en la cuenca, siendo mayor en la población rural que en la urbana. Aunado a lo anterior, la población ocupada para ambos sectores es claramente diferente, dada la alta concentración de la población en la zona urbana.

Zona	Tipo de población	PEA*		PEI**		Población ocupada***
		No	%	No.	%	
Cuenca Presa Guadalupe	Urbano	77,845	50.47	76,380	49.53	76,443
	Rural	12,936	48.27	13,863	51.73	12,730
	Total	90,781	50.15	90,243	49.85	89,173

* Población de 12 años que **trabajó o buscó trabajo** en la semana de referencia encontrándose en condiciones de hacerlo

** Población de 12 años y más que **no trabajó ni buscó trabajo** en la semana de referencia

*** Población de 12 años y más que **trabajó** en la semana de referencia

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda. Estado de México, 2000. INEGI

Índice y grado de marginación

El índice de marginación considera la educación, vivienda, ingresos monetarios y distribución de la población para su cálculo, identificando su incidencia a través de los indicadores socioeconómicos de analfabetismo, población sin primaria completa, viviendas particulares sin agua entubada, viviendas particulares sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo, viviendas particulares sin energía eléctrica, viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento, población ocupada que percibe hasta dos salarios mínimos y localidades con menos de 5 000 habitantes. Con base en ellos, mide la intensidad de la marginación como el porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas.

De esta manera, el grado de marginación asignado finalmente se define desde alto, medio, bajo y muy bajo, siendo el primero de ellos el que se refiere a los casos de menores beneficios para la población.

Para los municipios de la Cuenca Presa Guadalupe se tiene un grado de marginación como se indica en el Cuadro siguiente, observándose que los municipios Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero presentan grados muy bajos de marginación, y en ninguno de los casos se tiene un nivel alto de este fenómeno.

Municipio	Grado de marginación
Atizapán de Zaragoza	Muy bajo
Isidro Fabela	Medio
Jilotzingo	Bajo
Nicolás Romero	Muy bajo
Cuautitlán Izcalli	Muy bajo

CONAPO. 2002. *Índice de marginación a nivel localidad, 2000.* Consejo Nacional de Población. México, D. F.

No obstante, este fenómeno cambia al consultar los grados de marginación por localidad, encontrándose 17 comunidades clasificadas con grados de marginación altos, 8 con grado bajo y 13 con grado medio (como se observa en el siguiente cuadro). En esta clasificación se consideran solamente 42 localidades, excluyéndose Xitoxi del municipio Isidro Fabela y El Tular Peña de Lobos del municipio Jilotzingo, por carecer de la información para el cálculo correspondiente, al ser poblaciones demasiado pequeñas.

Municipio	Grado de marginación				Total general
	Alto	Bajo	Medio	Muy bajo	
Atizapán de Zaragoza	1	0	1	1	3
Isidro Fabela	7	2	6	0	15
Jilotzingo	5	2	4	0	11
Nicolás Romero	4	4	2	2	12
Cuautitlán Izcalli	0	0	0	1	1
Total general	17	8	13	4	42

CONAPO. 2002. *Índice de marginación a nivel localidad, 2000.* Consejo Nacional de Población. México, D. F.

Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la Comisión de Cuenca de la Presa Guadalupe, la riqueza biológica de esta se hace evidente con más de 150 especies de aves terrestres y acuáticas, y con la presencia de especies de reptiles. Dentro de todas las especies que en la cuenca habitan ocho tienen la categoría de riesgo.

En la Cuenca de la Presa Guadalupe se encuentran dos áreas naturales protegidas, el Parque Estatal Otomí – Mexica y el Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe.

Parque Estatal Otomí-Mexica

Se decreta como Parque Estatal el 4 de enero de 1980, cuenta con una superficie de 105,256 ha y comprende 17 municipios, Chapa De Mota, Morelos, Ocuilan, Tianguistenco, Capulhuac, Jalatlaco, Ocoyoacac, Lerma, Huixquilucan, Naucalpan, Otzolotepec, Xonacatlan, Isidro Fabela, Temoaya, Jiquipilco, Jilotzingo, Villa Del Carbón y Nicolás Romero.

En la cuenca solo se cuenta con una superficie de 10,109.4 ha del parque estatal, lo cual representa el 9.6% del parque. La distribución de la superficie por municipio se presenta en el cuadro siguiente.

Municipio	Superficie (ha)
Isidro Fabela	4030.4
Jilotzingo	3329.4
Nicolás Romero	2516.2
Temoaya	233.5
Total	10,109.4

De acuerdo a las cartas de vegetación de INEGI y de los recorridos de campo y a la información presentada en el documento "*Diagnóstico de la Cuenca*", la vegetación existente son Bosques de Oyamel, Bosques de Pino, Bosques de encino y asociaciones de estos con diferentes grados de conservación.

La flora comprendida dentro de la cuenca también incluye pastos, tanto estos como los bosques se encuentran desde condiciones intactas hasta altamente degradadas, encontrándose los ecosistemas menos afectados en las zonas más altas de la cuenca.

Las zonas más elevadas están dominadas por bosques de oyamel (*Abies religiosa*) asociados con pinos (*Pinus pseudostrobus*) y ailes (*Alnus acuminata*). Conforme se desciende, en la vegetación se van presentando otras especies de pino y encinos, las especies dominantes son *Pinus leyophila*, *Pinus michoacana*, *Pinus montezumae* y diferentes especies de encino (*Quercus sp.*) A medida que estos árboles con valor comercial son talados, se reemplazan por pastos y arbustos, así como árboles de menor valor.

El uso de suelo de esta área natural protegida se presenta en el cuadro siguiente:

Uso	Superficie (ha)	%
Bosque	7,992.42	79.1
Agrícola	1,107.07	11.0
Cuerpo de agua	18.16	0.2
Pastizal	808.37	8.0
Urbano	183.38	1.8
Total	10,109.40	100.0

Parque estatal Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe

Se decreta como Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe el 13 de octubre de 2004, ubicada en los municipios de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero, con una superficie de 1,769.2 ha.

De acuerdo a la poligonal señalada en la gaceta de gobierno, dentro de la Cuenca de la Presa Guadalupe, solo se encuentra el 97% de la superficie. La distribución por municipios se presenta en el siguiente cuadro.

Municipio	Superficie (ha)
Cuautitlán Izcalli	1472.1
Nicolás Romero	245.0
Total	1717.2

En esta Área Natural Protegida se identifican zonas de pastizales, áreas dedicadas a la agricultura, en las inmediaciones de algunas corrientes se encuentran zonas con estratos arbóreos densos, conformados principalmente por especies introducidas como eucaliptos, fresnos y pirul, matorral xerófito, sobre todo en las laderas, donde este tipo de vegetación se ha visto fuertemente alterado y zonas carentes de vegetación debido a la perturbación por actividades humanas.

En áreas alrededor de la Presa Guadalupe, se desarrollan básicamente tres tipos de vegetación, bosque cultivado y consolidado de eucalipto, áreas de pastizales y manchones de matorral xerófito, con dominancia de *Opuntia sp* y pastizales con elementos arbóreos aislados de *Schinus molle*, *Prosopis juliflora* y *Acacia farnesiana*.

El uso de suelo encontrado en esta Área Natural Protegida se presenta en el cuadro siguiente.

Uso	Superficie (ha)	%
Area Erosionada	100.1	5.8
Bosque	346.7	20.2
Agrícola	78.0	4.5
Cuerpo de agua	340.1	19.8
Pastizal	454.8	26.5
Urbano	397.5	23.1
Total	1,717.2	100.0

3. Diagnóstico de la cuenca

3.1. Situación actual del agua

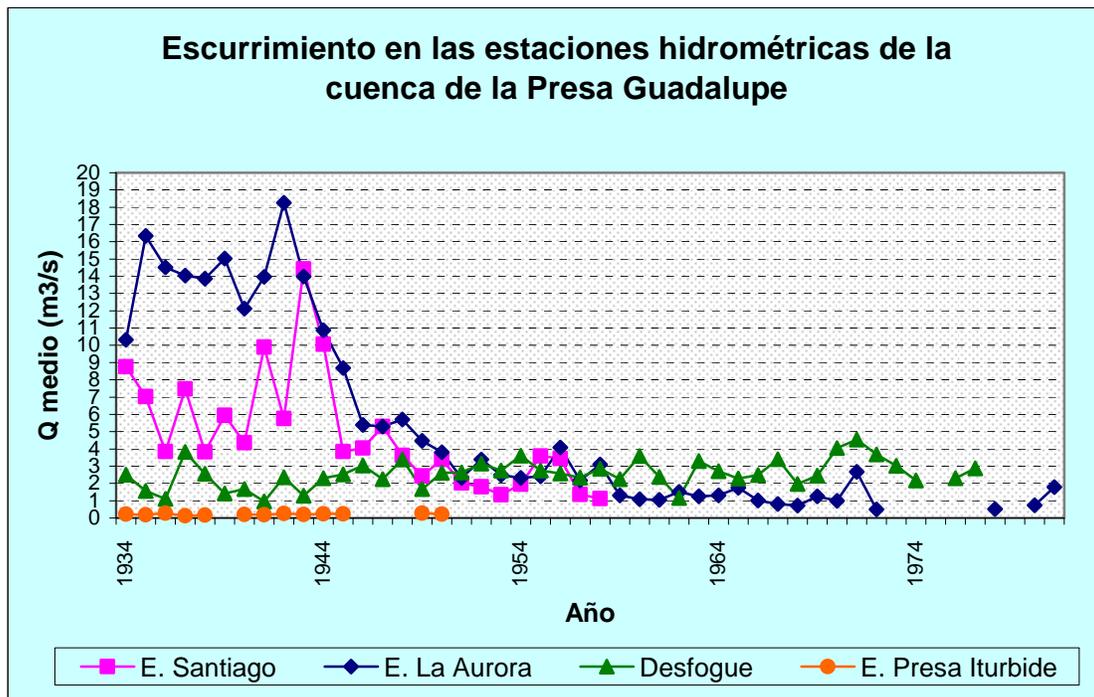
Para determinar los niveles de deterioro del agua en la cuenca Presa Guadalupe, se recurrió a obtener información de lluvia y gastos (escurrimientos) de diversas fuentes, tales como los registros de las estaciones climatológicas ubicadas en la cuenca, a través de medios electrónicos desarrollados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), estos son el ERIC II y MADAME CLEX, en donde se tienen registros históricos de todas las estaciones climatológicas del país; se recurrió también al Banco Nacional de Aguas Superficiales (BANDAS) para obtener datos de escurrimientos de las estaciones hidrométricas de las principales corrientes de la Cuenca de la Presa Guadalupe.

Estaciones hidrométricas

Se encontraron 4 estaciones hidrométricas dentro de la cuenca Presa Guadalupe, y son las siguientes:

1. Santiago
2. La Aurora
3. Presa Guadalupe
4. Presa Iturbide

El comportamiento histórico de los escurrimientos de las estaciones hidrométricas se presenta en la siguiente gráfica.



Organismos operadores

En la cuenca Presa Guadalupe, las entidades encargadas del manejo del recurso hídrico están ligadas a la administración municipal. Existen tres organismos operadores en igual número de municipios. En Atizapán de Zaragoza esta el SAPASA (Servicio De Agua Potable y Saneamiento de Atizapán); en el Municipio de Cuautitlán Izcalli el organismo es conocido como OPERAGUA, que al igual que el anterior esta encargado de satisfacer las necesidades del municipio en cuanto al abastecimiento de agua potable, alcantarillado y saneamiento. El otro municipio que cuenta con organismo operador es Nicolás Romero cuyo denominación es SAPASNIR (Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Nicolás Romero), en este municipio además del organismo operador se cuenta con sistemas independientes para el abastecimiento de agua potable, estos son los de las comunidades de La Colmena, Granjas Guadalupe, Progreso Industrial, Magú tráfico, San Juan de las Tablas Cahuacán, transfiguración, Barrio de Guadalupe, Francisco I. Madero y La Colmena, Puentecillas y Barrio Miranda.

En los municipios de Jilotzingo e Isidro Fabela no se cuenta con organismos operadores, pero dentro de la administración municipal se cuenta con Oficinas de Agua.

Unidades de riego

En la cuenca existen dos unidades de riego, la Unidad de riego Tlazala y la Unidad de Riego Transfiguración, constituidas legalmente. En ambos casos la administración a través de una mesa directiva electa democráticamente cada año, la cual se encarga de vigilar la observancia del reglamento interno de la misma unidad, realizar reuniones informativas periódicamente, así como convocar a faenas para el mantenimiento de los canales. Cuentan con el apoyo del personal del CADER No. 4 de Nicolás Romero perteneciente ala Distrito de Desarrollo Rural 074, Zumpango, Estado de México de la SAGARPA.

Disponibilidad de agua en la cuenca

Atizapán de Zaragoza

Para satisfacer la demanda de agua potable del municipio, este cuenta con tres fuentes federales, los sistemas Cutzamala, Barrientos y Madín, con un volumen anual de 36,658,186 m³ (1,162 l/s), que representa el 78.5% del agua total consumida, el resto (320 l/s), se obtiene de 36 pozos profundos, distribuidos en la zona sur-poniente del municipio, lo que da un total de 1482 l/s disponibles en el sistema de abastecimiento.

Cuautitlán Izcalli

La obtención del agua se realiza mediante la explotación de 45 pozos, municipales, federales y estatales; así mismo existen comités dentro de los pueblos que operan y administran algunos pozos y siete derivaciones de agua en bloque del sistema Cutzamala, los cuales proporcionan un gasto promedio de 2,539 l/s.

Isidro Fabela

El Municipio tiene como fuentes de agua potable manantiales ubicados en la parte este y oeste de la cabecera municipal, que además son utilizados para riego. Se estima un caudal de 76 l/s de estas fuentes de abastecimiento para diversos usos.

Jilotzingo

Las fuentes de abastecimiento de agua potable en este municipio también son a través de manantiales, con diferentes usos. La oficina de proyectos especiales de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, realizó un estudio de los manantiales del municipio de Jilotzingo, de los cuales solo 36 se encuentran en la cuenca, y en total dan un gasto de 37.5 l/s.

Nicolás Romero

El municipio tiene como fuente de abastecimiento 3 fuentes superficiales agua en bloque de la CAEM, que corresponde al sistema Cutzamala y 20 pozos profundos, que en conjunto representa un gasto de 566 l/s.

Manantiales

La oficina de proyectos especiales de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, realizó un estudio de los manantiales del municipio de Jilotzingo, de los cuales solo 36 se encuentran en la cuenca, y en total dan un gasto de 37.5 l/s. Estos manantiales tiene diferentes usos, entre los que se pueden destacar el piscícola, también tienen usos agrícola, público urbano, doméstico, pecuario y a algunos no se les determinó el uso.

En el resto de municipios también se encuentran manantiales de los cuales no se contó con información para el presente trabajo

Unidades de riego

Tienen como fuente de abastecimiento el almacenamiento de la Presa Iturbide. Las dos unidades de riego tienen un volumen total concesionado de 2,735,690 m³, con lo cual se beneficia una superficie de 598 ha y 1005 usuarios.

Registro Público de Derechos del Agua

En los cinco municipios de la Presa Guadalupe se encontraron 46 Títulos de Concesión, de los cuales 16 corresponden a Uso Público Urbano, 7 a uso industrial, 6 a uso agrícola, 4 a uso acuícola y con un aprovechamiento el uso doméstico y el uso pecuario, mientras que 11 títulos de concesión son para descargas.

El total de volumen de agua utilizado por los 35 aprovechamientos suma un total de 14,653,803 m³ anuales. De este volumen 1,601,055 m³ anuales corresponden al uso acuícola, 4,395,826 m³ anuales al uso agrícola, 31,536 m³ anuales al uso doméstico, 4,384,544 m³ anuales al uso industrial, 6,320 m³ anuales al uso pecuario y 4,234,522 m³ anuales al uso público urbano. En cuanto al volumen de descarga se tiene para servicios un volumen anual de 322,173 m³ y para la de tipo industrial de 102,000 m³, para un total de 424,173 m³ anuales.

Fuentes de contaminación

Atizapán

El municipio tiene dos zonas de aportación de aguas residuales a afluentes que descargan a la Presa Guadalupe, es la de las colonias Emiliano Zapata, Ampliación Emiliano Zapata y Monte María con una descarga estimada de 14.7 l/s. Otra zona es el Condado de Sayavedra y las Fincas con una aportación estimada de 16.63 l/s, para un total de 31.33 l/s.

Cuautitlán Izcalli

El gasto estimado de aguas residuales es de 850.69 l/s; sin embargo, se tiene un registro de que el Río Cuautitlán recibe 1,885.46 l/s de aguas residuales. Además del Río Cuautitlán, en el municipio se tienen como sitios de vertido de aguas servidas el Emisor Poniente y el Canal San José.

Como fuente de aguas que descargan directamente a la presa se tiene en la parte sur del vaso de la presa un área urbana y fraccionamientos que descargan directamente a la presa, de las cuales no se dispone del volumen servido.

Isidro Fabela

El municipio carece del servicio de drenaje, únicamente en la cabecera se cuenta con una red sanitaria que no opera, lo cual provoca descargas de aguas residuales a canales, barrancas, y ríos. Una parte de la población hace uso de fosas sépticas pero el resto vierte sus aguas residuales a cielo abierto.

Nicolás Romero

Dentro del municipio existen comunidades que por su lejanía a la zona urbana no cuentan con este servicio y utilizan para satisfacer sus necesidades fosas sépticas, barrancas y arroyos; dentro del área urbana, existen sólo 13 comunidades que cuentan en su totalidad con drenaje, 34 sólo están dotadas parcialmente y el resto carece de él.

En el área urbana existe un sistema de alcantarillado de 230 km aproximadamente, donde los colectores descargan a los arroyos que desembocan al lago de Guadalupe y la Concepción, asimismo se carece de colectores primarios y de plantas de tratamiento de las aguas residuales en todo el municipio.

En el Registro Público de Derechos del Agua se tiene una relación de descargas en la cuenca, con un volumen anual de descarga de 424,173 m³.

No existen en la cuenca plantas de tratamientos de agua que estén operando, aún en las áreas urbanas, solo existen proyectos en Atizapán y en Nicolás Romero.

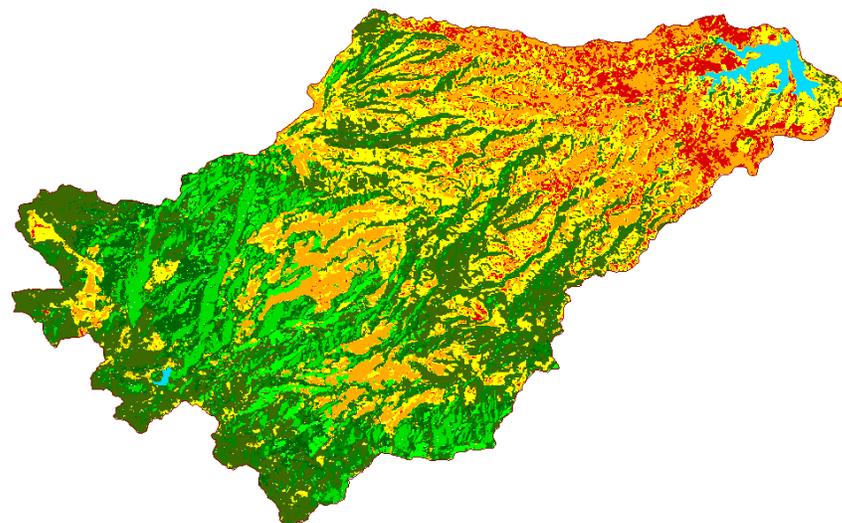
3.2. Situación actual del suelo

a) Estudio de dinámica del cambio de uso

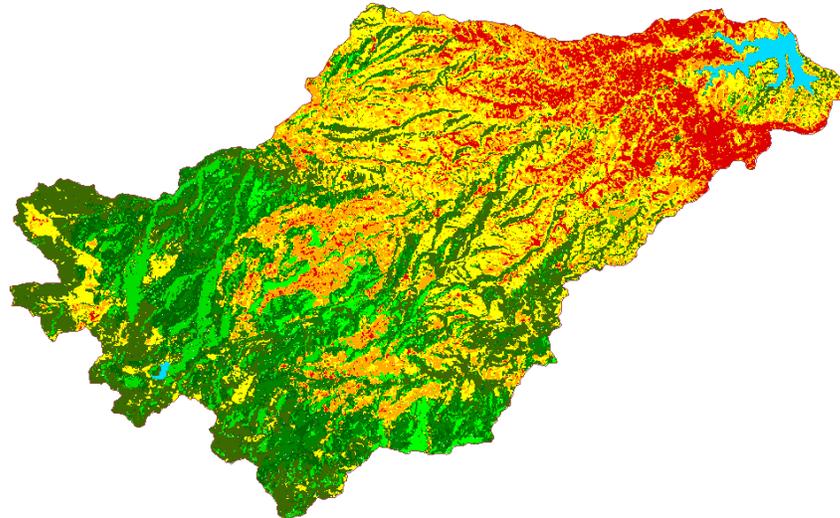
En este apartado se muestra la clasificación del Uso del Suelo de la Cuenca y mapas para los Años 1985 y 2000, en ambas es utilizada las mismas clases y los mismos identificadores de color (cuadro y figuras siguientes).

Clasificación del uso de suelo

Color de la clase	Clase utilizada
<i>Verde claro</i>	<i>Bosque de oyamel</i>
<i>Verde</i>	<i>Bosque de encino</i>
<i>Verde fuerte</i>	<i>Bosque de pino-encino</i>
<i>Verde oscuro</i>	<i>Bosque de pino</i>
<i>Verde oliva</i>	<i>Bosque de pino de baja densidad</i>
<i>Amarillo</i>	<i>Pastizal</i>
<i>Naranja</i>	<i>Agricultura</i>
<i>Rojo</i>	<i>Zona urbana</i>
<i>Azul claro</i>	<i>Cuerpos de agua</i>



Uso del suelo de la Cuenca en el año 1985



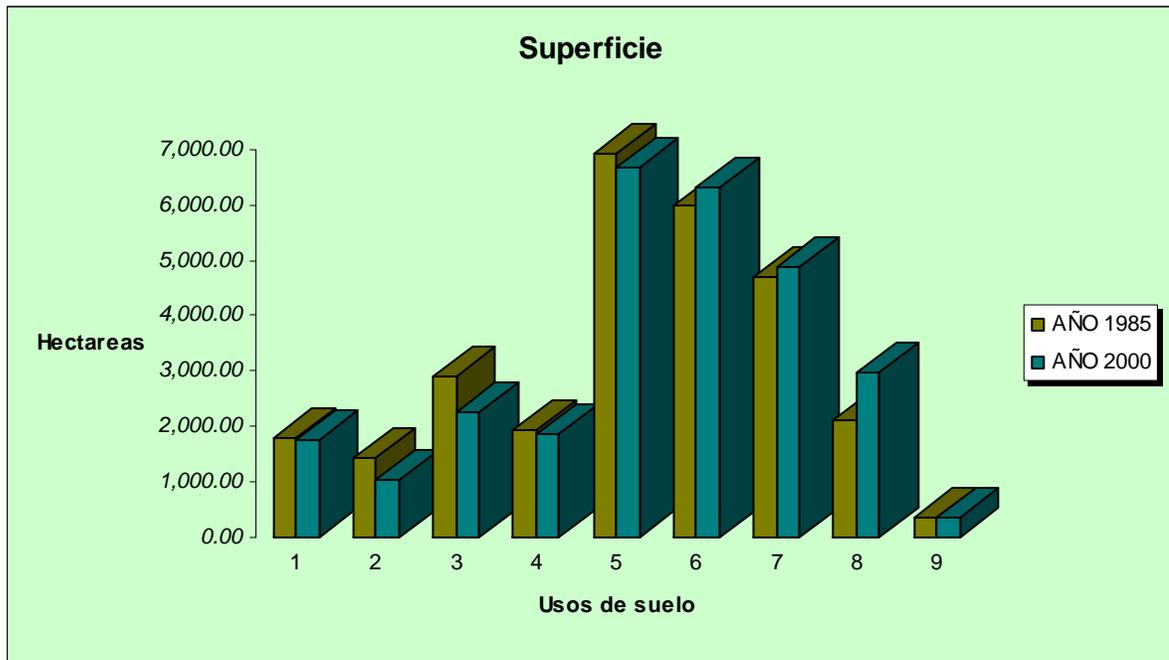
Uso del suelo de la Cuenca en el año 2000

Cuantificación de superficies

El Cuadro siguiente muestra el total de hectáreas ocupadas por cada uso del suelo, en 1985 y en el año 2000, y el total de su incremento o decremento, según sea el caso, con respecto a ambos años. El comportamiento se ejemplifica con la gráfica que le sigue.

Dinámica del cambio de uso de suelo para dos periodos en la cuenca Presa Guadalupe.

No.	Uso de suelo	Superficie (ha)		Diferencia en el periodo (ha)
		Año 1985	Año 2000	
1	Bosque de oyamel	1,811.07	1,778.53	-32.54
2	Bosque de encino	1,427.31	1,042.39	-384.92
3	Bosque de pino encino	2,908.59	2,264.15	-644.44
4	Bosque de pino	1,928.85	1,868.27	-60.58
5	Bosque de pino de baja densidad	6,911.78	6,669.63	-242.15
6	Pastizal	5,997.19	6,310.45	313.26
7	Agricultura	4,698.95	4,889.15	190.20
8	Zona urbana	2,119.63	2,980.80	861.17
9	Cuerpos de agua	357.70	357.70	0.00
	Total	28,161.07	28,161.07	0.00



Cambio de uso de suelo del año 1985 al año 2000

Porcentajes de cambio de uso de suelo

En el Cuadro siguiente se muestra, el porcentaje que era ocupado por cada uso de suelo dentro de la cuenca en sus respectivos años 1985 y 2000. Así como también se muestra el porcentaje total de incremento o decremento en superficie con respecto al año 1985, según sea el caso, en cada uso de suelo.

Comportamiento del cambio de uso de la cuenca

No.	Usos de suelo	Porcentaje de superficie		% de cambio
		Año 1985	Año 2000	
1	<i>Bosque de oyamel</i>	6.43	6.32	-0.11
2	<i>bosque de encino</i>	5.07	3.70	-1.37
3	<i>Bosque de pino encino</i>	10.33	8.04	-2.29
4	<i>Bosque de pino</i>	6.85	6.63	-0.22
5	<i>Bosque de pino de baja densidad</i>	24.54	23.68	-0.86
6	<i>Pastizal</i>	21.30	22.41	1.11
7	<i>Agricultura</i>	16.69	17.36	0.68
8	<i>Zona urbana</i>	7.53	10.58	3.06
9	<i>Cuerpos de agua</i>	1.27	1.27	0.00
	TOTAL	100.00	100.00	

b) Estudio de erosión hídrica actual

Con los factores R, K y LS se obtiene el mapa de erosión hídrica potencial, la cual considera la ausencia de cubierta vegetal y la ausencia de prácticas de manejo conservación de agua y suelo y con la cual se identifican las áreas más susceptibles de ser erosionadas si no se consideran un manejo adecuado.

Se obtuvieron los diferentes rangos de erosión utilizando la clasificación que se muestra en el cuadro siguiente.

Intervalo de erosión hídrica (t ha ⁻¹ año ⁻¹)
Nula (menor de 5)
Ligera (5 a 10)
Moderada (10 a 50)
Alta (50 a 200)
Muy Alta (mayor de 200)

En la primera de ellas se considera aquellas áreas con tasas de erosión que no pasan de 5 t ha⁻¹ año⁻¹, y por tanto sería no aportadoras de sedimentos a los cauces y embalses. Luego se tienen las áreas con tasas de erosión de 5 a 10 t ha⁻¹ año⁻¹, que generalmente se presentan en terrenos de pendientes de hasta el 5%, pero sin embargo se considera ligera porque quizá no llegue a pasar de la tasa de formación de suelo y se considera que la tasa de erosión es casi similar, sin embargo, si contribuye en un pequeño porcentaje en la producción de sedimentos.

Luego se tienen las tasas de erosión que van de 10 a 50 t ha⁻¹ año⁻¹, tienen su origen en terrenos con pendiente del 5 hasta el 20%, generalmente se trata de parcelas en lomeríos y laderas donde se producen cultivos de escarda, son generadoras de una mediana producción de sedimentos. Enseguida se tiene las áreas con una erosión alta que va de 50 a 200 t ha⁻¹ año⁻¹, se trata de áreas o terrenos con pendientes de 20 a 50% en donde se desarrolla agricultura y zonas deforestadas o sobrepastoreadas; por supuesto que se trata de fuentes aportadoras de sedimentos en un porcentaje elevado. Por último, se tienen las áreas con tasas de erosión que superan las 200 t ha⁻¹ año⁻¹, aquí se trata de zonas con pendientes extremas (con más de 50% de pendiente) donde se desarrolla agricultura y áreas de bosques con escasa cubierta vegetal, además de encontrarse áreas erosionadas y muy sobrepastoreadas, se trata por tanto de zonas con alto potencial de producción de sedimentos.

Para determinar la erosión hídrica actual se considera a dos factores que son de los más atenuantes en el proceso de erosión, uno que es la cobertura vegetal (con el uso y manejo del suelo) y la presencia de prácticas mecánicas para la conservación del agua y suelo. Es decir, se considera el estado actual de uso y manejo de la cuenca para determinar las tasas de erosión, y esta se determina mediante la sobreposición con el SIG Arc View en el mapa de erosión hídrica potencial de los mapas del factor C y del factor P ya descritos con anterioridad.

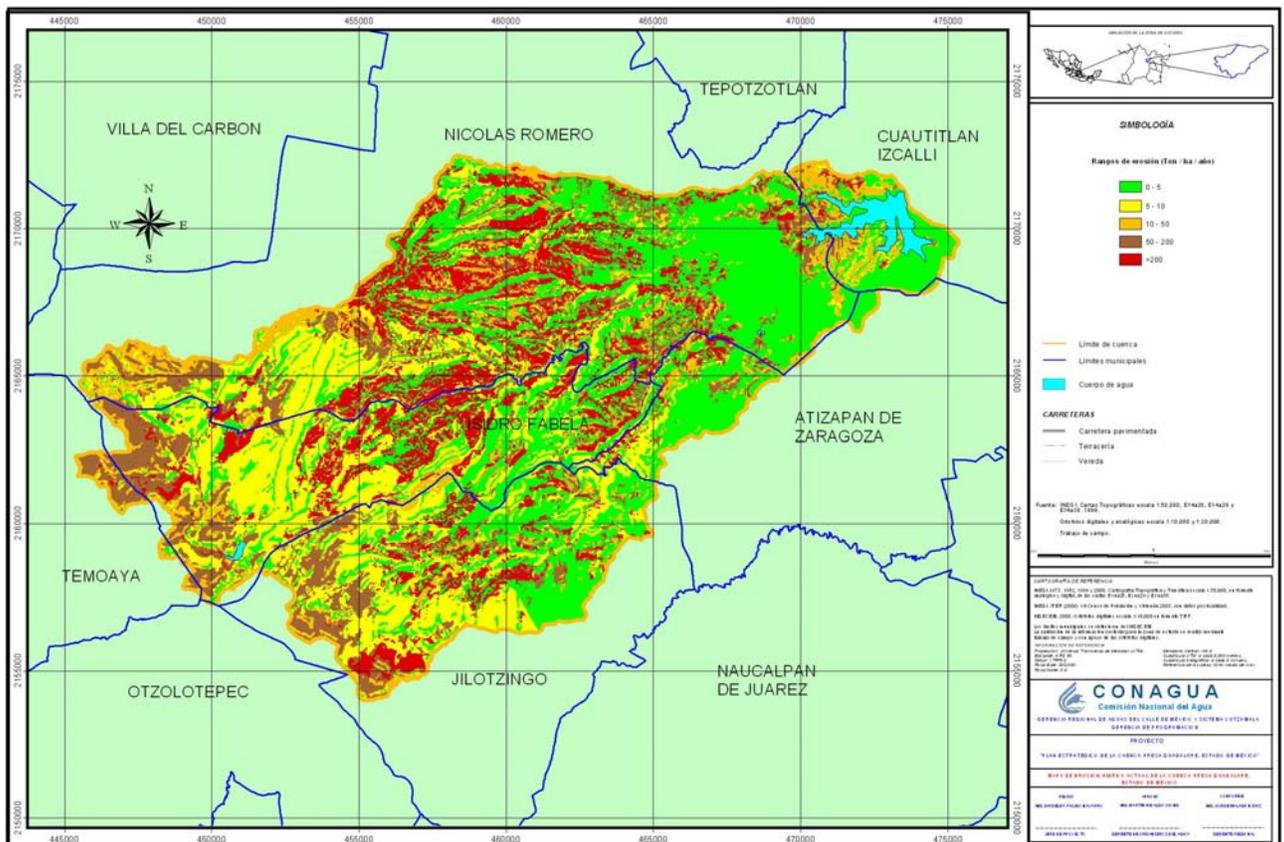
De tal manera que de la EUPS la erosión actual se determina mediante la siguiente expresión:

$$EP = R K L S C P$$

En el Cuadro siguiente se presenta la distribución de superficie para cada intervalo de erosión.

Rango de erosión (t ha ⁻¹ año ⁻¹)	Superficie (ha)	%
0 - 5	10,174.95	36.13
5 - 10	6,457.30	22.93
10 - 50	2,765.34	9.82
50 - 200	4,448.25	15.80
>200	4,315.23	15.32
TOTAL	28,161.07	100.00

Considerando lo anterior fue como se obtuvo el mapa de distribución de las tasas de erosión actual para cada intervalo propuesto, y este se presenta en la Figura siguiente.



Mapa de erosión hídrica actual de la cuenca Presa Guadalupe.

3.3. Situación actual del bosque

El propósito de este apartado del diagnóstico es determinar el comportamiento que ha tenido la cubierta forestal en el transcurso de los años. Hasta el momento no se ha logrado obtener algún estudio previo que se haya realizado para la cuenca, sin embargo, se han obtenido las imágenes de satélite de dos periodos, 1985 y 2000. Mediante un SIG se realizó la clasificación de las diferentes bandas para identificar las coberturas de vegetación, como un primer esfuerzo se obtuvo una clasificación previa de usos de suelo agrícola, pastizal, forestal, urbana y cuerpo de agua.

En el siguiente Cuadro se presenta el resultado obtenido de uso de suelo para cada tipo de bosque en la cuenca, cabe mencionar que dichos resultados están avalados con puntos de verificación de campo.

Superficies con cubierta forestal para los años de 1985 y 2000 de la cuenca Presa Guadalupe.

No.	Uso de suelo	Superficie (ha)		Diferencia en el Periodo (ha)
		Año 1985	Año 2000	
1	Bosque de oyamel	1,811.07	1,778.53	-32.54
2	Bosque de encino	1,427.31	1,042.39	-384.92
3	Bosque de pino encino	2,908.59	2,264.15	-644.44
4	Bosque de pino	1,928.85	1,868.27	-60.58
5	Bosque de pino de baja densidad	6,911.78	6,669.63	-242.15
	Total	14,987.60	13,622.97	1,364.63

El análisis que podemos hacer con esta información es que en los 15 años transcurridos se han presentado cambios notables en la cobertura vegetal, es preocupante que la vegetación forestal haya disminuido en 1,364.63 hectáreas. Ello ha derivado en que se incrementen las áreas agrícolas en 190.20 hectáreas, y en una considerable proporción las áreas con pastizales con 31.26 hectáreas. Sin embargo, un cambio de uso que ha proliferado son las áreas urbanas, se observa que en estos años se incrementó de manera alarmante en 861.17 hectáreas (57.41 hectáreas anualmente), como se presenta en el cuadro de la página 24.

3.4. Impacto de las actividades sobre la cuenca alta, media y baja

Cuenca Alta

La cuenca Alta-Forestal comprende la superficie cuyo límite se encuentra por arriba de la cota 2,800, y su uso es en su mayoría forestal, en ella además se realizan actividades importantes como son la recreación y la truticultura.

El uso predominante en la cuenca alta es el forestal, se aprecia sin embargo, que están presentes el uso agrícola cerca del bosque y también se tiene superficie importante de terrenos sin cultivar y que entran en la categoría de terrenos agrícolas, con lo cual se aprecia que son terrenos que se abrieron a la agricultura y que funcionaron como tales durante algunos ciclos, sin embargo al ser explotados de esta manera la tendencia es a un decremento acelerado de la fertilidad, y al hacerse insostenible la producción son abandonados. Estas tierras agrícolas, además de ser de baja productividad, son de los principales aportadores de sedimentos.

Otro aspecto importante, es que dentro de la masa foresta se aprecian claros o desmontes lo cual es evidencia de explotación del recurso de manera desordenada y tal vez ilegal.

Además de los usos mencionados, en esta cuenca alta se tiene la presencia de pastizales, como el de Las Palomas en la parte mas alta de la cuenca, en donde se practica el pastoreo libre de ganado bovino y ovino. En esta zona se apreciaron evidencias de incendio que afectaron el bosque en donde posterior al incendio se han presentado plagas. A pesar de que hay regeneración natural, esta se ve afectada por el ganado que es pastoreado en la zona.

Es importante señalar que esta cuenca alta es zona de manantiales, y de acuerdo a la ubicación señalada por la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, su área de influencia esta siendo afectada por desmontes principalmente, lo que podría significar en el tiempo una disminución en la disponibilidad de agua, ya que algunos son utilizados como fuente de agua potable, algunos otros son utilizados para la actividad trutícola, que también puede verse afectada.

Cuenca media

Media agrícola-urbana

Desde el límite inferior de la cuenca Alta-Forestal hasta la cota 2,600 aproximadamente se encuentra la Cuenca Media Agrícola Urbana, puesto que en ella se practican la agricultura de temporal y en menor escala de riego, además de que se encuentran las cabeceras municipales de Jilotzingo e Isidro Fabela, y comunidades importantes como Transfiguración y Santa María Cahuacan, del Municipio de Nicolás Romero y Santa María Mazatla, San Miguel Techan y Espíritu Santo del Municipio de Jilotzingo.

En esta cuenca media, el uso forestal sigue siendo importante, ya que representa más del 50% de la superficie, seguido por la superficie agrícola, que ocupa casi el 40%. El área urbana ocupa casi el 6%, ya que en esta cuenca se tiene a casi la totalidad de la población del municipio de Isidro Fabela y de Jilotzingo, así como comunidades importantes de Nicolás Romero, Como son Transfiguración y Barrio de Guadalupe. Es importante señalar que en esta cuenca, en el municipio de Jilotzingo se están desarrollando fraccionamientos residenciales, como en el caso

de la Comunidad de Espíritu Santo. Las comunidades también están creciendo hacia las áreas agrícolas.

Con respecto al área agrícola, se encuentra una superficie importante sin cultivar y también se aprecia que se han comenzado con actividades de reconversión productiva de agrícola a forestal, y el cultivo que más se presenta es el de maíz y avena forrajera y algunas praderas. Esta área agrícola es la principal aportadora de sedimentos y de nutrientes derivados de la actividad agrícola, ya que en esta zona se presentan las mayores tasas de erosión (mapa de erosión hídrica actual de este documento), puesto que asociado a las partículas de suelo desprendidos por la energía del agua, se tiene materia orgánica y nitratos y fosfatos aplicados a través de fertilizantes así como de otros agroquímicos, como son los plaguicidas.

En cuanto al área urbana, primeramente mencionaremos que en las comunidades más alejadas de las cabeceras municipales, se tiene como fuente importante de energía el consumo de leña, cuya fuente es el bosque, lo cual ejerce presión sobre este recurso. Otro aspecto importantes es que en la temporada de lluvias gran parte de la población tiene como actividad económica la recolección de hongos comestibles de esta cuenca media y de la cuenca alta, es de destacarse que la cantidad de hongos extraída es elevada, la cual puede ser superior a la capacidad de autoregeneración del bosque, esto es porque la parte comestible del hongo y es lo que extrae la gente es la parte reproductiva del hongo, y como se comentó en el taller ZOPP, algunas especies cada vez se encuentran en menor cantidad.

En esta cuenca media también se practica el pastoreo en el bosque, lo cual limita la autoregeneración de este recurso, ya que se afecta principalmente el sotobosque. También se aprecian claros en el bosque debidos posiblemente a la tala irregular.

En esta cuenca también se encuentran manantiales y al igual que en la cuenca alta se está afectando su área de captación por las actividades que en ella se realizan.

Media forestal-agrícola

De la cota 2,600 al 2,400 aproximadamente se encuentra otra masa forestal importante y en donde también se practica la agricultura, es importante señalar que en esta cuenca media agrícola-forestal se empieza a ver el crecimiento de la mancha urbana.

En esta cuenca se observa una masa forestal importante que ocupa alrededor de 65% de la superficie, seguido en importancia por la superficie destinada a la agricultura, que ocupa 22.4% del total. Es importante destacar, que existe una superficie importante de tierras completamente erosionadas y que representan 9.5%. También se observa que se presentan claros en el bosque posiblemente a consecuencia de aprovechamientos irregulares o tierras abiertas a la agricultura.

En cuanto al área urbana, también se encuentran algunas comunidades de baja población, sin embargo se aprecia que hay una tendencia a incrementarse

Cuenca baja

Cuenca Baja agrícola-urbana

La Cuenca Baja se encuentra por debajo de la cota 2,400 y esta se subdivide a su vez en cuenca Baja agrícola-urbana, en donde la mancha urbana ya ha ganado terreno pero se practica la agricultura y se encuentra también una superficie importante de bosque.

En esta parte de la cuenca baja, aun se aprecia una superficie importante de bosque, 32.4% de la superficie, además se encuentra otro porcentaje similar, 30% de áreas agrícolas y el área urbana ocupa casi el 31% de la superficie de esa cuenca. Con respecto al bosque se aprecia que sobre este esta ejerciendo presión la mancha urbana, a través de fraccionamientos residenciales, y con respecto a las áreas agrícolas, prácticamente la mitad se ha dejado de cultivar, para dar paso también a la mancha urbana, cuya tendencia es de un crecimiento acelerado y desordenado y de gran demanda de servicios como es el agua potable y alcantarillado, cuyas aguas negras tienen como destino los arroyos.

Cuenca Baja Urbana

La cuenca Baja-Urbana, el uso es predominantemente urbano y en esta encontramos la cabecera municipal de Nicolás Romero y fraccionamientos Urbanos de alta densidad y algunos fraccionamientos residenciales que bordean el extremo sur de la presa.

En esta cuenca baja urbana es en donde se concentra la mayor parte de la población de la cuenca, ya que se encuentra densamente poblada y en donde se están desarrollando unidades habitacionales. Esto conlleva a una mayor demanda de servicios, tales como agua potable y alcantarillado. Esta mancha urbana es la que genera la mayoría de aguas negras vertidas a la presa, ya que estos núcleos de población no cuentan con medios de tratamiento.

Cabe mencionar que este crecimiento de la mancha urbana se esta dirigiendo hacia al bosque y hacia las áreas agrícolas que han dejado de cultivarse. El área agrícola también es importante, ya que representa el 17% y estas son de mediana productividad.

Cuenca Baja agrícola

En la cuenca baja también encontramos la cuenca Baja-Agrícola, que se ubica al norte de la presa y corresponde al municipio de Cuautitlán Izcalli. En esta cuenca el uso que predomina es el de pastizal y es en la zona que bordea la presa de Guadalupe en su porción norte y se puede ver una masa alteradas de bosque.

3.5. Análisis de las zonas agrícolas de temporal

En la Cuenca de la Presa Guadalupe, la superficie destinada a la agricultura es de 5,622.67 ha, las cuales representa el 19.76%. De esta superficie 1,936.21 ha actualmente no se cultiva, siendo la superficie cultivada, de acuerdo al estudio de uso de suelo realizado en el presente trabajo, es de 3,628.1 ha, lo cual representa el 12.88% de la superficie total.

Esta superficie agrícola esta distribuida principalmente en los municipios de Nicolás Romero, Isidro Fabela y Jilotzingo, como se muestra en el cuadro siguiente.

Municipio	Tipo de uso de suelo agrícola	Superficie (ha)
CUAUTITLAN IZCALLI	Baldío (sin cultivar)	28.78
	Maíz	8.46
	Maíz en Terrazas	1.08
	Subtotal	38.32
NICOLAS ROMERO	Avena	148.72
	Baldío (sin cultivar)	982.95
	Frutales	0.33
	Maíz	1983.71
	Maíz en Terrazas	75.40
	Maíz en Terrazas con frutales	0.71
	Maíz en Terrazas con maguey	1.39
	Maíz surcado al contorno	30.18
	Plantación forestal	0.31
	Praderas	1.05
	Terrazas sin Cultivar	54.41
Subtotal	3279.16	
ATIZAPAN DE ZARAGOZA	Avena	0.62
	Baldío (sin cultivar)	129.58
	Maíz	5.10
	Praderas	5.48
	Subtotal	140.78
ISIDRO FABELA	Avena	68.25
	Avena Zanjas de Infiltración	1.33
	Baldío (sin cultivar)	313.56
	Chícharo	0.27
	Frutales	4.02
	Haba	0.27
	Maíz	819.96
	Maíz en Terrazas	3.74
	Maíz Haba Surcado al contorno	0.20
	Maíz surcado al contorno	2.68
	Plantación forestal	4.98
	Praderas	13.55
	Terrazas sin Cultivar	3.49
Subtotal	1236.30	
JILOTZINGO	Avena	42.82

Municipio	Tipo de uso de suelo agrícola	Superficie (ha)
	Baldío (sin cultivar)	392.41
	Frutales	0.51
	Haba	0.15
	Maíz	430.74
	Maíz en Terrazas	1.37
	Maíz en Terrazas con frutales	1.05
	Maíz surcado al contorno	0.38
	Plantación forestal	2.39
	Pradera en terrazas	0.93
	Praderas	24.33
	Terrazas de maguey sin Cultivar	6.46
	Terrazas sin Cultivar	24.57
	Subtotal	928.11
	TOTAL	5622.67

La información anterior se obtuvo mediante recorridos de campo, con apoyo de ortofotos digitales escala 1:10,000. Por parte de la SAGARPA, se tiene el programa agrícola del Distrito de Desarrollo Rural 074, Zumpango, en el que se comprenden los municipios de Nicolás Romero, Jilotzingo, Isidro Fabela y Atizapán, siendo los tres primeros los que mayor superficie agrícola aportan a la cuenca. La información de la superficie agrícola, rendimientos, y cultivos por municipio se presentan en el Cuadro 29, quedando pendiente por definir con esta institución las áreas que quedan comprendidas dentro de la cuenca, ya que en este momento no se dispone de dicha información.

Suelos

Los suelos encintrados en la Cuenca de la Presa Guadalupe presentan un mosaico variado, sin embargo predominan los suelos andosoles y asociaciones de suelos con esta unidad.

Como características inherentes a este tipo de suelos es el pH bajo y la presencia de mineraloides como el alofano y la imogolita, así como óxidos de aluminio que tiene una capacidad alta para fijar fósforo, elemento esencial para las plantas y que es requerido en gran cantidad por las gramíneas, que son los cultivos que se establecen en la cuenca. Esta situación hace necesario el uso de mejoradotes de suelo, tales como la cal agrícola y la gallinaza, tanto para mejorar el pH del suelo y disminuir los efectos de retención de fósforo.

Otra característica importante de este tipo de suelos es su alta friabilidad, por lo cual, no es necesario un laboreo intenso para practicar la agricultura, ya que esto los hace altamente susceptibles a la erosión hídrica y eólica y como dato importante, podemos mencionar que bajo un laboreo intenso en la primera estación de crecimiento del cultivo, cuando la cubierta vegetal es mínima, se presentan las primeras lluvias, que generalmente son de alta intensidad, pudiendo tener de 65 a 70% de la erosión en las primeras lluvias.

Pendientes

Otro aspecto importante para el desarrollo de la agricultura es la pendiente del terreno y se destaca en este documento ya que de acuerdo a la información recabada en campo y al mapa de pendientes obtenido con el Modelo Digital de Elevación, la agricultura se practica en terrenos de hasta 30% de pendiente.

De acuerdo a este criterio, los terrenos más aptos para la actividad agrícola, son los que se encuentran dentro del rango de 0 a 5% de pendiente y pueden soportar una gran variedad de cultivos, o destinarse a cualquier otra actividad sin riesgo de degradación por erosión hídrica.

El siguiente rango de pendiente, de 5% - 15%, es el que ocupa mayor superficie agrícola. De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso, estos suelos se clasificarían como suelos de tercera y cuarta clase, lo cual es en sí una limitante para uso en la actividad agrícola, lo cual no la excluye siempre y cuando se realicen prácticas de conservación de agua y suelo y estas tendrían que ser prácticas mecánicas como terrazas, combinada con prácticas vegetativas para aumentar la eficiencia.

En el caso de la Cuenca de la Presa Guadalupe, la presencia de prácticas en las áreas agrícolas es prácticamente nula, salvo en la parte norte de la cuenca, en el municipio de Nicolás Romero. En el resto del área cultivada como práctica de conservación es el surcado en contra pendiente, que es aquella en la que los surcos siguen la curva de nivel, sin llegar a ser surcado al contorno, la cual no es suficiente para el control de la erosión hídrica, ya que esta práctica es recomendable en terrenos de hasta 5% de pendiente.

En terrenos con pendiente mayor a 15% se encuentra aún un porcentaje importante y de acuerdo a la clasificación por capacidad de uso, estos suelos pasarían a ser suelos de quinta clase y son suelos que bajo un buen manejo podrían ser aptos para la agricultura sin embargo el uso mas recomendable es para el desarrollo de pastos o para la actividad forestal. En la Cuenca de la Presa Guadalupe, estos terrenos no son cultivados bajo un manejo adecuado y la práctica de conservación que se presenta mas frecuentemente es la de surcado en contrapendiente y cultivados con avena, lo cual no es suficiente para tener controlada la erosión hídrica.

Clima

De manera general se puede comentar que el clima pudiera limitar la diversificación de la producción agrícola, ya que el periodo libre de heladas es de marzo a octubre y la disponibilidad de agua es a partir del mes de mayo hasta octubre, habiendo riesgo de heladas en los meses de abril y mayo y en el mes de octubre (heladas tardías y tempranas).

Bajo estas circunstancias, el grupo de cultivos que podrían establecerse en la cuenca es muy reducido, limitándose a los ya adaptados en la zona como a algunas variedades mejoradas de pasto y frutales de las familias de las rosáceas, que requieren de horas frío para la floración, así también el clima es benigno para la producción forestal, aprovechando especies adaptadas a la región, para la producción de madera o árbol de navidad.

Erosión

De acuerdo a las características del suelo al manejo, clima y pendiente, las áreas agrícolas presentan altas tasas de erosión, por lo que sus niveles de fertilidad son muy bajos, lo cual se refleja en rendimientos bajos y hace necesario el uso de cantidades elevadas de agroquímicos, lo cual hace incosteable la producción agrícola.

3.6. Mantenimiento, operación y administración de las unidades de riego

En la Cuenca de la Presa Guadalupe se cuenta con 2 unidades de riego, la Unidad de Riego Tlazala, en el Municipio de Isidro Fabela y la Unidad de riego Transfiguración en el municipio de Nicolás Romero, ambas tienen como fuente de abastecimiento la Presa Iturbide.

Unidad de riego Tlazala

En el caso de la Unidad de Riego Tlazala, se riegan 382 ha, de las cuales 200 ha son ejidales, 100 ha comunales y 82 ha de pequeña propiedad, beneficiándose 200 ejidatarios 210 comuneros y 150 pequeños propietarios, el cultivo principal es maíz y la eficiencia de conducción que reporta la SAGARPA es de 60%. Esta unidad de riego está debidamente constituida, de cuyo título de concesión se puede extraer la siguiente información:

El título de concesión es el número 5MEX101136/26ABGR95 otorgado a la UNIDAD DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL "TLAZALA", con domicilio en Isidro Fabela, Estado de México, C. P. 54480, para explotar, usar o aprovechar aguas nacionales superficiales por un volumen de 1,437,590 m³ anuales, cuya fuente de abastecimiento es la Presa Iturbide, Cuenca del Río Moctezuma, Afluente Río Monte Alto, Entidad Federativa, Estado de México, Localidad Isidro Fabela, coordenadas del punto de extracción 19°30'45" N y 99°25'05" W, para uso agrícola con un volumen de consumo de 1,437,590 m³ anuales y un gasto requerido de 60 lps, con un volumen de extracción de 1,437,590 m³ anuales y un gasto máximo de 60 lps. Esta concesión se otorgó por un plazo de 10 años, y cuya vigencia se prorrogó por diez años más a partir de septiembre de 2005.

Esta concesión está inscrita en el Registro Público de Derechos del Agua del Estado de México con el número de registro MEX100519 en el tipo de folio 01 en el tomo No. 01, foja No. 033 expediente No. 5MEX101136/26ABGR95 con fecha 23 de abril de 1996.

Unidad de riego Transfiguración

Para el caso de la Unidad de Riego de Transfiguración, la superficie beneficiada es de 216 ha, de las cuales 110 son ejidales y 106 de pequeña propiedad, de los usuarios beneficiados 260 son ejidatarios y 185 son pequeños propietarios, al igual que en la unidad de riego Tlazala, el cultivo es maíz y la eficiencia de conducción es de 60%.

Esta unidad de riego está debidamente constituida, de cuyo título de concesión se puede extraer la siguiente información:

El título de concesión es el número 5MEX101141/26ABGR95 otorgado a la UNIDAD DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL "TRANSFIGURACIÓN", con domicilio en Transfiguración, Municipio de Nicolás Romero, Estado de México, C. P. 54400, para explotar, usar o aprovechar aguas nacionales superficiales por un volumen de 1,298,100 m³ anuales, cuya fuente de abastecimiento es la Presa Iturbide, Cuenca del Río Moctezuma, Afluente Río Monte Alto, Entidad Federativa, Estado de México, Localidad Isidro Fabela, coordenadas del punto de extracción 19°30'15" N y 99°25'30" W, para uso agrícola con un volumen de consumo de 1,298,100 m³ anuales y un gasto requerido de 120 lps, con un volumen de extracción de 1,298,100 m³ anuales y un gasto máximo de 120 lps. Esta concesión se otorgó por un plazo de 10 años, y cuya vigencia se prorrogó por diez años más a partir de septiembre de 2005.

Esta concesión esta inscrita en el Registro Público de Derechos del Agua del Estado de México con el número de registro MEX100740 en el tipo de folio 01 en el tomo No. 01, foja No. 047 expediente No. 5MEX101141/26ABGR95 con fecha 20 de junio de 1996.

En cuanto a la administración de las unidades de riego, esta es por una mesa directiva electa democráticamente cada año, la cual se encarga de vigilar la observancia del reglamento interno de la misma unidad, realizando también reuniones informativas periódicamente, así como a convocar a faenas para el mantenimiento de los canales Cuenta con el apoyo del personal del CADER No. 4 de Nicolás Romero perteneciente al Distrito de Desarrollo Rural 074, Zumpango, Estado de México de la SAGARPA. Los usuarios y la superficie beneficiada en estas unidades de riego se presentan en el cuadro siguiente.

Unidad de riego	Sup de riego (ha)	Volumen (m ³)	Lámina bruta (cm)	Lámina neta (cm)	Cultivo	Usuarios				Superficie (ha)			
						Ejidal	comunal	pp	total	ejidal	comunal	pp	Total
Transfiguración	216	1298100	20	12	Maíz	260	0	185	445	110	0	106	216
Tlazala	382	1437590	20	12	Maíz	200	210	150	560	200	100	82	382
TOTAL	598	2735690				460	210	335	1005	310	100	188	598

La conducción del agua se hace a través de canales en ambas unidades, en su mayoría sin revestir, lo cual disminuye la eficiencia en la conducción. El mantenimiento de estos canales esta a cargo de los usuarios coordinados por los directivos de las unidades de riego.

En las dos unidades de riego se tiene una superficie beneficiada de 598 ha y un total de 1005 usuarios.

Como problemática se detectó la falta de infraestructura para la conducción y distribución del agua, ya que los canales no se encuentran revestidos en su mayoría.

En cuanto a la superficie beneficiada se tiene primeramente que debido al clima hay presencia de heladas entre los meses de noviembre a febrero, pudiendo presentarse heladas tempranas a partir del mes de octubre y heladas tardías hasta los meses de abril, lo cual es un factor de riesgo para el establecimiento de cultivos en este periodo. Y con respecto a las tierras que cuentan con riego, la mayoría presenta pendientes arriba del 5%, lo cual dificulta la aplicación y disminuye, tanto la eficiencia como la uniformidad del riego.

3.7. Construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento

Se encontró información en los planes de Desarrollo Municipal, de cada uno de ellos se recopiló información directamente en cada municipio, en los organismos operadores de agua y en las presidencias municipales.

La información obtenida se presenta por cada municipio y comprende los rubros de infraestructura de almacenamiento y regulación; de abastecimiento y distribución de agua potable; de alcantarillados, colectores y colectores marginales y finalmente de obras de saneamiento. Se agrupan en Infraestructura de Agua Potable e Infraestructura Sanitaria

Atizapán de Zaragoza

El organismo operador que da servicio a este municipio se denomina Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Atizapán (SAPASA), que es un organismo público descentralizado desde 1991. Se percibe como un organismo organizado, presidido por un consejo de administración y en su organigrama cubre las partes esenciales de los organismos operadores como son la Dirección General con su Staff, destacando áreas de Estudios y Proyectos, Dirección de Operación, Dirección Comercial y Dirección de Administración y Finanzas.

Dentro de la Dirección de Operación, se observan las áreas de agua potable, saneamiento y alcantarillado, así como la de control hidráulico y dentro de esta última las subáreas de cloración, calidad del agua, laboratorio y plantas de tratamiento.

Infraestructura de agua potable

Para satisfacer la demanda de agua potable a la población del municipio, se cuentan con tres fuentes de abastecimiento federales (integradas por los sistemas Cutzamala, Barrientos y Madín) de las cuales dos son de aguas superficiales y una de aguas subterráneas aportando a través de 27 derivaciones, localizadas en diferentes puntos del municipio, el caudal promedio es de 1,162.42 l/s y que representa el 78.50% del agua total consumida. El 21.5% restante se obtiene de 36 pozos profundos que aportan un caudal promedio de 319.93 l/s distribuidos principalmente en la zona sur-poniente del municipio, lo que suma un total de 46,747,389 m³/año (1,482 l/s) para todo el municipio.

Los volúmenes facturados en 2005 fueron de 31,924,116 m³ para 111,176 usuarios, con un promedio de consumo de 23.9 m³/usuario/mes. Para el área de aportación de la cuenca de la Presa Guadalupe, de acuerdo con SAPASA, las colonias que descargan en esta cuenca, son: Emiliano Zapata, Ampliación Emiliano Zapata, Huertos familiares, Monte María y Condados de Sayavedra, que constituyen una pequeña porción del norte del municipio que es parte de la cuenca de la presa.

El número de usuarios de estas colonias, de acuerdo con SAPASA, que reciben agua potable y descargan a la cuenca es de 3,939 usuarios. El caudal suministrado a estos usuarios es de 51.62 l/s., de este, 18.37 l/s son suministrados por el Sistema Cutzamala y 33.25 l/s por los pozos Sayavedra I y II (20.16 y 13.09 l/s respectivamente). En cuanto al número y tipo de

tomas, el municipio maneja 10 tipos de tomas, para un total de 111,176 tomas con 68,438 micromedidores, lo que representa un 61.6 % de tomas con micromedición.

Infraestructura sanitaria

El sistema de drenaje municipal está constituido principalmente por los cauces de los ríos convertidos en drenaje a cielo abierto, que tienen como eje de desagüe el Río San Javier, sobre el cual descargan los canales y arroyos de la Zona Esmeralda y que atraviesan la cabecera municipal y desembocan en los fraccionamientos aledaños al Club de Golf La Hacienda.

También se cuenta con el canal de Atizapán, que inicia en la parte central del municipio formando los Ríos Coporo y La Palma, que atraviesan la cabecera municipal; el río Tlalnepantla que viene desde el desagüe de la presa Madín, cruzando el Club de Golf Bellavista y se incorpora por medio de una compuerta al río de los Remedios y finalmente el arroyo Tecojote que recibe las aguas de la zona norte y desembocan en la Presa Angulo.

Este sistema presenta un 98% de cobertura en las áreas urbanas del municipio. Las comunidades no cubiertas de este servicio se localizan en la zona norte y están representadas por las colonias Ampliación Emiliano Zapata, Adolfo López Mateos, Atizapán 2000, El Capulín, los Olivos, entre otras ubicadas principalmente al norte del municipio.

Los colectores primarios se encuentran constituidos por los cauces de los escurrimientos intermitentes, los cuales además conducen las aguas residuales de tipo doméstico, industrial y las pluviales.

La red municipal, presenta deficiencias en las colonias como Rinconada de la Hacienda, Villas de San José, Los Ahuehuetes, El Piloncillo, El potrero, Calacoaya, Rincón Colonial, entre algunas otras, debido a que en época de lluvias se satura la red, debido a que se carece de drenaje pluvial en la zona.

En cuanto a colonias y fraccionamientos, el problema es la topografía con altas pendientes, además de presentar en algunas zonas de baja capacidad de resistencia en el suelo, lo que dificulta la adecuada operación de la red.

En lo que respecta al agua residual que es vertida a los arroyos Xinté y "El Muerto", afluentes que llegan a la Presa Guadalupe, el municipio de Atizapán tiene dos zonas de aportación, una de ellas es la de las colonias Emiliano Zapata, Ampliación Emiliano Zapata y Monte María que en su conjunto se estima que descargan 14.7 l/s (2005), con una población aproximada de 10,582 habitantes. La otra zona es el Condado de Sayavedra y Las Fincas, abastecidas con los pozos Sayavedra I y II, del total del abastecimiento de 33.25 l/s, se estima que el 50% se convierte en aguas residuales domésticas, para un gasto de 16.63 l/s, por tanto, la aportación de estas zonas (año de 2005) es la siguiente:

Barranca "El Muerto"	14.70 l/s
Río Xinté	16.63 l/s
Total	31.33 l/s

Considerando el problema de mortandad de peces del 1 al 4 de junio de 2004, las autoridades del municipio de Atizapán, analizaron la calidad del agua de las descargas antes mencionadas,

la descarga No. 1, que es vertida a través del Río Xinté, se combina con las aguas residuales que son descargadas por el municipio de Nicolás Romero a través de la Presa "La Colmena" y llega posteriormente a la Presa Guadalupe, la descarga del municipio de Atizapán se refiere a la descarga del Condado de Sayavedra de 16.63 l/s.

La descarga No. 2 es vertida al cauce natural a la altura de la colonia Emiliano Zapata, se combina con las aguas residuales generadas por el municipio de Nicolás Romero y llegan a la Presa Guadalupe a través del arroyo "El Muerto", la descarga de Atizapán en este cauce es de 14.70 l/s.

Estas dos descargas fueron analizadas con parámetros de calidad del agua, para deducir la posible contaminación que dio origen a la mortandad de peces. Los análisis se realizaron para fechas diferentes de muestreo, el 9 y 28 de junio de 2004, el 25 de octubre de 2005 y el 13 de diciembre de 2005.

Cuautitlán Izcalli

El Organismo Operador de este municipio es conocido como OPERAGUA, es un organismo muy sólido, donde se observa buena organización, reflejada en áreas y departamentos especializados, para cubrir las necesidades del municipio en cuanto a agua potable, alcantarillado y saneamiento.

La información obtenida en OPERAGUA, consistió principalmente en proyectos de abastecimiento de agua potable, con ampliaciones de redes, así como proyectos de ampliación de cobertura de alcantarillados, 12.938 km. de alcantarillado de 30 cm de diámetro en el Fraccionamiento Lago de Guadalupe, con cuatro descargas o conexiones al colector marginal sur. Asimismo, nos proporcionaron información sobre los proyectos que tiene la CEAS del estado de México sobre los colectores marginales.

Infraestructura de agua potable

La mayor parte del área urbana y de los poblados rurales de Cuautitlán Izcalli, dispone de las redes y obras de infraestructura básica como agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público y pavimentación. Sin embargo, sólo alrededor del 48% cuenta con todos los servicios, el 52% restante dispone de cobertura parcial.

La obtención del agua se realiza mediante la explotación de 45 pozos, municipales, federales y estatales; así mismo existen comités dentro de los pueblos que operan y administran algunos pozos, veintinueve plantas de rebombeo y siete derivaciones de agua en bloque del sistema Cutzamala, los cuales proporcionan un gasto promedio de 2,539 l/s. La dotación, considerando el gasto promedio y 453,298 habitantes para Cuautitlán Izcalli, es de 484 L/hab./día, incluyendo el abastecimiento a la industria, por lo que estamos calculando una dotación promedio aparentemente muy alta.

La conducción se da en tuberías que varían en diámetros, que van de 8-10" en materiales de asbesto-cemento, polietileno de alta densidad, acero y policloruro de vinilo, con una longitud de

23.05 km. La distribución se lleva a cabo en tuberías de asbesto cemento y policloruro de vinilo en diámetros de 2-6" y una longitud de 53.80 km.

Las comunidades que tienen red parcial de agua potable son los asentamientos irregulares de La Piedad, Ejidal San Isidro, Ejido San Lucas, Loma de los Ángeles, Santa Rosa de Lima, Ejido de el Socorro y El Rosario.

Infraestructura sanitaria

Actualmente el municipio de Cuautitlán Izcalli cuenta con una cobertura de la red de drenaje del 91% y el 9% restante la tiene parcialmente.

En las comunidades del Ejido de San Lucas, La Piedad (La Herradura), Loma de los Ángeles, El Rosario, Huilango, Sta. María Tianguistengo, Tepojaco, San Mateo Ixtacalco, San Sebastián Xhala y Lomas del Bosque se tiene la cobertura parcial de la red de drenaje. Se estima que alrededor de 5,000 viviendas tienen fosas sépticas para el desalojo de las aguas residuales.

La red primaria es un colector de concreto reforzado con diámetros que van de los 91 a los 244 cm y una longitud de 16,056 m. La red secundaria de drenaje sanitario es una tubería de concreto simple con diámetros que van de los 20 a los 45 cm y una longitud de 37,462.55 m.

El gasto estimado de aguas residuales es de 850.69 l/s; sin embargo, se tiene un registro de que el Río Cuautitlán recibe 1,885.46 l/s de aguas residuales. Además del Río Cuautitlán, en el municipio se tienen como sitios de vertido de aguas servidas el Emisor Poniente y el Canal San José.

Se cuenta con 12 cárcamos de rebombeo, los cuales 2 están fuera de operación, el de Tecocac y el de Las Conchitas por estar inundado; además de tres plantas municipales de tratamiento de aguas negras. También existe una planta de tratamiento concesionada a una empresa particular sobre el Emisor del Poniente a la colonia San Martín Tepetlixpan que trata aguas provenientes del Distrito Federal (cuadro siguiente), todo ello fuera de la cuenca de la Presa Guadalupe.

Plantas de tratamiento de aguas residuales en Cuautitlán Izcalli.

Nombre	Capacidad (l/s)	Descarga
Bosques del Alba II	30	Emisor del Poniente
Cofradía I	30	Arroyo San Pablo y Río Hondo
Cofradía II	30	Arroyo San Pablo y Río Hondo

Fuente: Plan Mpal. Desarrollo Urbano, Julio 2003.

El principal problema que presenta la red de alcantarillado es que no da abasto y en tiempo de lluvias se presentan inundaciones en las colonias Bosques de Morelos, El Tikal, San Isidro, Valle de las Flores, Santa María Guadalupe, Ampliación Ejidal San Isidro, Granjas Lomas de Guadalupe, Ampliación 3 de mayo, Mirador de Santa Rosa, La Perla, Francisco Villa y Valle Esmeralda. Otro problema se da al haber carencia de agua para desalojar los residuos de las viviendas como en el Rosario y en otras la red no está terminada, aunque estos problemas se presentan en colonias fuera de la cuenca de la Presa Guadalupe.

Isidro Fabela

La presidencia municipal de Isidro Fabela, cuenta con una oficina del Agua, donde se obtuvo escasa información.

Para el caso de los servicios con que cuentan las viviendas se tiene lo siguiente, respecto al servicio de agua potable, Isidro Fabela en el último periodo quinquenal presentó un aumento en la cobertura de dicho servicio pasando de 82.47% en 1995 a 84.96% en el 2000, no obstante dicho nivel de cobertura se ubica por debajo de la estatal (89.87%) para el 2000).

En lo que respecta a drenaje, el Censo de población y vivienda señala que para 1995 el 93.02% de las viviendas contaban con este servicio y para el año 2000 se sólo el 47.88% de las viviendas disponían con drenaje, cifras que no son concordantes, ya que al parecer las viviendas que contaban con drenaje se redujeron en cinco años al pasar de 1,119 a 767 viviendas.

Aunado a lo anterior cabe mencionar que con base en información obtenida en campo, actualmente el municipio carece del servicio de drenaje y es en la zona centro de la cabecera municipal, donde se localiza una red de drenaje la cual se encuentra en desuso, debido a que se carece de un punto de vertido para captar las aguas domiciliarias.

Infraestructura de agua potable

En lo que a infraestructura hidráulica se refiere, en la parte oeste de la cabecera municipal (Tlazala de Fabela) se localizan varias fuentes de abastecimiento, constituidas por manantiales, que son empleados para riego y para dotar de agua potable a los habitantes del municipio, la siguiente contiene las fuentes de abastecimiento y el gasto que proporciona (cuadro siguiente).

Fuentes de abastecimiento y caudales en Isidro Fabela

Nombre de la fuente	Q (l/s)
Los Tepozanes	15
Los Capulines	40
Platero	10
El Capulín	3
Los Tachos	3
El Berro	Sin dato
<i>Fuente: Plan Mpal. Desarrollo Urbano, Agosto 2005.</i>	

El gasto promedio, incluyendo todos los usos, será de 76 l/s (suponiendo el gasto de El Berro de 5 l/s y que no existen pérdidas) con la población de acuerdo al censo, de 8168 habitantes para el municipio de Isidro Fabela, la dotación promedio es de 804 L/hab./día, esta estimación es muy alta ya que incluye todos los usos y no se tiene medición para uso doméstico. (Se puede estimar que del total del agua, se utilice de un 10% a un 15% para uso doméstico, lo que daría una dotación de 80 a 120 L/hab./día.

En la zona este de la cabecera se localiza un manantial denominado Aceitunas, así como pequeños ojos de agua.

La línea de conducción que se inicia en el manantial Los Capulines está constituida por diámetros que oscilan de 2 ½" a 8", el cual es conducido a los tanques de Aurora, Iglesia Vieja y a Villa Francos. De esta manera se abastece principalmente a las colonias que conforman la Cabecera municipal.

La línea de conducción que se desprende del manantial Tepozanes tiene un diámetro que va de 2" a 4" la cual abastece a los tanques Villa Francos, Los Esteban y Loma Pelada. Abasteciendo principalmente a la zona norte de la cabecera municipal.

Finalmente, la red que abastece del manantial Platero, suministra agua a los tanques de la Aurora, otro sin nombre, así como al tanque Ángela Campos. Suministrando el servicio de agua a la zona centro y sur de la cabecera municipal.

Cabe señalar que las fuentes de abastecimiento los Tachos y el Capulín abastecen a las localidades que se encuentran cercanas.

Se tienen nueve tanques de almacenamiento, en el Cuadro siguiente se muestran los tanques existentes y su capacidad de almacenamiento.

Tanques de almacenamiento Isidro Fabela

Tanque	Capacidad (m ³)
Iglesia vieja	100
Villa Francos La Palma	80
La Aurora	40
Los Esteban	16
Tanque sin nombre	30
La Loma	15
Tanque sin nombre	60
Los Jarros	40
Tanque sin nombre	8
Loma Pelada	8
Ángela Campos	8
Agua Azul	70

Fuente: Plan Mpal. Desarrollo Urbano, Agosto 2005.

El tanque agua azul, capta el agua proveniente de los manantiales, a través del almacenamiento de agua a una caja de aproximadamente 3 metros de profundidad contando con una bomba que opera cada tercer día, dirigiendo el agua a un depósito ubicado en Los Jarros, para satisfacer de agua a la población de Los Jarros y Cañada de Onofres.

El sistema de distribución de la red de agua potable, cuenta con un total de 12 cajas rompedoras de presión con las siguientes características: son de tres tipos con capacidad de 1.0, 1.5 y 2 m³, teniendo un gasto de 0 a 5, 0 a 10 y de 10 a 20 l/s, respectivamente.

El centro de población no cuenta con plantas potabilizadoras, por lo que únicamente se le agrega gas cloro al agua.

Como se puede observar la capacidad de explotación de las fuentes de almacenamiento, no se realizan al 100%, por lo que la oferta de agua no representa obstáculo para la prestación del servicio; sin embargo, ocasionalmente se utiliza el agua para riego. Con base en lo anterior se observa que el servicio de agua es aceptable, ya que cuenta con el las 24 horas, no presentándose tandeos.

El funcionamiento del sistema de distribución no opera adecuadamente, ya que no se lleva a cabo mantenimiento en las válvulas de seccionamiento (no se encuentran protegidas, por lo que son manipuladas por la población), así como la existencia de fugas ya que la población se conecta a la red inadecuadamente, por lo tanto una prioridad del ayuntamiento es considerar una ampliación y rehabilitación de la red de agua potable.

Así mismo se requiere llevar a cabo un crecimiento planeado y ordenado, ya que el proceso de ocupación del suelo en una forma dispersa, origina que la introducción en la red de agua potable, implique que los costos se incrementen.

Infraestructura sanitaria

Actualmente en el municipio no se cuenta con la infraestructura adecuada, generando con ello la descarga de aguas residuales en los canales, barrancas, terrenos y ríos; lo cual genera tanto la contaminación en el subsuelo como en cuerpos de agua (figura 47).

En la zona centro de la cabecera municipal existe una red sanitaria, la cual actualmente no está operando (presenta un diámetro de 30 cm), ésta se encuentra tapada, y se localiza sobre las calles de Av. Revolución hasta la calle Margaritas; y Av. Constitución, entre la calle 16 de Septiembre y la carretera que va a Jilotzingo.

Aproximadamente el 20% de la población hace uso de fosas sépticas, lo que representa que la mayor parte vierte sus aguas residuales a cielo abierto.

Por lo anterior en lo que respecta a las obras para la prestación del servicio en el área urbana, se tiene considerado la implementación de fosas comunitarias, así como la proporción de maquinaria para llevarlas a cabo; a fin de atender el servicio.

Jilotzingo

En este municipio tuvimos contacto con la oficina del Agua, dependiente también de la Presidencia Municipal, ahí nos proporcionaron información verbal sobre el uso del agua de manantiales y sobre escasas obras de saneamiento como son las fosas sépticas construidas por algunos usuarios. La visita fue tomada más bien como una posibilidad de ayuda para sus problemas de abastecimiento, alcantarillado y saneamiento.

Infraestructura de agua potable

El municipio de Jilotzingo registró en el año 2000 un total de 2,892 viviendas; de las cuales 2,756 disponen del servicio de agua potable, lo que representa el 95% del total y sólo 115 viviendas no disponen del servicio (5%). Las fuentes de abastecimiento de agua potable en el municipio se realizan a través de los siguientes manantiales (cuadro siguiente).

Fuentes de abastecimiento en Jilotzingo

Localidad	Manantial
Santa Ana Jilotzingo	Texandeje, Capoxi, Jiante, Los Capulines, El Rincón
Santa María Mazatla	Endeca, Las Tinajas y el Risco
Espíritu Santo	Pipilihuazco, Ojo de agua y La Alameda
San Miguel Tecpan	Megoh, Xote, Hierba Azul, Canta Ranas y Cieneguitas
San Luís Ayucan	Villa Alpina, Gundo, Los Fresnos, Cutis, Ojo de agua y El Frutillal
Fuente: Plan Mpal. Desarrollo Urbano, Agosto 2005.	

La oficina de proyectos especiales de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, realizó un estudio de los manantiales del municipio de Jilotzingo, de los cuales solo 36 se encuentran en la cuenca, y en total dan un gasto de 37.5 l/s. Estos manantiales tiene diferentes usos, entre los que se pueden destacar el piscícola, también tienen usos agrícola, público urbano, doméstico, pecuario y a algunos no se les determinó el uso. Por tanto, la dotación promedio por habitante, para 15,086 habitantes es de 215 l/hab./día.

En cuanto a la distribución de agua potable del área urbana, existen dos acueductos: uno se ubica en la porción poniente de la cabecera municipal y el otro en la porción sur de Santa María Mazatla.

Por las condiciones del relieve del municipio, existen tres sistemas de agua que funcionen mediante bombeo. Que sin embargo no cuentan con sistema de cloración ni un análisis de la calidad del agua que se consume, por lo que es necesaria la atención a dicho problema.

Así mismo, las condiciones topográficas del municipio dificultan el traslado del líquido, por lo que existe un servicio de distribución de agua deficiente.

Infraestructura sanitaria

De acuerdo con datos del Censo del año 2000, el municipio registró 2,892 viviendas; de las cuales 2,130 contaban con el servicio de drenaje, que representa del 73.65% del total y 745 no disponen del servicio, que representa el 26.35%. Cabe mencionar que el porcentaje de las viviendas que cuentan con dicho servicio también están conectadas a fosa séptica, mientras que el 25% cuenta con desagüe a barranca o río y sólo el 8% están conectadas a la red pública.

El H. Ayuntamiento de Jilotzingo aplicó una encuesta sobre aguas residuales, los datos obtenidos refuerzan lo dicho en el censo (siguiente cuadro).

Destino de las aguas residuales en la localidades de Jilotzingo

Viviendas	Localidad				
	Santa Ana Jilotzingo (Cabecera Mpal.)	San Luís Ayucan y Las Manzanas	Santa María Mazatla	Espíritu Santo	San Miguel Tecpan
Visitadas	239	771	522	120	120
Cuentan con fosa séptica (%)	47	65	68	66	64
Cuentan con letrina (%)	32	5	7	4	13
Ningún servicio (%)	21	30	25	30	23
Vertido aguas jabonosas					
Camino (%)	62		19	31	8
Cunetas (%)		50			
Terrenos baldíos (%)	32	29	64	63	67
Barrancas (%)	6	13	15		25
Ríos (%)		8	2		
Vertido aguas negras					
Camino (%)					
Cunetas (%)		32			
Terrenos baldíos (%)	96	34		100	100
Barrancas (%)	4	23			
Ríos (%)		11			

Fuente: Plan Mpal. Desarrollo Urbano, Agosto 2005.

De acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas a las cinco localidades antes descritas, mismas que conforman el centro de la población, en todas prevalece el uso de fosas sépticas y resalta la contaminación de predios baldíos, con un significativo índice de contaminación en barrancas y arroyos.

Por lo anterior las condiciones físicas (topográficas) y ambientales del municipio presentan cierta dificultad o restricción para dotar de una red troncal de drenaje, por lo que fosa séptica u otra tecnología alternativa para la disposición final de las aguas servidas pueden dar solución a esta problemática; sin embargo, esta va aunado con el diseño y estudio de suelo adecuados con el fin de mitigar la contaminación del suelo, mantos freáticos o cuerpos de agua superficiales.

Cabe mencionar que la cabecera municipal es la única localidad que cuenta con un sistema de drenaje convencional que conduce las aguas pluviales y las residuales para descargar al arroyo Xido.

Nicolás Romero

Este municipio es el que aporta mayor cantidad de aguas residuales al vaso de la presa Guadalupe, sin embargo, se observó que el organismo operador SAPASNIR, es un organismo pequeño para el tamaño de la población, desorganizado, falto de información, solo ofrecieron información generada en esa administración (tres años). Con el cambio de administración en

octubre de 2006, las nuevas autoridades comentan que no se tiene información en las oficinas de SAPASNIR, aunque se percibe una actitud muy positiva en el Director del organismo operador y sus colaboradores.

Por otro lado, la zona conocida como "La Colmena", tiene un organismo operador independiente al SAPASNIR, el cual da servicio a esta colonia del municipio de Nicolás Romero.

Infraestructura de agua potable

La cobertura de agua potable dentro del área urbana es del 88.31%, que corresponde a 105 comunidades, colonias, conjuntos y fraccionamientos, mientras que el 11.69% restante abarca a las comunidades que no cuentan con este servicio, debido al nulo mantenimiento que tiene la red, además de que existen fugas de agua, y el abastecimiento que se llega a dar es a través de tandeo.

Así mismo existen 10 localidades que operan a través de sistemas independientes para el abastecimiento de dicho servicio, las cuales son:

- Granjas de Guadalupe
- Progreso Industrial
- Magú
- Tráfico
- San Juan de las Tablas
- Cahuacan
- Transfiguración
- Barrio de Guadalupe
- Francisco I. Madero y la Colmena
- Puente de las Tablas y barrio Miranda

Abastecimiento y almacenamiento

El municipio se provee de agua potable a través de las siguientes fuentes:

- 3 fuentes superficiales (manantiales)
- Agua en bloque de la CAEM
- 20 pozos profundos

Las tres fuentes de abastecimiento superficiales presentan un gasto de 39 l/s, y están ubicados sobre los acuíferos correspondientes a la subcuenca de los ríos Cuautitlán y Tepotzotlán.

En cuanto al agua en bloque que recibe el municipio por parte de la CAEM, esta corresponde al sistema Cutzamala y presenta un gasto de 20 l/s.

Respecto al sistema operador municipal, este cubre el servicio a través de 20 pozos profundos, los cuales se encuentran distribuidos de manera dispersa dentro de todo el municipio y presentan el siguiente gasto y ubicación.

Pozos de agua administrados por el organismo operador de Nicolás Romero

Pozo	Gasto (l/s)	Ubicación (Colonia/Fraccionamiento)
Campestre Liberación I	20	Fco. Sarabia
Campestre Liberación II	N.D.	Amp. Loma de la Cruz
Loma de la Cruz	15	Loma de la Cruz
San Isidro	20	San Isidro
Arco Iris	27	Arco Iris
Barrón	25	Barrón Centro
San Ildefonso	22	San Ildefonso
Vicente Guerrero	48	Vicente Guerrero
San Miguel Hila	38	San Miguel Hila
Loma del Río	22	Loma del Río
Peritas	8	Himno Nacional
Guillermo Prieto	35	Centro
La Joya	60	Himno Nacional
Santa Anita la Bolsa	45	Santa Anita la Bolsa
El Sifón	48	El Sifón
Progreso Industrial	10	Progreso Industrial
Minas	10	La Concepción
El Vidrio	7	San José el Vidrio
San Francisco Magú	7	San Francisco Magú
Libertad	40	Libertad

Fuente: Plan Mpal. Desarrollo Urbano, Julio, 2003.

Con un gasto de 507 l/s de los pozos, más 20 l/s del Cutzamala y 39 l/s de manantiales, (566 l/s en total), obtenemos una dotación de 181 l/s (considerando 269,546 habitantes de acuerdo al censo), la cobertura que mencionaron las autoridades del organismo operador es del 80%.

Además cuenta con 8 rebombes para las localidades de Benito Juárez Barrón, Balcones de Juárez, Vista Hermosa, las colonias Libertad, J.J. Cantú. Progreso Industrial y el Fraccionamiento Loma del Río

Almacenamiento y distribución

El organismo operador de agua municipal reporta 28,146 tomas domiciliarias instaladas. El sistema de almacenamiento de agua potable que dota a las viviendas ubicadas en el municipio, se lleven a cabo a través de los tanques que se muestran en el cuadro siguiente.

Tanques para el abastecimiento de agua en Nicolás Romero

Tanque de almacenamiento	Capacidad (L)	Ubicación (Colonia/Fraccionamiento)
Campestre Liberación	1,000	Francisco Sarabia
La Era	750	Ej. San Juan Tilhuaca
Francisco Sarabia	500	Francisco Sarabia
San Javier	10,000	San Juan Tilhuaca
Loma de la Cruz	2,000	Loma de la Cruz
San Isidro	1,000	San Isidro

Tanque de almacenamiento	de	Capacidad (L)	Ubicación (Colonia/Fraccionamiento)
Arco Iris		1,200	Arco Iris
Balcones de Santa Ana		750	Balcones
Vicente Guerrero II		1,000	Vicente Guerrero
Vicente Guerrero III		1,000	Vicente Guerrero
San Miguel Hila		1,000	San Miguel Hila
Loma del Río		150	Loma del Río
Don tanques Juárez		500	Juárez
Independencia		1,000	Independencia
Morelos		750	Morelos
La Concepción		1,000	La Concepción
El Vidrio		150	El Vidrio
San Francisco Magú		300	San Francisco Magú
Oaxaca		300	Juárez Barrón
Nido de Águilas		1,000	Balcones de Juárez
Vista Hermosa		300	Vista Hermosa
Libertad		1,000	Libertad
J. Cantú		750	J. Cantú
Loma del Río I		150	Loma del Río
Loma del Río II		150	Loma del Río

Fuente: Plan Mpal. Desarrollo Urbano, Julio, 2003.

La distribución del agua potable dentro del municipio se desarrolla sobre tubos de PVC, AC, acero galvanizado y PAD con diámetros de 1 ½” hasta 18”, con una longitud de 301,318 m.

En cuanto a las líneas de distribución, estas ocupan tubos de 6” y hasta 14”, presentando una longitud total de 25,890 m.

Infraestructura hidráulica para actividades productivas

A nivel municipal, se cuenta con canales de riego para las actividades agrícolas, los cuales son:

- Canal Cuamatla, del cual se desprenden los canales auxiliares que permiten que el agua se utilice tanto para su uso doméstico como para su uso agrícola, los cuales atraviesan las localidades de San Juan de las Tablas, Puenteillas, Barrio Miranda, San Francisco Magú, San José del Vidrio, las colonias Morelos, Zaragoza, Libertad, Independencia y el Ejido de Nicolás Romero.
- Canal Chinampos, irriga a 240 ha de las localidades del 5° Barrio de Cahuacán y parte del Ejido de Santa María Magdalena Cahuacán, con un gasto de 25 l/s; el cual se considera poco, ya que en ocasiones se utiliza para uso doméstico.
- El canal Unidad de Riego Transfiguración, irriga a 238 ha del mismo pueblo.

Infraestructura sanitaria

Dentro del municipio existen comunidades que por su lejanía a la zona urbana no cuentan con este servicio y utilizan para satisfacer sus necesidades fosas sépticas, barrancas y arroyos; dentro del área urbana, existen sólo 13 comunidades que cuentan en su totalidad con drenaje, 34 sólo están dotadas parcialmente y el resto carece de él.

En el área urbana existe un sistema de alcantarillado de 230 km aproximadamente, donde los colectores descargan a los arroyos que desembocan al lago de Guadalupe y la Concepción, asimismo se carece de colectores primarios y de plantas de tratamiento de las aguas residuales en todo el municipio.

Para las descargas de aguas residuales sólo se ha construido una presa derivadora y el colector marginal en la desembocadura del Río San Pedro, mientras que se ha quedado suspendida la obra del colector marginal sur del arroyo Grande o río Cuautitlán con un avance del 20%.

Para el control del saneamiento de la cuenca del Río Cuautitlán, el gobierno estatal y el municipal ha previsto la construcción de colectores marginales a la Presa Guadalupe, así como los arroyos que llegan a ella.

En cuanto a los colectores existentes en el municipio, se cuenta con una longitud de 195,805 m en tuberías con diámetros de 15 a 10 cm de concreto simple, armado y canal rectangular.

El municipio no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, ni tiene en proyecto ninguna planta.

Coberturas de agua potable, drenaje y saneamiento.

Se tiene información del censo del año 2000, cuya información se presenta en el siguiente cuadro.

Agua entubada y Tipos de drenaje en los municipios de la cuenca de la Presa Guadalupe

Municipio	Población total, 2000	Viviendas particulares habitadas	Viviendas con agua entubada ¹	Drenaje en Viviendas				Total con drenaje	No tienen drenaje o no especificado
				Conectado a red pública	Conectado a fosa séptica	Con desagüe a barranca	Con desagüe a río o lago		
Atizapán de Zaragoza	467886	104778	101827	98001	366	4733	386	103486	1292
Cuautitlán Izcalli	453298	100213	97187	93844	2231	1120	846	98041	2172
Isidro Fabela	8168	1602	1361	47	612	89	19	767	835
Jilotzingo	15086	2892	2566	169	1435	489	37	2130	762
Nicolás Romero	269546	56638	50195	41037	2346	5808	2693	51884	4754

Fuente: XII Censo de Población y vivienda, INEGI 2000.

Proyecto de colectores marginales

El proyecto de colectores marginales para protección de las descargas de aguas residuales a la presa Guadalupe, fue concebido por la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM) por 1988 que fue cuando también se iniciaron los trabajos para realizar el proyecto. En su momento se construyó el colector marginal norte por la misma CAEM por el año de 1996, quien una vez

terminado en 1998 lo entregó al organismo operador de Nicolás Romero (SAPASNIR), y este recoge las aguas del río San Pedro y las descargas de aguas residuales de la población que descarga a este afluente de la presa Guadalupe. También se construyó un tramo del colector marginal sur. Ambos descargan aguas abajo de la Presa Guadalupe.

Posteriormente, el proyecto quedó en el olvido por más de diez años por falta de asignaciones presupuestales. Falta terminar el colector sur y se estima los siguientes costos por etapas:

Primera etapa: Inicia en 1998 y termina en el 2000
Segunda etapa: Inicia en 2006 (70 millones de pesos, en construcción)
Tercera etapa: Por iniciar en el 2007 (95 millones de pesos presupuestados)

El costo requerido para terminar el proyecto estimado en el 2004 fue de 330 millones de pesos (hay que actualizar costos al 2007). Si se sigue presupuestando la misma cantidad entonces se terminaría el proyecto en el 2010.

La secuencia de los proyectos de los colectores marginales, se presenta en las figuras siguientes, proyectos construidos, proyecto en construcción y tramos en espera de recursos para su construcción. También se contempla la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales y/o la conexión de los colectores al emisor del poniente. Más aún, se pretende a futuro, construir una planta potabilizadora de un metro cúbico por segundo, alimentada con agua de la presa Guadalupe.

Colector Marginal Norte

Este colector se construyó hace más de diez años, con una longitud de más de diez kilómetros y un diámetro de 1.07 m. El colector se conecta al río San Pedro, en la presa derivadora del mismo nombre. El gasto medio de diseño estimado para este colector, en esa época, fue de un poco menos de 500 l/s.

Se tienen dos serios problemas para el funcionamiento del colector marginal norte, el primero y más importante es la falta total de operación y mantenimiento de la obra de entrada al colector en la presa derivadora San Pedro. Se requiere de un gran esfuerzo de las autoridades de Nicolás Romero para realizar primero los trabajos de desazolve y limpieza de toda esa zona y segundo, darle mantenimiento y operación continua a las instalaciones, de no ser así, el colector continuará fuera de servicio, como si no se hubiese construido.

No hay que perder de vista que el problema de recolección de desechos sólidos de los cauces es un problema muy serio y difícil de resolver y que afectará directamente a la obra de toma de la entrada al colector.

Proyecto del colector marginal sur

El proyecto que se tiene actualmente del colector marginal sur al vaso de la Presa Guadalupe, consiste en la construcción de un colector marginal trabajando por gravedad. Tiene su origen en la obra de captación que se proyecta sobre el cauce del río San Ildefonso; en los primeros 465 m se desarrolla sobre la margen derecha del río San Ildefonso, también conocido como Monte Alto, a esta altura, cruza el cauce para continuar por la margen izquierda hasta el km 1+660 de

su desarrollo, donde nuevamente cruza al cauce para continuar prácticamente bordeando la margen derecha del vaso de la presa.

El colector sur tiene como finalidad interceptar las aguas residuales o negras que en la actualidad escurren por los tres principales arroyos de la parte sur del vaso de la presa: Monte Alto (San Idelfonso), Xinte y Campestre. La incorporación de las aguas negras al colector se efectuará con sendos ramales, los cuales captarán el agua con estructuras de captación tipo presa derivadota en cada una de las corrientes mencionadas.

Las estructuras derivadoras, se encuentran aproximadamente en las elevaciones 2,308.43 m, 2,307.70 m y 2,313.80 m, respectivamente. La elevación del NAME de la presa se encuentra a 2,305 msnm; la rasante del colector se desarrolla prácticamente por debajo de este nivel.

El colector marginal sur tiene las siguientes características:

Longitud total	=	9.945 km
Gasto	=	4.012 m ³ /s
Diámetro	=	1.83 m
Desarrollo	=	
Tramo en trinchera o zanja	=	0+000 al 2+030
Tramo en túnel	=	2+030 al 4+739
Tramo en trinchera o zanja	=	4+739 al 5+525
Tramo en túnel	=	5+525 al 5+804
Tramo en trinchera o zanja	=	5+804 al 9+945

3.8. Control de la calidad del agua y su saneamiento

Para realizar el diagnóstico del comportamiento de la calidad del agua del embalse de la Presa Guadalupe, se recurrió a obtener información principalmente de estudios previos realizados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) a través de la Gerencia Regional de Aguas de Valle de México y Sistema Cutzamala (GRAVAMEXSC) y por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Con la información obtenida se procedió a realizar un análisis para diagnosticar como ha sido la evolución de la calidad del agua a través del tiempo, y este se presenta en los siguientes apartados.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL EMBALSE

El embalse por la altura al nivel del mar en que se encuentra (2,700 m.s.n.m.), y su latitud (19° 33') se comporta como un lago polimictico (muchas volcaduras, es decir movimiento de la parte más fría y menos oxigenada del fondo del embalse a la superficial, durante las diferentes estaciones del año).

La Presa de Guadalupe, localizada en el estado de México es un embalse que ha experimentado el proceso típico de deterioro de los cuerpos de agua localizados cerca de grandes centros de población. Construida hace cuatro décadas como vaso regulador, se localizaba entonces en las afueras del Área Metropolitana de la Ciudad de México y contaba con una buena calidad de agua, además de servir como centro de desarrollo, para diversas actividades recreativas. Sin embargo, el crecimiento urbano a su alrededor y la descarga de aguas residuales domésticas e industriales en su vaso ocasionaron su rápido deterioro, principalmente debido al surgimiento de condiciones de eutrofia, las cuales favorecieron que prácticamente la totalidad de su superficie quedara cubierta por macrofitas, especialmente por lirio acuático (*Eiéhornia crassipes*).

Tras permanecer casi una década cubierta por la vegetación, en 1993 se aplicó, como primera fase de un plan amplio de recuperación de la cuenca, un programa de control de las malezas acuáticas en la presa. Con este fin se realizó la trituración de lirio con máquinas especializadas (febrero a abril de 1993) y se hicieron aplicaciones manuales y a gran escala (mediante helicóptero o avioneta) de herbicidas. En la primera fase de aplicación de herbicidas (abril y mayo de 1993) se aplicó diquat. Posteriormente se aplicó el herbicida 2,4-D amina (finales de julio hasta octubre de 1993).

Los dos herbicidas aplicados en la Presa Guadalupe tienen características adecuadas para no causar graves daños al ambiente. Lo anterior explica el que ambos sean de uso común para el control de malezas acuáticas en los Estados Unidos y en otros países en los que existe una elevada preocupación por evitar un deterioro ambiental.

Se realizó el estudio hidrobiológico de la Presa de Guadalupe por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en un convenio de colaboración con la Universidad Autónoma de México campus Iztacala, durante los meses de julio a noviembre de 1993 y marzo de 1994. Las medidas obtenidas fueron: cuenta de bacterias totales, cuenta de bacterias coliformes totales y

fecales, cuentas de fitoplancton, cuentas de zooplancton incluyendo protozoos ciliados, rotíferos, cladóceros y copépodos, así como concentración de clorofila "a".

Durante el estudio se observaron 100 especies repartidas de la siguiente forma: 60 de fitoplancton 21 de protozoos, 8 de rotíferos, 9 de cladóceros y 2 de copépodos. Las especies presentes en el plancton indicaron, en su gran mayoría, condiciones de betamesosaprobiedad. Esto significa que existió una cantidad media de materia orgánica en el sustrato superficial de la presa y que una parte importante de ella ya ha sido mineralizada. En el estrato del fondo imperaron condiciones anaerobias por lo que únicamente lo habitaron bacterias capaces de vivir sin oxígeno disuelto.

La aplicación de los herbicidas diquat y 2-4-D durante el programa de control de malezas acuáticas en la presa provocó importantes variaciones en los números y composición taxonómica de la comunidad planctónica. Sin embargo, se observó una rápida recuperación de la mayoría de los grupos en lapsos que oscilaron alrededor de 4 semanas. La variación en la composición de la comunidad planctónica causada por la época del año fue oscurecida por los efectos de la aplicación de los herbicidas. Los datos de composición y abundancia de las comunidades, así como la concentración de clorofila "a" indican que, en cuanto a estado trófico, la presa presentaba condiciones que oscilaban de elevada eutrofia a hipereutrofia. La persistencia de estas condiciones puede provocar la disminución de la vida útil de la presa y problemas para el empleo del agua en diferentes usos.

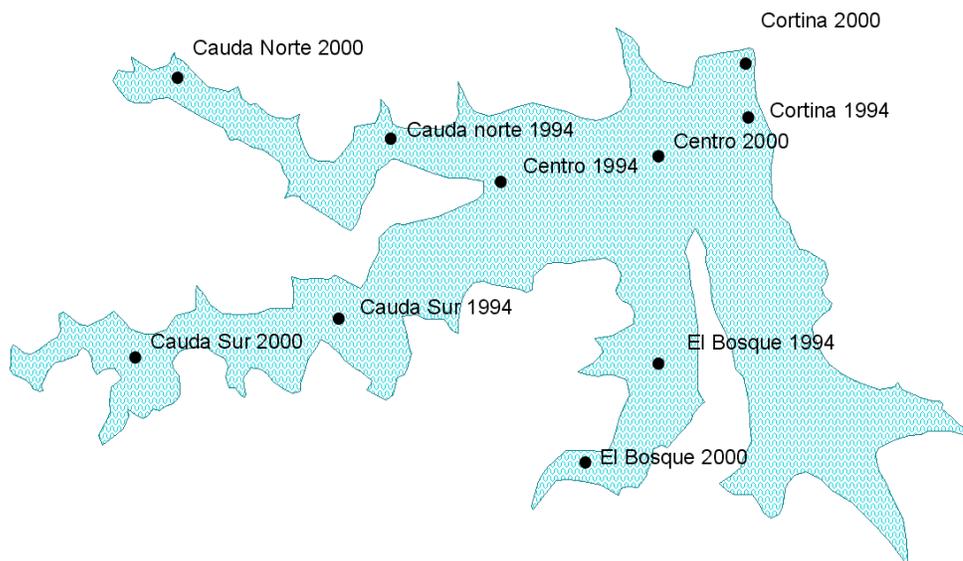
En el estudio realizado en el 2000 por la Comisión Nacional del Agua (CNA) a través de la Gerencia Regional de Aguas de Valle de México y Sistema Cutzamala (GRAVAMEXSC) en el embalse se puede considerar eutrófico por varias razones: visibilidad del disco de Secchi, perfiles de oxígeno, calidad y aportación de nutrientes al embalse.

En los asentamientos inmediatos a la presa, se detectaron 7 industrias que descargan sus aguas residuales a los cauces que llegan a la misma. En el área se generan alrededor de 77 toneladas de basura, el sistema de recolección es deficiente y el tiradero existente es a cielo abierto, encontrándose aproximadamente entre 3 y 4 kilómetros de distancia.

Con los registros de oxígeno disuelto se evidencia una clara disminución de la concentración de este elemento de superficie a fondo: el epilimnio (masa de agua superficial) tiene altas concentraciones de oxígeno, no así el hypolimnio (masa de agua del fondo) que presenta concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 mg/l, lo que acarrea problemas de anoxia y por lo tanto, liberación de nutrientes y metales como el hierro en el fondo, esto se corroboró con el monitoreo realizado durante un año, de octubre de 1999 a septiembre del 2000 en el que se registró aumento de fósforo y hierro en el agua profunda sobre todo en las estaciones con profundidades mayores de 15 m (centro de embalse y frente a la cortina de la presa). Este fenómeno se considera "normal" en lagos y embalses eutroficados. La curva del perfil de oxígeno disuelto, en todas las estaciones del año muestra clinigrado, es decir saturación de oxígeno en el epilimnio y demanda de oxígeno en el fondo. La curva clinograda es también característica de lagos eutróficos.

En la época de lluvia algunos parámetros rebasaron la norma como son el NH_3 , NO_2 , SMM Y DQO (nitritos, nitratos, detergentes y demanda química de oxígeno), esto indica que el aporte de aguas residuales es constante y en grandes cantidades, ya que aunque el volumen del embalse aumente no se diluye totalmente el gran aporte de contaminantes.

En la figura siguiente se presenta la localización de los puntos de muestreo.



Localización de los puntos de muestreo dentro de embalse, realizados en los años 1994 y 2000.

CALIDAD DEL AGUA EN EL EMBALSE

En el Cuadro siguiente se presentan los valores promedio de parámetros de calidad del agua de acuerdo a los diferentes estudios que se han realizado en la presa Guadalupe.

Características fisicoquímicas y en la presa Guadalupe de acuerdo con los diferentes estudios que se han realizado.

Parámetro	Valor promedio (IMTA 1994)	Valor promedio (CNA 2000)
pH	7.64	6.75740909
Oxígeno disuelto	9.5733	6.95638889
Conductividad (µmhos/cm)	279	255.624242
Temperatura del agua	17.5	22.6404545
Transparencia (m)	0.9	3

Parámetros físico-químicos

También reportaron altas concentraciones de cloro en los cauces, lo que indica que hay descargas de aguas residuales domésticas debido a la presencia de asentamientos irregulares, en los cuales usan blanqueadores, sal de mesa, etc.

Los nutrientes en las concentraciones que se han encontrado, son factores que permiten elevar la producción de la flora acuática, fitoplancton y malezas acuáticas, pero hasta el momento, a

pesar de las concentraciones de elementos disueltos en el agua no se han dado las condiciones para detonar un florecimiento tóxico.

Los parámetros analizados durante los muestreos se presentan en el cuadro siguiente.

Parámetros físico-químicos analizados durante el muestreo en un periodo discontinuo de Marzo de 1997 a Marzo del 2006.

Año	97						98						99						00					
Mes	mar	sept	feb	may	jul	nov	feb	abr	jun	sept	nov	feb	may	jul	oct	oct								
Ph	7.2	6.95	8.05	7.7	7.6	8	7.4	7.5	7.5	7.1	6.8	7.4	6.4	7.2	7.4	7.25								
turbiedad	4	200	7	9	32	60	18	26	160	80	8	7	3	36	20	5								
alcalinidad tot	60	46	72	64	52	44	96	66	44	32	36	52	92	36	32	40								
dureza tot	52	40	48	46	44	36	68	60	36	56	32	44	60	32	32	40								
sólidos tot	102	474	184	155	152	64	85	152	208	282	72	168	972	194	70	82								
D.B.O			20	30	22	60	7	9	80	10	8	12	70	60	70	18								
D,Q,O			32	40	57	78	15	15	102	16	19	28	90	80	90	32								

Año	01			2003			2004			2005			2006	
Mes	ene	mar	dic	feb	Oct	dic	feb	jun	ago	ene	mar	may	jul	mar
Ph	7.4	6.5	7.3	7.1	7.6	7.6	7.6	7.5	7.3	7.5	7.7	7.7	7.4	7.7
turbiedad	8	240	16	6	2	6	6	40	8	4	3	30	8	12
alcalinidad tot	46	38	46	48	88	40	48	36	52	48	56	60	40	60
dureza tot	32	36	33	72	64	40	64	48	44	68	76	74	66	82
sólidos tot	142	364	68	124	148	118	138	160	90	70	112	100	138	84
D.B.O	46	26	14	20	13.2	2.3	3.05	16.2	30	12	28	20	3.4	3.2
D,Q,O	60	55	28	75	23	7.84	6.94	32.4	42	20	40	38	18	16

CONCLUSION GENERAL

La calidad del agua en un embalse es el punto final de una serie de procesos físicos, químicos, geoquímicos, biológicos y sociales que se desarrollan en su cuenca de captación, por lo tanto, cuando alguno de esos procesos se ve alterado, finalmente redundará en la calidad del agua y entre más deteriorado esté más difícil y más costoso será el proceso de saneamiento.

La transparencia del agua en el embalse, se monitorea como visibilidad del disco de Secchi, cuando ésta es menor a 3 m de profundidad se considera como un lago eutrófico. En el embalse de la presa Guadalupe, en 1994 tuvo un promedio de transparencia de 0.90 m y, durante el período comprendido de marzo a junio del 2000, época de estiaje alcanzó hasta tres metros de profundidad.

Por otro lado los resultados del análisis biológico han detectado en mayor concentración especies que nos indican contaminación orgánica representados por los siguientes géneros: *Asterococcus sp*, *Chlorella vulgaris*, *Euglena*, *Sphaerocystis*, *Tetraspora cilíndrica*, *Volvox sp*, *Zignema sp*, *Ciclops sp*, *Ciclops larva*, *Daphnia sp*, *Filina sp*, *Polyarthra sp*, *Porodon discolor* y *trochasphaera sp*.

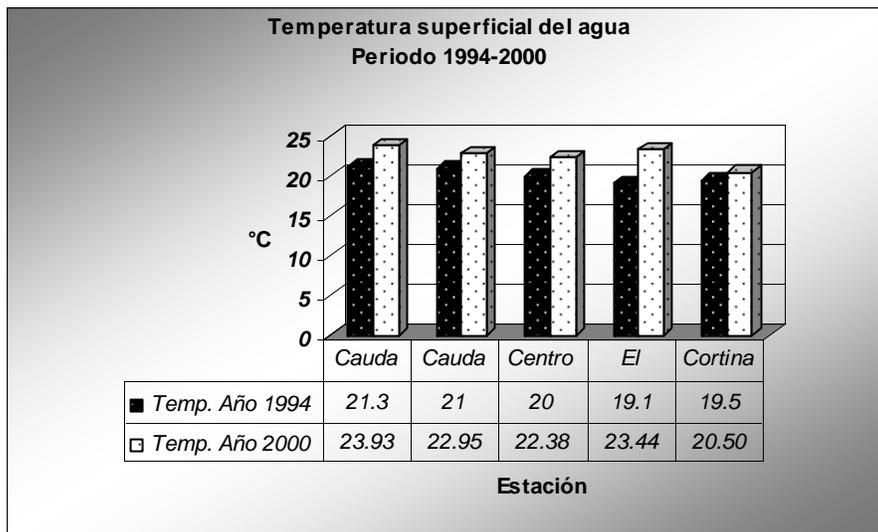
Debido a la actividad biológica fitoplanctónica se aprecia un aumento de la concentración de nutrientes de la superficie al fondo. La actividad biológica que se refleja por medio de la

biomasa (clorofila) se ve reducida por la depredación de los peces y patos que se encuentran en el embalse de la presa.

En el zooplancton (plancton animal) hay dominancia de protozoarios, básicamente ciliados los cuales se presentan cuando el agua del embalse contiene una alta contaminación por materia orgánica.

Coliformes totales y fecales. En la época de estiaje, los coliformes totales se encontraron en probabilidades importantes de rebasar la norma ya que se encuentra una dilución del parámetro, y en la época de lluvias todos los sitios alcanzaron una probabilidad de excederse en la norma por arriba del 50%.

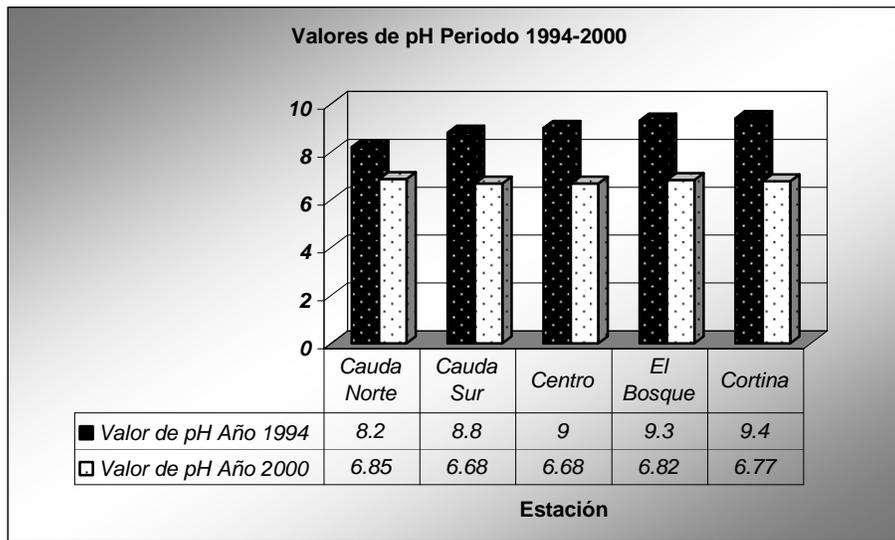
Temperatura: Para este parámetro no se identificaron variantes que pudieran indicar estratificación en el embalse, pero se muestra el incremento de 3.5°C en promedio en un periodo de 6 años que, nos permite deducir que el cambio climático que se ha tenido afecta la temperatura del embalse (figura siguiente).



Comportamiento histórico de la temperatura superficial en el embalse durante el periodo de muestreo 1994 y 2000.

Ph: Valores menores de 7 denotan contaminación por sustancias ácidas y valores superiores a 7 muestran contaminación por sustancias alcalinas. pH muy bajos tienen efectos importantes sobre las tuberías ya que convierten al agua en fuertemente corrosiva. Aguas con pH's alejados de 7 provocan mal sabor motivando el rechazo inmediato de los usuarios.

En general, los sitios muestreados tienen valores de pH no aceptables para la mayoría de los criterios evaluados; ya que se tuvo en el año 1994 contaminación de sustancias ácidas y en el año 2000 se tuvo contaminación por sustancias alcalinas derivando pH's superiores a 9.



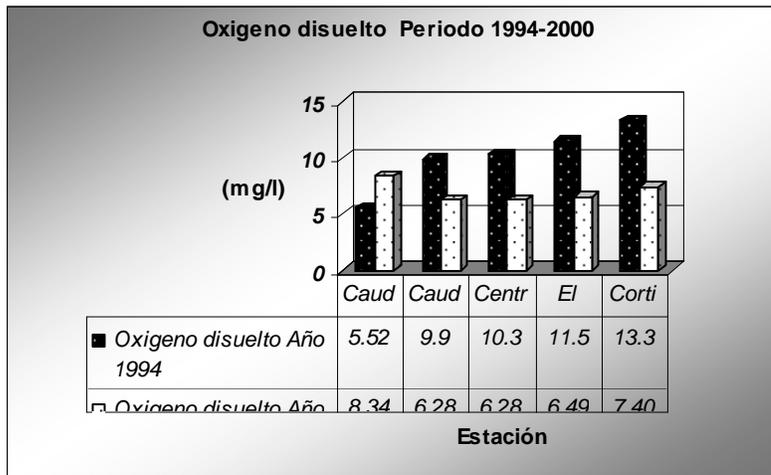
Valores promedio de pH en los muestreos de 1994 y 2000.

Oxígeno disuelto: Con los registros de oxígeno disuelto se evidencia una clara disminución de la concentración de este elemento de superficie a fondo: el epilimnio (masa de agua superficial) tiene altas concentraciones de oxígeno, no así el hypolimnio (masa de agua del fondo) que presenta concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 mg/l, lo que acarrea problemas de anoxia y por lo tanto, liberación de nutrientes y metales como el fierro.

Los valores de oxígeno disuelto pueden ser atribuidos a la demanda que ejerce la materia orgánica, oscilando los promedios en estiaje entre 5.5 y 13 mg/l en 1994, mientras que en época de lluvias entre 6.2 y 8.3 mg/l en el año 2000, implicando esto que si bien se tiene una mayor carga orgánica en la época de estiaje, ésta no ha sobrepasado la capacidad de asimilación del embalse. Aparentemente no se han generado depósitos de material orgánico que ejerzan una demanda de oxígeno que sobrepase la capacidad de aireación del embalse.

El comportamiento de los valores de este parámetro de campo, indican que la mayor concentración se encuentra en la superficie y en el fondo se reduce a cero, durante todo el año el valor de oxígeno se mantiene en la parte superficial.

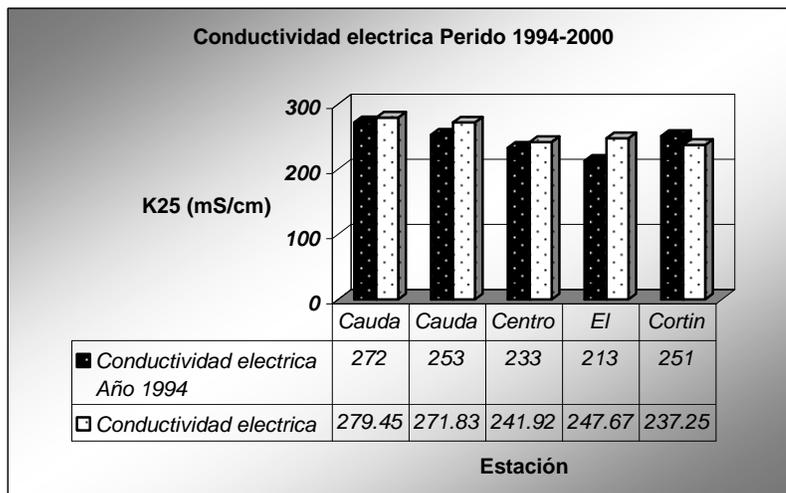
Los valores de oxígeno que se registraron en superficie son de una concentración adecuada para la vida acuática ya que rebasa el límite de 5.0 mg/l, limite perfecto para la proliferación de fauna acuática. Es decir se encuentran el rango en 7 mg/l (figura siguiente).



Comportamiento histórico de la cantidad de oxígeno disuelto en los años de 1994 y 2000.

La conductividad eléctrica: Este valor indica la capacidad del agua para permitir el paso de la energía eléctrica. Esta depende directamente de la cantidad de sales contenidas, por lo que el parámetro denota indirectamente la cantidad de sales inorgánicas contenidas en el agua.

En este caso, el parámetro refleja una concentración media a alta de sales disueltas (valores entre 140 y 1,287 $\mu\text{mhos/cm}$). Los valores de conductividad indican que el agua presenta características semejantes en todo el embalse a diferentes profundidades. En épocas de lluvia son mayores los valores y oscilan entre 250 y 450, a los que se reportan en estiaje entre 195 y 250. Estos valores permiten conservar el agua natural con muy aceptable nivel de calidad (figura siguiente).



Valores de conductividad eléctrica encontrados dentro del embalse en los años 1994 y 2000.

3.9. Competencia por los diferentes usos del agua

El incremento demográfico, los efectos de los movimientos migratorios de la población en el uso de los recursos y la crisis económica en la agricultura y la ganadería han transformado el agua de la cuenca Presa Guadalupe en un recurso cuyo volumen tiende a disminuir y que su aprovechamiento sea desigual y, consecuentemente, sea objeto de disputa entre diversos sectores sociales de la población.

En la actualidad ya se manifiestan distintos conflictos por la contraposición entre los sectores que hacen usos diferentes del agua, lo que representa una redistribución del líquido entre sus diversos usos y una transformación de los beneficiarios del agua.

Actualmente en la cuenca se perfilan principalmente cinco tipos de problemas relativos al agua que implican real o potencialmente un conflicto entre sus usuarios. Estos problemas se relacionan con el uso del agua en piscifactorías, el uso mercantil del agua, la escasez de agua para una parte de la población, la contaminación del agua y la extracción de agua del subsuelo.

1. Uso del agua en piscifactorías

En la cuenca se ubican varias granjas piscícolas y emplean a la mayoría de los ejidatarios. Los dueños de las piscifactorías se oponen a la tala del bosque porque consideran que afecta al caudal de los manantiales y, consecuentemente, su producción.

Sin embargo, en diversos lugares han ocurrido confrontaciones entre grupos de piscicultores y las poblaciones que demandan un mayor volumen de agua para uso humano. Hay productores que han planteado su demanda de recibir más agua potable, la que pueden obtener de diversos manantiales pero el obstáculo aparente es que existen comunidades que no permiten que se conduzca el agua a través de sus tierras. Sin embargo, es probable que la causa real sea la oposición de los piscicultores por la posibilidad de que esto atente contra sus intereses económicos al afectar su productividad.

Los piscicultores tienen la concesión del uso del agua pero esta nace en superficie ejidal, lo cual ha llevado a un diferendo entre ambas partes que representa un choque en los usos diferentes que se le quiere dar al agua.

Paralelamente también plantean formar una asociación de localidades para hacer una entrega de agua potable eslabonada entre varios poblados, de esta manera una comunidad entregaría a otra. Así podrían los ejidatarios hacer llegar el agua sin necesidad de que atraviese los terrenos de otros productores.

Por otro lado, también se manifiesta que el agua es insuficiente y, en contraparte, los piscicultores no acceden para que el agua sea usada para consumo humano.

2. Venta del agua

Otro conflicto en torno al agua ha surgido por la práctica de vender las fuentes de abastecimiento de agua, generalmente los manantiales, a personas o sociedades constituidas

en ranchos particulares, fraccionamientos residenciales. Esta práctica que ha crecido gradualmente en diversos lugares, ha agravado la necesidad de agua potable ante el crecimiento de la demanda de los pobladores y en la mayoría de los casos se trata de aprovechamientos no registrados.

Este tipo de conflictos tiene la particularidad de que son perjuicios para poblados enteros causados por autoridades o representantes de sectores sociales que han vendido el agua para beneficio personal o de grupos reducidos. Esta situación se fortalece ante una amplia demanda de agua por parte de personas o grupos económicamente poderosos.

Un caso representativo es el conflicto entre los pobladores de las comunidades cercanas a los diversos conjuntos habitacionales que se han establecido, los cuales demandan el consumo de agua que ellos reclaman les pertenece.

Estos problemas han generado pocas expresiones pero generan inconformidades claramente manifiestas contra quienes participaron como compradores y como vendedores. Sin embargo, en otros lugares los vecinos han detenido las obras para conducir el agua de diversos manantiales por la desconfianza de que puedan ser hechas para beneficio de haciendas y ranchos particulares.

También se manifiesta el fenómeno de que hay cierta tolerancia entre algunos sectores de las poblaciones para permitir que el agua de los manantiales sea apropiada por los ranchos particulares debido a la expectativa que despierta la posibilidad de que esas propiedades representen una fuente de trabajo, aun a pesar de que sean a costa de la pérdida del agua. En otros lugares han cedido manantiales a cambio de obras de infraestructura.

También ha sido común que determinados miembros de diversas localidades en forma subrepticia vendan desde las tomas de agua para consumo doméstico hasta los propios manantiales.

En esta práctica de la venta del agua, figura también la acción que realizan una cantidad considerable de pipas que en forma clandestina se apropian del agua de los manantiales para venderla a particulares o a empresas a un costo que varía de \$300 a \$500 el volumen de 10,000 litros.

3. Escasez de agua

Hay localidades que por ubicarse en las parte altas padecen de escasez de agua, y en la cuenca baja hay al menos 14 de las 44 comunidades que no tiene agua potable.

Para satisfacer esa necesidad los habitantes la obtienen a través de las pipas que envía el organismo operador de sus municipios o de pequeños manantiales ubicados a grandes distancias desde donde cargan el agua hasta sus viviendas debido a que no tienen infraestructura.

A pesar de la escasez de agua se producen situaciones conflictivas que se desarrollan al interior de las localidades y que propician un desperdicio sistemático del agua al carecer de tanques, cisternas, llaves, etc., sin que haya la organización mínima que pueda resolver esta problemática.

El agua es muy disputada, progresivamente en las redes de distribución del agua las tomas domiciliarias se conectan cada vez más cerca del manantial resultando una distribución desigual entre los usuarios.

4. Contaminación del agua

En las comunidades de la parte media de la cuenca tienen el problema de contaminación de las aguas, tanto superficiales como de manantiales, debido a la contaminación con las descargas de aguas negras de las poblaciones ubicadas aguas arriba de las corrientes debido a que descargan a las barrancas y arroyos.

5. Extracción de agua del subsuelo

En todos los municipios de la cuenca hay pozos perforados para extraer agua, y es más importante en la zona de Cuautitlán Izcalli como en Atizapán de Zaragoza y en diversos casos los pobladores los relaciona con la pérdida del caudal de los manantiales que surten de agua para consumo humano a diversas poblaciones.

3.10. Administración de las aguas superficiales y subterráneas

La información sobre los volúmenes de agua utilizada en la cuenca de la Presa de Guadalupe fue obtenida de la Base de Datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Comisión Nacional del Agua. La cual presenta la información por entidad federativa y municipio. La información de cada uno de los aprovechamientos fue analizada y obtenida para cada uno de los municipios del área de influencia de la cuenca Presa de Guadalupe.

Este documento presenta la información particular sobre la utilización del agua por municipio en cada uno de sus usos y sus características: volumen concesionado, lugar del aprovechamiento, tipo de uso y fuente del aprovechamiento.

En la cuenca Presa Guadalupe se encontraron 46 títulos de concesión, de los cuales 35 son para aprovechamientos y 11 para descargas de aguas residuales. De los 35 aprovechamientos 21 son aprovechamientos de aguas superficiales y 11 para aguas subterráneas. Los usos para los diferentes aprovechamientos y el tipo de descargas se presentan en el cuadro siguiente:

Número de Títulos de Concesión por municipio y por tipo de uso para aprovechamientos de agua

Municipio	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público Urbano	Total
Isidro Fabela	2	3	1			4	10
Jilotzingo	1	1				7	9
Nicolás Romero	1	2		7	1	5	16
Total	4	6	1	7	1	16	35
%	11.43	17.14	2.86	20.00	2.86	45.71	

Fuente: Registro Público de Derechos de Agua REPGA

El mayor número de Títulos de Concesión encontrados corresponde al Uso Público Urbano con 16 aprovechamientos, le sigue el Uso Industrial con 7 aprovechamientos, con 6 aprovechamientos tanto el Uso Agrícola, el Acuícola con 4, y con un aprovechamiento se encuentran el uso Doméstico y el Uso Pecuario.

El total de volumen de agua utilizado por los 35 aprovechamientos suma un total de 14,653,803 m³ anuales (cuadro siguiente). De este volumen 1,601,055 m³ anuales corresponden al uso acuícola, 4,395,826 m³ anuales al uso agrícola, 31,536 m³ anuales al uso doméstico, 4,384,544 m³ anuales al uso industrial, 6,320 m³ anuales al uso pecuario y 4,234,522 m³ anuales al uso público urbano. Se aprecia entonces que aunque el uso público urbano es el que tiene mayor número de concesiones, son el uso agrícola y el uso industrial los que tienen un mayor volumen de aprovechamiento.

Total de Volumen de agua en m³ concesionada por uso y municipio para aprovechamientos

Municipio	Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público Urbano	Total
Isidro Fabela	830,367	2,645,790	31,536			457,428	3,965,121
Jilotzingo	139,968	441,936				465,912	1,047,816
Nicolás Romero	630,720	1,308,100		4,384,544	6,320	3,311,182	9,640,866
Total	1,601,055	4,395,826	31,536	4,384,544	6,320	4,234,522	14,653,803

Fuente: Registro Público de Derechos de Agua REPDA

3.11. Determinación de los niveles de degradación

La finalidad de esta parte del diagnóstico es llegar a determinar el nivel de degradación de la cuenca utilizando la metodología GLASOD y se definirán las alternativas más apropiadas para reducir o solucionar la problemática que permita el desarrollo sustentable.

Introducción

En 1990 se publica El mapa Mundial sobre la Degradación del Suelo Inducida por el Hombre, que por sus siglas en inglés se conoce como GLASOD. En México, en 1997, la entonces SEMARNAP, preparó un Mapa de la Evaluación de la Degradación del Suelo a escala 1:4'000,000. Esta visión general de la problemática nacional sirvió como base para generar otra evaluación más detallada en 1999, escala 1:1'000,000, que seguía siendo información muy general, por lo que se tenía la necesidad de contar con información más detallada, por lo que en 2002, esta misma dependencia generó un mapa nacional a escala 1:250,000 de la degradación causada por el hombre.

Tipos de degradación y otras unidades

Los tipos de degradación se representan codificados con dos letras en una base de datos, una mayúscula que indica el proceso principal y otra minúscula, para el tipo específico. En la realización de este proyecto, se utilizó la metodología ASSOD (Van Lyden, 1997), que es una modificación de la denominada GLASOD, propuesta por Oldeman (1988). Esta última adoptada por la FAO a nivel mundial y por el Inventario Nacional de Suelos de la Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos (DGRyCS) dependiente de la SEMARNAT.

En esta metodología se reconocen dos grandes categorías de procesos de degradación del suelo: *la degradación por desplazamiento del material del suelo*, que tiene como agente causativo a la erosión hídrica o eólica y *la degradación resultante de su deterioro interno*, que considera en la actualidad a los procesos de degradación física y química únicamente.

A continuación se enlistan todos los tipos de degradación considerados en el presente estudio.

- Hs** Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial)
- Hc** Erosión hídrica con deformación del terreno (presencia de cárcavas, de canales o movimiento de masas)
- Ha** Efectos de la erosión hídrica fuera del sitio
- Es** Pérdida del suelo superficial por acción del viento
- Ed** Deformación del terreno por acción del viento
- Et** Efectos fuera del sitio por erosión eólica
- Qd** Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica
- Qp** Polución
- Qs** Salinización/Alcalinización
- Qa** Acidificación
- Qe** Eutroficación
- Fc** Compactación
- Fe** Encostramiento y sellamiento
- Fa** Anegamiento

Fh Hundimiento del suelo superficial**Fu** Pérdida de la función productiva**Fd** Disminución de la disponibilidad de agua

Los tipos de degradación reportados representan el menú de opciones que se pueden determinar o encontrar, es decir, no necesariamente se tienen que presentar todos en México.

Además se consideraron a las siguientes unidades:

SN Estable bajo condiciones naturales: Influencia humana (casi) ausente sobre la estabilidad del suelo y gran cobertura de vegetación no disturbada. Nota: algunas de esas áreas pueden ser muy vulnerables a pequeños cambios que afectan el equilibrio natural.

SH Estable bajo la influencia humana: Esta influencia puede ser pasiva, es decir, sin medidas especiales para mantener la estabilidad del suelo, o activa, a través de la implementación de acciones para prevenir o revertir la degradación.

NU Tierras sin uso: Tierras sin vegetación y con influencia humana (casi) ausente sobre la estabilidad del suelo; se consideraron: desiertos (**NUd**), regiones áridas montañosas (**NUm**), afloramientos rocosos (**NUr**), dunas costeras (**NUc**) y planicies Salinas (**NUz**). Se pueden presentar en ellas procesos de degradación en forma natural.

Factores Causativos

Se adoptaron los mismos grupos de factores causativos propuestos en la metodología de ASSOD, los cuales se indican genéricamente con una letra minúscula y se describen como sigue:

a: Actividades agrícolas: Se definen como el manejo inapropiado de los terrenos arables. Incluye una amplia variedad de prácticas; tales como: problemas por labranza, uso de agroquímicos, uso de abonos, uso de agua de riego de mala calidad y por la quema de residuos de cosecha. Los tipos de degradación comúnmente asociados con este factor son: erosión (hídrica y eólica), compactación, pérdida de nutrientes, salinización y polución (por pesticidas y fertilizantes).

f: Deforestación y remoción de la vegetación: Se define como la (casi) total remoción de la vegetación natural (usualmente bosque primario y secundario), en grandes extensiones territoriales, para cambiar el uso de la tierra a agrícola y urbano, principalmente; para explotar comercialmente bosques a gran escala o por Incendios inducidos. La deforestación frecuentemente causa erosión y pérdida de nutrientes.

e: Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico: Contrario a la "deforestación y remoción de la vegetación natural", este factor causativo no involucra, necesariamente, la remoción (casi) completa de la vegetación "natural", sino más bien, la degeneración de la vegetación remanente, provocando una protección insuficiente contra la erosión. Se incluyen en este grupo a la recolección excesiva de leña, la producción de carbón y al uso de la madera como cercos, postes o polines.

g: Sobrepastoreo: Además del común sobrepastoreo de la vegetación por el ganado, se consideran dentro de este grupo a otros factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, tal como el pisoteo. El efecto del sobrepastoreo usualmente es la

compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal, que provoca mayor erosión del suelo tanto por el agua como por el viento.

i: Actividades Industriales: Incluye todas las actividades humanas de naturaleza (bio) industrial; minas abandonadas, desfogue de industrias, aguas residuales, derrames de petróleo y basureros, que están relacionadas con diferentes tipos de polución (ya sea como fuentes o de forma secundaria) y con la pérdida de la función productiva.

Además, en el presente estudio se incluyó a un factor adicional, que es el relativo al crecimiento urbano o **Urbanización (u)**, en donde se considera a todas las actividades efectuadas por la industria de la construcción, provocando la pérdida de la función productiva del suelo.

Nivel de afectación de la degradación del suelo

Se evaluó en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos; se consideraron cuatro niveles:

(1) **Ligero:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.

(2) **Moderado:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.

(3) **Fuerte:** los terrenos a nivel de predio o de granja, tienen una degradación tan severa, que se pueden considerar con productividad irrecuperable a menos que se realicen grandes trabajos de ingeniería para su restauración.

(4) **Extremo:** su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.

Extensión de la degradación del suelo

Se refiere al porcentaje del área de la unidad fisiográfica que está afectada por un tipo de degradación y se reporta como múltiplo de 5. En cada unidad se pueden presentar uno o más tipos de degradación; además, cada unidad que no presente el 100% de degradación, es indicativo por definición de la existencia de tierras estables o sin uso.

La escala de las extensiones, de los tipos de degradación que se utilizó en los símbolos de las unidades cartográficas, fue el valor específico de su porcentaje, esto es: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, etc.

Tasa de degradación del suelo

Indica la rapidez o la velocidad de la degradación en los últimos 5 o 10 años o su tendencia, la cual se identificó simbólicamente dentro de un paréntesis con uno de los siguientes símbolos:

+ Con incremento ligero en la degradación.

0 Sin cambio en la degradación.

- Con disminución en la degradación.

Cabe mencionar que este estudio fue realizado por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (CP) a una escala 1:250,000 y esta escala es para estudios de reconocimiento de gran visión, por lo que las unidades cartográficas están basadas en unidades fisiográficas delimitadas mediante espaciogramas y modelos de elevación a esta misma escala, tomando como otro criterio el uso del suelo y es un estudio más bien cualitativo, sin embargo da una idea muy clara de cuáles son los efectos de las actividades humanas en la calidad del suelo y muestra además de manera muy clara que estos efectos tienden a incrementarse de no tomar medidas preventivas y correctivas, para tener datos más precisos de algunas otras afectaciones al suelo por actividad humana, es recomendable aplicar esta metodología a otra escala de trabajo y considerar de esta manera el manejo del suelo de manera local.

Los niveles de afectación de la degradación del suelo causada por el hombre, de acuerdo a este estudio van de ligeros a moderados, y se ven reflejados en una reducción en su productividad, y pueden ser recuperados, aunque para esto se requieren de inversiones económicas elevadas, por lo que es importante emprender acciones que mitiguen estos efectos.

3.12. Causas internas y externas de la degradación

Al extraer la Cuenca de la Presa Guadalupe del estudio de degradación de suelos realizado en el 2002 por la SEMARNAT, se identificaron 6 unidades cartográficas de las cuales el mayor porcentaje del tipo de degradación del suelo es por erosión hídrica, con deformación del terreno, moderada en una extensión del 40% de la unidad cartográfica con un incremento de la degradación, causada por sobreexplotación de la vegetación y deforestación. Como factores causativos de este tipo de degradación están las actividades agrícolas y se refiere principalmente a un uso inadecuado de terrenos agrícolas, más específicamente para la cuenca, la labranza y en algunos casos el mal manejo del agua de riego en terrenos con pendientes, otro factor causativo es el sobrepastoreo, que afecta sobre todo a las comunidades vegetales y esta asociado al número excesivo de cabezas de ganado por unidad de superficie y cuyos efectos resultan en pisoteo, compactación y afectación a reforestaciones, caso muy común en la cuenca. Otro factor causativo es la sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico, que no remueve la vegetación en su totalidad, pero si propicia una deformación de esta, en el caso de la cuenca se refiere a una recolección excesiva de leña, en algunos casos producción de carbón y la recolección de plantas con propiedades curativas y alimenticias.

Otro tipo de degradación presente en la cuenca Presa Guadalupe es la degradación por erosión hídrica con pérdida de suelo superficial, ligera en una extensión del 40% de la unidad cartográfica con un incremento de la degradación, causada por actividades agrícolas y sobreexplotación de la vegetación.

Además de las unidades cartográficas mencionadas, se encontraron también unidades que se refieren al suelo estable bajo condiciones naturales.

También es de importancia recalcar que aproximadamente 1,327 hectáreas presentan degradación física por áreas cubiertas por concreto, extremo, en 100% de la unidad cartográfica con un incremento de la degradación por urbanización.

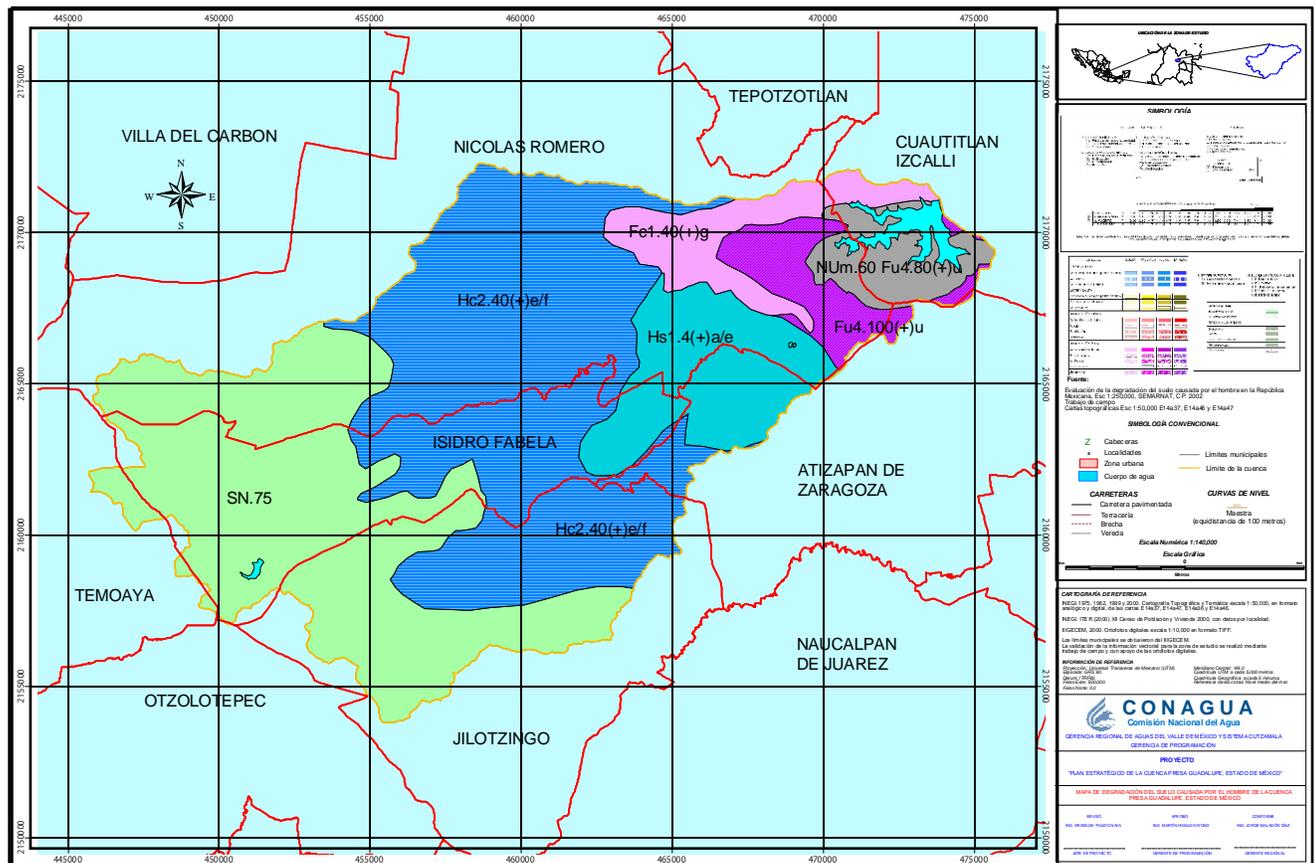
Los tipos de degradación presente en la cuenca Presa Guadalupe y la superficie afectada se presentan en el Cuadro siguiente.

Tipos de degradación presentes en la cuenca Presa Guadalupe

Clave	Superficie (ha)	Tipo de degradación
SN.75	9,600.18	Terreno bajo condiciones naturales en un 75 %
Hs1.4(+)/a/e	3,007.29	Degradación por erosión hídrica con pérdida de suelo superficial, ligera en una extensión del 40% de la unidad cartográfica con un incremento de la degradación, causada por actividades agrícolas y sobreexplotación de la vegetación
NUm.60 Fu4.80(+)/u	1,483.13	Terrenos sin uso aparente en regiones montañosas. Degradación física por áreas cubiertas por concreto, extremo, en 80% de la unidad cartográfica con un incremento de la degradación por urbanización.
Fc1.40(+)/g	1,688.41	Degradación física por compactación, ligera, en 40% de la unidad cartográfica con un incremento de la

Clave	Superficie (ha)	Tipo de degradación
		degradación por sobrepastoreo
Hc2.40(+)/e/f	11,054.63	Degradación por erosión hídrica con deformación del terreno, moderada en una extensión del 40% de la unidad cartográfica con un incremento de la degradación, causada por sobreexplotación de la vegetación y deforestación
Fu4.100(+)/u	1,327.42	Degradación física por áreas cubiertas por concreto, extremo, en 100% de la unidad cartográfica con un incremento de la degradación por urbanización.
Total	28,161.06	

El mapa de degradación del suelo de la cuenca se presenta en la Figura siguiente.



Mapa de degradación de la cuenca Presa Guadalupe.

4. Integración de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

4.1 Sistema de Consulta de Información Ejecutiva de Estudios y Proyectos de la Cuenca Presa Guadalupe

El Sistema de Consulta de Estudios y Proyectos consiste de una base de datos que contiene los estudios, documentos y proyectos que se recopilaron en diferentes instituciones e instancias de los tres niveles de gobierno y ONG's. La mayoría de éstos se obtuvieron en forma impresa, pero se digitalizaron para crear un archivo digital.

El Sistema de Consulta consiste de un programa que funciona bajo ambiente de Windows con acceso a través de una página Web de Internet Explorer. Una vez que se accesa al programa se puede consultar la base de datos considerando tres opciones que son: por palabra clave, por año o por todos los estudios y proyectos.

Los documentos se encuentran en formato PDF, al seleccionar alguno de interés se puede consultar con el programa Adobe Acrobat, este programa se puede instalar en la computadora con el archivo que se encuentra en el disco de instalación del Sistema de Consulta

La relación de documentos que integran el Sistema de Consulta es el siguiente:

1. *Estudio de la Presa Guadalupe para abastecimiento de agua potable 1972*
2. *Estudio hidrobiológico de la Presa de Guadalupe, Estado de México 1994*
3. *Evaluación de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable. Condado de Zayavedra 1995*
4. *Propuesta para los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Condado de Zayavedra 1995*
5. *Evaluación de las condiciones actuales del sistema de la red de alcantarillado. Condado de Zayavedra 1995*
6. *Dictamen sobre la evaluación de las condiciones actuales de los sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales del fraccionamiento Condado de Zayavedra, Mpio. Atizapán de Zaragoza 1995*
7. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor sur. Estudio de impacto ambiental (2) 1997*
8. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor sur. Estudio hidrológico (2) 1997*
9. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor sur. Estudio hidrológico. análisis de hidrogramas por el método gráfico alemán (tomo II complemento) 1997*

10. *Saneamiento de la Presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor sur. Estudios geológicos y geotécnicos (2) 1997*
11. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México, adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor Sur. Presa Derivadora San Ildefonso. Niveles de agua en el Arroyo San Ildefonso o Monte Alto para la avenida de diseño 1997*
12. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México, adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor Sur. Presa Derivadora San Ildefonso. Memoria descriptiva y de cálculo 1997*
13. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México, adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor Sur. Presa Derivadora Xinté. Memoria de cálculo 1997*
14. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México, adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor Sur. Presa Derivadora Campestre. Memoria de cálculo 1997*
15. *Saneamiento de la Presa Guadalupe, Municipio de Cuautitlán Izcalli. Adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor Sur. Catalogo de conceptos y cantidades de obra 1997*
16. *Proyecto ejecutivo del saneamiento de la presa Guadalupe, Mpio. de Cuautitlán, Estado de México., adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor Sur. Catalogo de conceptos y cantidades de obra. Presas Derivadoras San Ildefonso, Xinté, Campestre 1997*
17. *Saneamiento de la Presa Guadalupe, Municipio de Cuautitlán Izcalli. Adecuación al proyecto ejecutivo del interceptor Sur. Presupuesto de obra 1997*
18. *Sistema Nacional de Presas. Presa Guadalupe. 1999*
19. *Sistema Nacional de Presas. Presa Iturbide. 1999*
20. *Sistema Nacional de Presas. Presa La Colmena. 1999*
21. *Estudio Limnológico de la Presa Guadalupe, Estado de México 2000*
22. *Actualización de la información geohidrológica para el año 2001 del acuífero que se localiza en Zona Esmeralda, Mpio. de Atizapán de Zaragoza, Estado de México 2001*
23. *Diagnóstico ambiental de la Presa de Guadalupe, Estado de México. Tesis 2003*
24. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nicolás Romero 2003*
25. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Isidro Fabela 2003*
26. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo 2003*

27. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Cuautitlán Izcalli 2003*
28. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Atizapán de Zaragoza 2003*
29. *Diagnóstico para la disposición final de residuos sólidos en las zonas de influencia del Lago de Guadalupe y la Laguna de Zumpango 2004*
30. *Estudio de modelación para determinar el comportamiento de acuíferos del Valle de México. Acuífero Cuautitlán Pachuca (1) 2004*
31. *Declaratoria del ejecutivo del Estado de México por la que se establece el Área Natural Protegida con la categoría de Parque Estatal denominado Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe 2004*
32. *Información de niveles y capacidades de la Presa Guadalupe 2005*
33. *Diagnóstico ecológico del lago-presa Guadalupe, Estado de México 2006*
34. *Descripción del medio natural de la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México 2006*
35. *Descripción del medio social y económico de la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México 2006*
36. *Diagnóstico de la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México 2006*
37. *Sistema de Información Geográfico de la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México 2006*
38. *Sistema de Consulta de Información Ejecutiva de Estudios y Proyectos de la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México 2006*
39. *Taller ZOPP aplicado en la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México 2006*
40. *Plan Estratégico con acciones de gran visión para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México 2006*
41. *Plan Estratégico de la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. Informe Final 2006*

En el informe denominado SISTEMA DE CONSULTA DE INFORMACIÓN EJECUTIVA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LA CUENCA PRESA GUADALUPE, ESTADO DE MÉXICO, se presenta el manual del usuario donde se detallan las indicaciones para su instalación y manejo.

4.2. Sistema de Información Geográfico (SIG) de la Cuenca Presa Guadalupe

Se desarrolló el Sistema de Información Geográfico (SIG) con el propósito de tener una base de datos que contenga los mapas alusivos a la cuenca Presa Guadalupe, para ello se recurrió a recopilar información cartográfica digital de diferente índole como fue: ortofotos, mapas de diferentes temas (edafología, uso de suelo, topografía, etc.), clima, imágenes de satélite, social y económica, entre otra.

Las fuentes de información fueron la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

El SIG se realizó bajo ambiente de Arc View 3.2. Una vez que se accesa se pueden consultar los mapas y las bases de datos por medio de un menú que contiene la relación de mapas divididos en medio físico y medio social y económico.

La relación de mapas que conforman el SIG se presente a continuación:

Medio Físico

1. Ortofoto
2. Estaciones climatológicas
3. Uso de suelo 1989
4. Edafología
5. Glasod (degradación del suelo)
6. Uso del suelo 2000 (primera clasificación)
7. Imagen de satélite 1989 (sin recortar la cuenca)
8. Imagen de satélite 2000 (sin recortar la cuenca)
9. Hidrología
10. Factor K de la EUPS (Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo)
11. Factor R de la EUPS
12. Factor LS de la EUPS
13. Climas
14. Geología
15. Subcuencas
16. Microcuencas
17. Cuencas alta, media y baja
18. Isoyetas
19. Isotermas
20. Imagen de satélite 1985
21. Imagen de satélite 2000
22. Uso de suelo 1985
23. Uso de suelo 2000
24. Erosión hídrica potencial
25. Manantiales Jilotzingo
26. Bosque 1985
27. Bosque 2000
28. Factor C de la EUPS

29. Factor P de la EUPS
30. Erosión hídrica actual
31. Uso de suelo 2006
32. Acuíferos de la cuenca
33. Modelo de elevación
34. Areas naturales protegidas
35. Areas agrícolas de temporal
36. Perfil de Proyecto CONSA

Medio Social y Económico

37. Comunidades de la cuenca
38. Población total
39. Población por género
40. Población económicamente activa
41. Población por sector
42. Servicios en vivienda
43. Descargas
44. Infraestructura y equipamiento

En el informe denominado SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG) DE LA CUENCA PRESA GUADALUPE, ESTADO DE MÉXICO, se presenta el manual del usuario que contiene las indicaciones para instalar y manejar el SIG.

5. Líneas estratégicas de gran visión para la elaboración de los proyectos, acciones y obras para el corto, mediano y largo plazos

5.1. Taller ZOOP aplicado en la cuenca Presa Guadalupe

Con el fin de apoyar las acciones de la Comisión de Cuenca de Presa de Guadalupe, se aplicó el método de planeación participativa ZOPP (por sus siglas en alemán Ziel-Orientierte Project-Planung, en español: Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos), como reflexión y propuesta para la toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo interdisciplinarios y sin distinguir jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada. Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes.

La metodología fue aplicada por el grupo de participantes en el taller, constituido por representantes de los diferentes usos del agua existentes en la Cuenca Presa de Guadalupe y como invitados diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno, vinculadas con las actividades productivas de los usuarios del agua; Instituciones de Investigación y Organizaciones No Gubernamentales, todos ellos integrantes de la Comisión de Cuenca y con probada capacidad de análisis de la problemática de saneamiento de la región.

El taller ZOOP se realizó durante los días 25,26 y 27 de octubre de 2006 en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) Campus Estado de México ubicado en Atizapán de Zaragoza.

Como inicio de las actividades se contó con la presencia del Dr. Roberto Rueda Ochoa, Rector del ITESM y Presidente de la Comisión de Cuenca de la Presa Guadalupe (CCPG), quien hizo el acto ceremonial de inauguración del Taller ZOOP invitando que se trabajará en conjunto para definir las mejores acciones que se tienen que realizar en la cuenca para resolver la problemática ambiental que se tiene con el fin de lograr la preservación y conservación de los recursos naturales.

Posteriormente se inició el Taller con la presentación de los antecedentes y objetivos del mismo por parte de la Ing. Griselda Pulido Navarro en representación del Ing. Martín Hidalgo Wong, Gerente de Programación de la GRAVAMEXSC.

Enseguida se procedió con la presentación del Ing. Jerónimo Hernández, de la GRAVAMEXSC, que fungió como facilitador en la realización del Taller ZOOP, para ello, presentó a los asistentes la metodología ZOOP por medio de una proyección en cañón con power point.

La metodología aplicada, consta de los siguientes instrumentos:

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

- b) **Árbol de Objetivos.**- Es un instrumento para la toma de decisiones, por ello, también se le llama Árbol de Decisiones. Se elabora a partir de la solución de los problemas identificados en el diagnóstico. Las situaciones factibles y deseables que se derivan de la solución de cada uno de los problemas del diagnóstico. El conjunto de estos objetivos conforma el Árbol de Objetivos, del cual podemos seleccionar una estrategia óptima para el proyecto.
- c) **Análisis de Involucrados.**- Es el análisis de involucrados del proyecto y estructura de ejecución del Programa. Por su importancia y relación con cada una de las áreas de trabajo del proyecto, se conformó una estructura de ejecución con responsables e instituciones y organizaciones de apoyo. Se generan anexos donde se tiene el análisis de involucrados y la estructura de ejecución del proyecto, respectivamente. En todo caso, se buscará ligar dicha estructura a los grupos de trabajo especializados de la Comisión de Cuenca ya existentes, evitando la duplicidad de funciones y asegurando la congruencia de objetivos.
- d) **Matriz de Planeación del Proyecto (MPP).**- En ella, se expresa de manera integrada, la estrategia de ejecución del proyecto, con sus objetivos, sus resultados/productos, actividades principales, indicadores verificables objetivamente, fuentes de verificación y los supuestos. La matriz contiene la formulación estratégica del proyecto, es decir, sus formulaciones son de carácter general.
- e) **Planeación Operativa de Proyecto.**- Contiene una desagregación de las actividades principales contenidas en la MPP en subactividades, descripción de los procedimientos, resultados esperados, fechas de ejecución, responsables de ejecución, instituciones u organizaciones de apoyo y costos aproximados. La Planeación Operativa de este proyecto no contiene aún información sobre responsables y costos, mismos que deberán ser definidos a través de los grupos especializados de trabajo de la Comisión de Cuenca.

Durante las tres sesiones del taller se generó un proceso de análisis entre los participantes con el cual se identificaron las diversas facetas de la problemática de la cuenca y la interacción que éstas guardan entre sí. Con estos resultados se estructuró el árbol de problemas en el que se incluyeron además el conjunto aportaciones hechas por cada institución presente y por el consenso general que sustenta cada parte del árbol mencionado.

Asimismo, se inició la elaboración del árbol de objetivos, alcanzando así las condiciones para avanzar en la identificación de los objetivos para rehabilitar la cuenca, definir las instancias involucradas en la ejecución de las acciones necesarias y definir su respectivo programa, lo cual, de acuerdo con la GRAVAMEXSC, se realizará en una segunda etapa durante los primeros meses del año 2007.

Es conveniente mencionar que los resultados obtenidos en la primera etapa de este Taller ZOOP fueron considerados para elaborar el Diagnóstico de la Cuenca Presa Guadalupe, para incluir el conjunto de problemas de diversa índole y para identificar la jerarquización de su importancia. El Diagnóstico se presenta en otro documento.

En el informe denominado TALLER ZOPP APLICADO EN LA CUENCA PRESA GUADALUPE, ESTADO DE MÉXICO se presenta la relatoría del mismo.

5.2. Plan Estratégico con Acciones de Gran Visión para la Gestión Integral del Agua y Recursos Asociados de la cuenca Presa Guadalupe

Para la redacción del Plan Estratégico se partió del diagnóstico que se realizó de la problemática de la cuenca, y que constituye un documento técnico producto también del Convenio de Colaboración.

Este documento no pretende ser inédito ya que para la identificación de las acciones, obras y proyectos necesarios, se utilizó información muy valiosa obtenida de diferentes instituciones e instancias de todos los niveles de gobierno y ONG's, así como de las conclusiones emanadas del Taller ZOPP realizado también como parte del Convenio.

Se hace también un reconocimiento al personal de la Comisión de Cuenca de la Presa Guadalupe que de igual forma aportó información muy valiosa sobre la necesidad de acciones en las diferentes partes de la cuenca.

PROBLEMÁTICA RELEVANTE PARA CADA OBJETIVO DEL PLAN ESTRATÉGICO

1. Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola

En la Cuenca de la Presa Guadalupe se cuenta con 2 unidades de riego, la Unidad de Riego Tlazala, en el Municipio de Isidro Fabela y la Unidad de riego Transfiguración en el municipio de Nicolás Romero, ambas tienen como fuente de abastecimiento la Presa Iturbide.

En el caso de la Unidad de Riego Tlazala, se riegan 382 ha, de las cuales 200 ha son ejidales, 100 ha comunales y 82 ha de pequeña propiedad, beneficiándose 200 ejidatarios 210 comuneros y 150 pequeños propietarios, el cultivo principal es maíz y la eficiencia de conducción que reporta la SAGARPA es de 60%.

Para el caso de la Unidad de Riego de Transfiguración, la superficie beneficiada es de 216 ha, de las cuales 110 son ejidales y 106 de pequeña propiedad, de los usuarios beneficiados 260 son ejidatarios y 185 son pequeños propietarios, al igual que en la unidad de riego Tlazala, el cultivo es maíz y la eficiencia de conducción es de 60%, como se muestra en el siguiente cuadro.

Unidad de riego	Sup de riego (ha)	Volumen (m ³)	Lámina bruta (cm)	Lámina neta (cm)	Cultivo	Usuarios				Sup			
						Ejidal	comunal	pp	total	ejidal	comunal	pp	Total
Transfiguración	216	1298100	20	12	Maíz	260	0	185	445	110	0	106	216
Tlazala	382	1437590	20	12	Maíz	200	210	150	560	200	100	82	382
TOTAL	598	2735690				460	210	335	1005	310	100	188	598

La conducción se hace a través de canales en ambas unidades, en su mayoría sin revestir, lo cual disminuye la eficiencia en la conducción. El mantenimiento de estos canales está a cargo de los usuarios coordinados por los directivos de las unidades de riego.

En las dos unidades de riego se tiene una superficie beneficiada de 598 ha y un total de 1005 usuarios.

Como problemática se detectó la falta de infraestructura para la conducción y distribución del agua, ya que los canales no se encuentran revestidos en su mayoría.

En cuanto a la superficie beneficiada se tiene primeramente, que debido al clima hay presencia de heladas entre los meses de noviembre a febrero, pudiendo presentarse heladas tempranas a partir del mes de octubre y heladas tardías hasta los meses de abril, lo cual es un factor de riesgo para el establecimiento de cultivos en este periodo. Y con respecto a las tierras que cuentan con riego, la mayoría presenta pendientes arriba del 5%, lo cual dificulta la aplicación y disminuye, tanto la eficiencia como la uniformidad del riego.

Se requiere entonces construir infraestructura para la conducción y distribución del agua de riego, así como eficientar la aplicación en las parcelas.

Ya que la dotación de tierras es baja, en promedio 0.6 ha por usuario, se puede hacer mas eficiente, tanto el uso de suelo como de agua, mediante la producción de cultivos bajo ambiente controlado, lo cual preemitiría mitigar los efectos del clima y diversificar la producción, así como establecer cultivos rentables, lo cual trae beneficio, tanto en el uso del agua, suelo y beneficio económico para los usuarios.

De esta manera, al hacer más eficiente el uso del agua, se puede considerar la posibilidad de incorporar más superficie de riego.

2. Fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

En la Cuenca de la Presa Guadalupe se ha tenido un crecimiento notable del área urbana, lo cual se aprecia principalmente en los municipios de Nicolás Romero y Cuatlitlán Izcalli.

Como consecuencia del crecimiento urbano se ha tenido un crecimiento importante también en la población, ya que se han establecido núcleos urbanos de alta densidad. Esta población ejerce presión sobre los recursos naturales, principalmente el agua, y puesto que las fuentes de abastecimiento no cubren las necesidades, se tiene que importar agua de otras cuencas, en este caso se tiene una cobertura importante del sistema Cutzamala, esto en las áreas urbanas.

En las áreas rurales la presión se da hacia el bosque también, ya que la gente requiere de materiales combustibles y para consumo humano, además de materiales para construcción, en este caso, el aprovechamiento no se hace de manera ordenada y esto se ve reflejado en la calidad de cobertura forestal, pudiendo afectar el área de recarga de los manantiales. En las áreas rurales, el crecimiento de la comunidad además de desordenado se hace muy disperso, por lo que es difícil dotarlos de servicios, tanto de agua potable como de drenaje (se tiene una cobertura promedio de 80.83% en agua potable y 71.34% en drenaje), por lo que se practica el fecalismo al aire libre, siendo esto arrastrado por el agua en la temporada de lluvias, hacia la presa. Dada la dificultad de dotar a las poblaciones rurales con el servicio de drenaje, se hace necesaria la adopción de tecnologías alternativas para la disposición de aguas residuales, tales como letrinas o fosas sépticas, de acuerdo ala número de viviendas.

En el caso de las áreas urbanas, en donde se cuenta con red de drenaje, la descarga se realiza directamente a corrientes superficiales sin ningún tratamiento aunque actualmente se está trabajando en la rehabilitación de un colector en la parte norte de la presa para captar las aguas residuales y en la construcción del colector sur, también para captar aguas residuales

3. Lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas

En la Cuenca de la Presa Guadalupe la población, sobretodo rural ejerce presión sobre el bosque, obteniendo de el combustible materiales para construcción y algunos alimentos, esta presión es tal en algunas zonas que se está afectando la calidad, lo cual tiene un efecto en el régimen hídrico de la cuenca.

Es importante señalar que esta presión está presente también en el área de captación de manantiales, en donde además no se realiza ningún tipo de manejo, de igual manera al disminuir la cubierta vegetal incrementa el escurrimiento superficial, y se disminuye la recarga de manantiales, incrementando también la erosión del suelo.

En cuanto a las áreas agrícolas, estas se presentan con pendientes fuertes y grandes longitudes, la agricultura que se practica principalmente es de temporal y se realiza en su mayoría sin prácticas para el control de la erosión.

De acuerdo con el mapa de erosión, el 31% de la superficie de la cuenca presenta tasas de erosión mayores a 50 ton/ha, mientras que 9.8% se encuentra entre 10 y 50 ton/ha, el resto 59%, se encuentra por debajo de 10 ton/ha, lo cual está dentro de los límites permisibles, como se presenta en el cuadro siguiente.

Rango de erosión hídrica (t ha ⁻¹ año ⁻¹)	Superficie (ha)	%
0 - 5	10,174.95	36.13
5 - 10	6,457.30	22.93
10 - 50	2,765.34	9.82
50 - 200	4,448.25	15.80
>200	4,315.23	15.32
TOTAL	28,161.07	100.00

Se aprecia que en la Cuenca de la Presa Guadalupe los suelos son netamente de aptitud forestal, por lo que todas las actividades productivas deben estar orientadas a reconvertir la cuenca a forestal, como una visión a largo plazo, en el mediano y corto plazo, las actividades agrícolas deben realizarse bajo un enfoque productivo conservacionista, el cual mantiene y aumenta la productividad de los suelos, bajo este esquema se considera la inclusión de prácticas conservacionistas de agua y suelo, mecánicas y vegetativas, en el sistema de producción. En general podemos decir que el manejo más adecuado consideraría una cubierta vegetal permanente y un movimiento mínimo del suelo.

Al disminuir los impactos de la erosión se estaría evitando el arrastre de suelo, materia orgánica y nutrientes derivados de las actividades agrícolas, tales como nitratos y fosfatos hacia los cuerpos de agua y finalmente a la presa de Guadalupe.

4. Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico

La Cuenca cuenta, además de la presa Guadalupe, con la Presa Iturbide y la Colmena. La presa Iturbide, sirve como fuente de abastecimiento de las unidades de riego, de Tlazala y Transfiguración. Aguas abajo de la cortina se encuentra una estación hidrométrica, cuya función es cuantificar el agua que llega a la presa a través del Río Chiquito, cuya operación, a cargo de la CONAGUA, fue en el periodo 1979-1995, además en la cuenca se cuenta con 7 estaciones climatológicas, cuya operación estuvo a cargo de la CONAGUA, y que cuenta con información desde 1961 a 2000, en algunos casos. En ambos casos, la estación hidrométrica y las estaciones climatológicas han dejado de operar.

En cuanto a las unidades de riego, estas se encuentran constituidas legalmente y cuentan con concesión de parte de la CONAGUA, y en ambos casos esta vigente desde 1996 y cuentan con una prórroga por diez años más a partir de septiembre de 2005.

La administración y vigilancia del reglamento interno de cada unidad de riego esta a cargo de una mesa directiva electa democráticamente en asamblea de usuarios, renovada anualmente. Sin embargo, requieren de asesoría legal para llegar a conformarse en una asociación organizada con lo cual tengan mayores posibilidades de obtener apoyos de programas y proyectos.

5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.

Existe en la Cuenca de la Presa Guadalupe una comisión de cuenca, la cual surge como una necesidad para atender la problemática ambiental de la cuenca, enfocada primeramente en el vaso de la presa, cuyo detonante fue la muerte masiva de peces.

Mediante estudios realizados se demostró el alto grado de contaminación, se detectaron altos niveles de clorofila, es decir, el cuerpo de agua presenta un comportamiento hipertrófico.

Como se menciona anteriormente, esto da pauta para que la sociedad en conjunto atendiera esta problemática, y diera lugar a la integración de la Comisión de Cuenca de la Presa Guadalupe, conformada en 2005 y que sesiona regularmente.

En esta Comisión participan instituciones de los tres niveles de gobierno, tales como Comisión Nacional del Agua, SAGARPA, PROFEPA, SEMARNAT, CONAFOR, del gobierno federal; SEDAGRO, CAEM, PROBOSQUE, del gobierno del Estado de México; Organismos operadores de los municipios de Cuautitlán Izcalli, Nicolás Romero y Atizapán de Zaragoza y representantes de los ayuntamientos de estos municipios y de los municipios de Jilotzingo e Isidro Fabela. Además participan Organizaciones no Gubernamentales e instituciones de educación superior, El Instituto de Estudios Superiores de Monterrey y la Universidad del Valle de México.

Esta Comisión de Cuenca funciona celebrando reuniones ordinarias y mediante reuniones de trabajo de los grupos especializados.

ACCIONES DE GRAN VISIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA Y RECURSOS ASOCIADOS PARA CADA OBJETIVO DEL PLAN ESTRATÉGICO

1. Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola

- ❖ Llevar a cabo un proyecto de tecnificación de riego mediante tubería con compuertas para cada unidad de riego para eficientar la aplicación del riego en la parcela y que incluya la modernización de la conducción para evitar pérdidas de agua.
- ❖ Capacitar a los productores en el uso eficiente del agua mediante aplicación de láminas de riego adecuadas y oportunas.
- ❖ Introducir un programa de reconversión productiva en las áreas de riego mediante parcelas de ambiente semicontrolado donde se obtengan mayores ingresos con uso eficiente del agua con sistemas de riego por goteo.

2. Fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento

- ❖ Iniciar con un Programa para dotar de agua potable y drenaje en las comunidades principalmente en las zonas rurales donde carecen del servicio y del recurso.
- ❖ Conservar y modernizar los sistemas de abastecimiento de agua potable.
- ❖ Promover el tratamiento de aguas residuales con diferentes tecnologías considerando alternativas para tratamiento de aguas en pequeñas comunidades (con letrinas, fosas sépticas, tanques de sedimentación secundaria, filtros percoladores, lodos activados, etc.), como en áreas urbanas (plantas de tratamiento con capacidades de más de 5 l/s).
- ❖ Finiquitar las obras del colector sur del embalse y rehabilitar el colector norte para derivar las aguas residuales y darles un tratamiento para un posible reúso del agua.
- ❖ Iniciar con un proyecto de control integrado de malezas acuáticas.

3. Lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas

- ❖ Promover un Programa de Acciones Conservacionistas en Laderas Agropecuarias con mayor énfasis en las áreas en "conflicto de uso" para contrarrestar los efectos de erosión hídrica y evitar la contaminación de los escurrimientos por agroquímicos, que ayude además a la recarga de los manantiales y del acuífero.
- ❖ Desarrollar proyectos ejecutivos a nivel de microcuencas o áreas de influencia de manantiales para lograr un manejo y conservación de las fuentes de agua y mejor calidad del recurso bosque.

- ❖ Realizar una caracterización de las fuentes de agua de manantiales para conocer el volumen y calidad del agua disponible con el propósito de conocer la oferta de agua disponible para satisfacer las demandas de las comunidades.
- ❖ Llevar a cabo un programa de rehabilitación ecohidrológica de riberas de cauces.
- ❖ Desarrollar e impulsar un programa de manejo y disposición de residuos sólidos.
- ❖ Establecimiento de centros de materiales vegetativos para producir especies de la región necesarias para establecer acciones conservacionistas como reforestaciones y frutales para terrazas.
- ❖ Impulsar proyectos de pago por servicios ambientales del bosque para la parte alta de la cuenca.

4. Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico

- ❖ Iniciar con un programa de instalación y rehabilitación de estaciones hidrométricas de aforo de agua de los afluentes principales del embalse, y también un programa de reactivación o reinstalación de estaciones climatológicas para registro de información, será de utilidad para generar conocimiento del estado actual del agua en la cuenca.
- ❖ Monitoreo sistemático de la calidad del agua en sitios estratégicos.
- ❖ Proyecto de regularización de todos los aprovechamientos de agua de la cuenca.
- ❖ Desarrollar proyectos de investigación sobre el monitoreo de la calidad del agua en toda la cuenca; del transporte de sedimentos y contaminantes con lotes de escurrimiento y microcuencas instrumentadas; de evaluación de diversas tecnologías para controlar la problemática ambiental; entre otra.
- ❖ Conformar y capacitar a un grupo técnico especializado que funja como promotor de las diversas acciones a realizar en toda la cuenca.

5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso

- ❖ Programa de cultura del agua para todos los niveles de la sociedad donde se incluya información del Plan Estratégico y de la Comisión de Cuenca de la Cuenca Presa Guadalupe para que asuma su responsabilidad sobre el cuidado del recurso.
- ❖ Consolidar e incrementar el nivel de participación de la Comisión de Cuenca de la Cuenca Presa Guadalupe para que sea el eje rector de todas las acciones a realizar en la cuenca y que sea quien coordine a las instituciones de cualquier nivel.
- ❖ Fortalecer los organismos operadores de agua de los municipios de Jilotzingo e Isidro Fabela.

ESTUDIOS NECESARIOS QUE APLICAN A TODA LA CUENCA

- Prospectiva del uso y manejo del agua en la cuenca de la Presa Guadalupe.
- Estado actual de la infraestructura hidráulica que da servicio a la población de la cuenca, agua potable, alcantarillado y tratamiento (incluidos los colectores marginales).

- ⇒ Monitoreo de las descargas de aguas residuales a la Presa Guadalupe.
- ⇒ Caracterización de las aguas residuales de entrada y salida de colectores marginales de la Presa Guadalupe.
- ⇒ Caracterización de las aguas del embalse, para determinar su posible uso como abastecimiento a la población, previa potabilización.
- ⇒ Caracterización aguas abajo de la presa para control de la calidad del agua para uso agrícola.
- ⇒ Alternativas de tratamiento de las aguas residuales de los colectores marginales, incluyendo esquemas de reuso con diferentes fines (agrícola, llenado de la presa, reuso potable indirecto, industrial, riego de áreas verdes).
- ⇒ Control de descargas y necesidades de tratamiento en zonas que no descargan a los colectores.
- ⇒ Control de desechos sólidos en los cauces afluentes a los colectores y a la Presa Guadalupe.
- ⇒ Usos del agua en el medio rural y en pequeñas poblaciones para detectar necesidades de abastecimiento y saneamiento.
- ⇒ Aplicabilidad de tecnologías alternativas de agua potable y saneamiento en pequeñas comunidades ubicadas en la cuenca de la Presa Guadalupe.
- ⇒ Caracterización de los comités y organismos de manejo del agua y saneamiento a nivel de comunidad de la cuenca.
- ⇒ Caracterización de los aprovechamientos hidrológicos (manantiales, pozos, etc.).
- ⇒ Actualización del proyecto del colector marginal sur.
- ⇒ Estudio de impacto ambiental actualizado del proyecto de los colectores marginales norte y sur.
- ⇒ Factibilidad del control de malezas acuáticas en el embalse.
- ⇒ Modelo para gestión integrada de los recursos hídricos.
- ⇒ Situación actual de la degradación de los suelos.
- ⇒ Estudio geohidrológico.
- ⇒ Inventario de uso de suelo a gran detalle escala 1:5,000.
- ⇒ Superficie con prácticas de conservación de agua y suelo a nivel de parcela.
- ⇒ Identificación de áreas prioritarias o en conflicto de uso para control de la erosión hídrica.
- ⇒ Estudio de erosión hídrica actual a nivel de parcela (escala mínima 1:50,000).
- ⇒ Monitoreo sistemático de la calidad del agua en afluentes de la presa Guadalupe y dentro del embalse.
- ⇒ Reactivación del registro de información climatológica de las estaciones ubicadas dentro de la cuenca.
- ⇒ Medición y aforo de afluentes de la Presa Guadalupe.
- ⇒ Estudio de batimetría de la presa Guadalupe.
- ⇒ Caracterización de las unidades y pequeñas áreas de riego de la cuenca.
- ⇒ Proyecto ejecutivo para tecnificar el riego en las unidades de riego.
- ⇒ Proyectos de manejo y conservación a nivel de microcuenca para proteger fuentes de agua y bosques.
- ⇒ Estudios de factibilidad de pago por servicios ambientales.
- ⇒ Evaluación de tecnologías conservacionistas con lotes de escurrimiento y microcuencas instrumentadas.

PERFILES DE PROYECTOS PARA LAS ACCIONES MÁS RELEVANTES

Los proyectos más relevantes que al realizarse deberán impactar de una forma muy importante en la calidad del agua y sus recursos asociados en la cuenca son los siguientes:

- 1. Recomendaciones de uso eficiente del agua en los municipios que integran la subcuenca de la Presa Guadalupe
- 2. Saneamiento rural y urbano
- 3. Conservación de agua y suelo en áreas en "conflicto de uso"
- 4. Tecnificación del riego para áreas regadas.

Cada perfil del proyecto se describe en forma extensa y a detalle en el documento del Plan Estratégico que se presenta a parte.

VI. DOCUMENTOS Y PRODUCTOS GENERADOS CON EL PROYECTO

1. Descripción del medio natural de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Memoria Técnica*
2. Descripción del medio social y económico de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Memoria Técnica*
3. Diagnóstico de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Memoria Técnica*
4. Sistema de consulta de información ejecutiva de estudios y proyectos de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Manual del usuario*
5. Sistema de Información Geográfico (SIG) de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Manual del usuario*
6. Taller ZOPP aplicado en la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Relatoría*
7. Plan estratégico con acciones de gran visión para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Memoria Técnica*
8. Plan estratégico de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. *Informe final*