

ORGANISMO DE CUENCA AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO

DIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN

**CONVENIO DE COLABORACIÓN
OCAVM-DP-MEX-09-424-RF-CC**



PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN, ESTADO DE MÉXICO

MEMORIA TÉCNICA

Supervisó por el OCAVM:

**Ing. Francisco Javier De Legarreta Sánchez
C.P. José Antonio Rodríguez Guevara
Ing. Gricelda Pulido Navarro**

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE

SUBCOORDINACIÓN DE CONSERVACIÓN DE CUENCAS Y TECNOLOGÍA FORESTAL

Jiutepec, Mor., Diciembre de 2009



DIRECTORIO

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Ing. Juan Rafael Elvira Quesada
Secretario

Comisión Nacional del Agua

Ing. José Luís Luege Tamargo
Director General

Ing. Efrén Villalón Figaredo
Director General del Organismo de Cuenca de Aguas del Valle de México

Ing. Francisco Javier De Legarreta Sánchez
Director de Programación

C.P. José Antonio Rodríguez Guevara
Subgerente de Planeación Hidráulica

Ing. Graciela Pulido Navarro
Jefe de Proyecto

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Dr. Polioptro F. Martínez Austria
Director General

M. C. Fernando Fragoza Díaz
Coordinador de Riego y Drenaje

M. Sc. Raúl Medina Mendoza
Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Tecnología Forestal

M.C. Pedro Rivera Ruiz
Jefe de Proyecto

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN, ESTADO DE MÉXICO.....	1
1. PRESENTACIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. DIAGNÓSTICO.....	5
3.1. MEDIO NATURAL.....	5
3.1.1. <i>Ubicación de la cuenca</i>	5
3.1.2. <i>Clima</i>	7
3.1.3. <i>Unidades climáticas</i>	7
3.1.4. <i>Hidrografía</i>	12
3.1.5. <i>Balance hídrico</i>	13
3.1.6. <i>Edafología</i>	17
3.1.7. <i>Uso actual del suelo</i>	17
3.1.8. <i>Dinámica de cambio de uso de suelo</i>	19
3.2. MEDIO SOCIAL Y ECONÓMICO	23
3.2.1. <i>Población de la cuenca</i>	23
3.2.2. <i>Eliminación de desechos y basureros</i>	26
3.2.3. <i>Vivienda y servicios</i>	27
3.2.4. <i>Equipamiento urbano</i>	31
3.2.5. <i>Población económicamente activa e inactiva</i>	33
3.2.6. <i>La urbanización y el crecimiento poblacional</i>	35
3.2.7. <i>Escasez del agua</i>	37
3.2.8. <i>Drenaje de aguas residuales</i>	39
3.2.9. <i>Contaminación del agua</i>	41
3.2.10. <i>Veinte años atrás</i>	44
4. OBJETIVOS.....	47
4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
4.2. LÍNEAS ESTRATÉGICAS.....	47
OBJETIVO 1. LOGRAR UNA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA.....	47
OBJETIVO 2. CONTAR CON UN DESARROLLO ECONÓMICO SUSTENTABLE DE LA CUENCA.....	49
OBJETIVO 3. TENER UN MARCO JURÍDICO DE LA CUENCA.....	50
OBJETIVO 4. LLEGAR A CONSERVAR EL MEDIO AMBIENTE	51
OBJETIVO 5. PROMOVER LA PARTICIPACIÓN SOCIAL	55
OBJETIVO 6. CONTAR CON UNA INFRAESTRUCTURA SUFICIENTE Y EFICIENTE EN LA CUENCA	56
4.3. LA CUENCA DE LA PRESA LA CONCEPCIÓN EN EL CONTEXTO DEL PROGRAMA HÍDRICO REGIONAL VISIÓN 2030.....	57
5. LA COMISIÓN DE CUENCA Y LA GESTIÓN INTEGRADA.....	59
5.1. EL PAPEL DE LOS PROGRAMAS DE APOYO INSTITUCIONAL	60
6. PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN	64
6.1. SÍNTESIS DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y ACCIONES POR OBJETIVO.....	64

6.1.1. Lograr una gestión integrada del agua	64
AGUA RESIDUAL	65
6.1.1.1. Promover la creación de infraestructura para la separación y conducción del agua pluvial y tratamiento del agua residual	65
6.1.1.1.1. Proyectos de drenaje de aguas residuales y reglamentación	65
6.1.1.1.2. Proyectos de tratamiento de aguas residuales.....	70
<i>Programa de saneamiento rural</i>	74
Diagnóstico del problema	74
Planeación y concertación con las comunidades	74
Selección de la tecnología y diseño de los sistemas.....	74
Financiamiento y construcción	75
<i>Tecnologías de tratamiento de excretas y de aguas residuales</i>	76
<i>Selección de la tecnología</i>	76
❖ Saneamiento cuando el abastecimiento de agua es por acarreo	78
❖ Saneamiento cuando el abastecimiento de agua es por tomas en los patios	78
❖ Saneamiento cuando el abastecimiento de agua es por conexión intradomiciliaria	79
❖ Arreglos de tratamiento propuestos	79
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA	81
<i>Letrinas</i>	81
<i>Tanques sépticos</i>	86
<i>Lagunas de estabilización</i>	89
<i>Filtración intermitente en arena</i>	93
<i>Lechos de hidrófitas</i>	95
<i>Plantas paquete para tratamiento de aguas residuales para pequeñas poblaciones</i>	100
<i>Reúso del agua residual tratada para aumentar disponibilidad en fuentes de abastecimiento de agua potable</i>	110
6.1.1.2. Recarga de los acuíferos	112
6.1.1.2.1. Realizar campañas sustentables de reforestación y su cuidado posterior	113
6.1.1.3. Conservación de los manantiales	114
6.1.1.3.1. Inventariar los manantiales existentes a lo largo de la cuenca.....	114
6.1.1.3.2. Regularizar los manantiales que se emplean para el suministro de los pueblos para el uso doméstico.....	115
6.1.1.4. Suministro de agua potable a comunidades	115
6.1.1.4.1. Dotación de servicios de agua potable con calidad y eficiencia (costo real e incentivos para quien preserve las áreas de captación)	115
6.1.1.4.2. Identificar aprovechamientos clandestinos (de aguas superficiales y subterráneas).....	117
6.1.1.4.3. Realizar el balance hídrico de la cuenca	118
6.1.1.4.4. Instrumentación de la cuenca.....	118
6.1.1.4.5. Identificar las áreas donde hay mayor sobreexplotación del recurso agua procurando el equilibrio del acuífero	119
SANEAMIENTO DE CUERPOS DE AGUA	120
6.1.1.5. Saneamiento de barrancas	120
6.1.1.5.1. Identificar las barrancas y cuantificar los volúmenes de desechos sólidos	120
6.1.1.5.2. Identificar los cuerpos de agua y cuantificar los volúmenes de desechos sólidos.....	121
6.1.1.5.3. Limpieza de barrancas y cuerpos de agua de la cuenca	122
6.1.1.5.4. Desazolve de cuerpos de agua.....	122
DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL	124
6.1.1.6. Delimitación de la zona federal en zonas relacionadas con agua	124
6.1.1.6.1. Delimitación de la Zona Federal en los ríos de la cuenca	124
6.1.1.6.2. Delimitación de la Zona Federal en los cuerpos de agua de la cuenca	125
6.1.1.6.3. Delimitación de la zona federal en las barrancas de la cuenca.....	125
6.1.1.6.4. Delimitación de la zona federal en los canales de riego de la cuenca	125

AGUAS DE RIEGO	126
6.1.1.7. Mejora de la infraestructura de riego y eficiencia en la aplicación con tecnificación	126
6.1.1.7.1. Identificar las fuentes de abastecimiento de los canales de riego	126
6.1.1.7.2. Contar con el diagnóstico del estado que guardan los canales de riego	127
6.1.1.7.3. Depuración y actualización de padrón de usuarios de los canales de riego	127
6.1.1.7.4. Determinación del uso actual del agua de los canales de riego	128
6.1.1.7.5. Destino final de las aguas de riego	128
6.1.1.7.6. Tecnificación de las áreas de riego para uso eficiente del agua	129
6.1.2. Contar con un desarrollo económico sustentable de la cuenca	130
6.1.2.1. Mayor rentabilidad de la tierra	130
6.1.2.1.1. Implementación de paquetes tecnológicos	130
6.1.2.1.2. Comercialización de la producción	131
6.1.2.2. Aprovechamiento de residuos	132
6.1.2.2.1. Impartición de cursos-talleres sobre ecotecnias, lombricultura, composta, fertilizantes orgánicos e insecticidas orgánicos, entre otras	132
6.1.2.3. Uso de energías alternativas	134
6.1.2.3.1. Implementación de energías alternativas	134
6.1.2.4. Reactivar las actividades productivas	137
6.1.2.4.1. Reactivar las actividades agropecuarias y forestales	137
6.1.2.4.2. Reactivación de la Apicultura y Acuicultura	138
6.1.2.5. Incentivar la producción de alimentos orgánicos	139
6.1.2.5.1. Impulsar el potencial comercial y nutricional de la producción de alimentos orgánicos	140
6.1.2.5.2. Impulsar la avicultura	141
6.1.2.6. Generar ecoturismo	143
6.1.2.6.1. Planificación y manejo del recurso	144
6.1.2.6.2. Planificación física para el desarrollo turístico	144
6.1.2.6.3. Diseño del programa de ecoturismo	145
6.1.2.6.4. Manejo administrativo y financiero	145
6.1.2.7. Generación de cadenas productivas	146
6.1.2.7.1. Consolidar y generar cadenas productivas	146
6.1.3. Tener un marco jurídico de la cuenca	148
6.1.3.1. Análisis y estudio de las Leyes Municipales y otras autoridades Estatales y Federales	148
6.1.3.2. Creación del Reglamento de la Comisión de Cuenca Presa La Concepción	149
6.1.3.3. Detección de asentamientos y descargas irregulares	149
6.1.3.4. Promover la denuncia de infracciones a las Leyes Ambientales ante autoridades incompetentes	149
6.1.3.5. Correcta aplicación de la sanción	150
6.1.3.6. Jornada de vigilancia permanente	150
6.1.4. Llegar a conservar el medio ambiente	151
6.1.4.1. Plan de Manejo de la Cuenca	152
6.1.4.2. Programa de Manejo Forestal	153
6.1.4.2.1. Restauración forestal	153
6.1.4.2.2. Reforestación	153
6.1.4.2.3. Protección contra incendios forestales	154
6.1.4.2.4. Sanidad forestal	155
6.1.4.3. Reforestar	155
6.1.4.3.1. Programa anual de reforestación con especies nativas por medio de campañas de plantación y cuidado de árboles centenarios	155
6.1.4.4. Plan de contingencia ante siniestros (forestales, incendios, sequías)	156
6.1.4.4.1. Plan de contingencia que incluya diagnóstico, capacitación, brigadas, equipamiento, etc.	156
6.1.4.5. Proyecto de establecimiento de técnicas de recuperación y conservación de suelo	158
6.1.4.5.1. Proyecto de establecimiento de prácticas y obras conservacionistas de agua y suelo	158
6.1.4.6. Composteo para abonos	159
6.1.4.6.1. Elaboración de compostas (comunitarias, individuales y escolares)	159

6.1.4.7.	Programa integral de manejo de residuos sólidos	161
6.1.4.7.1.	Plan integral de manejo de residuos sólidos	161
6.1.4.7.2.	Creación y aplicación de una ley de obligación de la separación de residuos sólidos	164
6.1.4.8.	Limpiar la cuenca	165
6.1.4.8.1.	Delimitación de áreas y cuantificación de desechos sólidos.....	165
6.1.4.8.2.	Proyecto de participación, requerimientos y formas de atención.....	165
6.1.4.8.3.	Brigadas de limpieza de infraestructura hidroagrícola y cuerpos de agua	166
6.1.4.8.4.	Programa de mantenimiento preventivo	166
6.1.4.9.	Centros comunitarios para acopio de residuos	166
6.1.4.9.1.	Establecimiento de centros de acopio de residuos	166
6.1.4.10.	Control de residuos peligrosos	167
6.1.4.10.1.	Programa de inventario y Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	167
6.1.4.11.	Difusión permanente de cultura ambiental	168
6.1.4.11.1.	Programa permanente de difusión de cultura ambiental (cursos, talleres, medios de difusión, concursos, etc.).....	168
6.1.4.12.	Promover la creación de una instancia responsable de la cultura ambiental dentro de la Comisión de Cuenca	169
6.1.4.12.1.	Instancia de la Comisión de Cuenca en Pro de la Cultura Ambiental	169
6.1.4.13.	Talleres obligatorios de educación ambiental a nivel educativo	170
6.1.4.13.1.	Programa de Talleres de Educación Ambiental desde nivel preescolar hasta universitario	170
6.1.4.14.	Promover eventos ecológicos	171
6.1.4.14.1.	Programa anual permanente de eventos ecológicos.....	171
6.1.4.15.	Identificar (o promover la creación de) grupos de equidad de género y ambientales	173
6.1.4.15.1.	Proyecto de identificación y creación de grupos ambientalistas.....	173
6.1.4.16.	Fomentar y recuperar parcelas escolares y de la mujer	175
6.1.4.16.1.	Identificar las parcelas potenciales de ser utilizadas	175
6.1.4.16.2.	Crear áreas verdes en los fraccionamientos	175
6.1.4.17.	Promover ecotecnias	176
6.1.4.17.1.	Proyecto de promoción de ecotecnias en la cuenca	176
6.1.4.18.	Manejo de flora	178
6.1.4.18.1.	Plan de Manejo y conservación (inventario incluyendo las especies en peligro de extinción y diagnóstico)	178
6.1.4.18.2.	Proyectos productivos sostenibles y planes de negocio para el manejo de flora.....	179
6.1.4.18.3.	Creación y o fortalecimiento de viveros	180
6.1.4.19.	Manejo de fauna	181
6.1.4.19.1.	Plan de manejo y conservación (inventario incluyendo especies en peligro de extinción y diagnóstico).....	181
6.1.4.19.2.	Proyectos productivos sostenibles y planes de negocio para el manejo de fauna	182
6.1.4.19.3.	Creación de una UMA	183
6.1.4.20.	Protección y conservación de cuerpos de agua (jagüeyes)	184
6.1.4.20.1.	Programa de rescate de jagüeyes.....	185
6.1.4.20.2.	Proyecto de construcción de jagüeyes	185
6.1.4.20.3.	Programas de brigadas de limpieza	186
6.1.4.21.	Involucrar Gobiernos Federales, Estatal, Municipal, Autoridades Auxiliares, Instituciones Educativas, Consejos de Participación, ONG's	186
6.1.4.21.1.	Programa de integración de instituciones de todos los niveles de gobierno y ONG's.....	186
6.1.5.	Promover la participación social	187
6.1.5.1.	Identificación permanente de la problemática de la cuenca y de sus localidades, estableciendo propuestas de atención y solución a la misma	188
6.1.5.1.1.	Recopilación de información documental	188
6.1.5.2.	Adecuación de la información recopilada para difundirla entre la población general de la cuenca	189
6.1.5.2.1.	Creación de información y difusión en diferentes medios de difusión (escritos y expresivos)	189
6.1.5.3.	Difundir los derechos de la comunidad relativos al cambio de uso del suelo	190

6.1.5.3.1.	Programa de difusión de impactos negativos de cambio de uso del suelo	190
6.1.5.4.	Identificar y difundir los antecedentes históricos de las tradiciones de los pueblos	191
6.1.5.4.1.	Proyecto de identificación y difusión de tradiciones	191
6.1.5.5.	Establecer museos regionales (comunitarios) permanentes o temporales con objetos y documentos relativos al pasado histórico de la localidad	192
6.1.5.5.1.	Establecimiento de museos regionales de historia de la región	192
6.1.5.6.	Impulsar la enseñanza y estudio del idioma otomí (hñahñú) y náhuatl	193
6.1.5.6.1.	Realizar cursos de enseñanza de los idiomas otomí y náhuatl	193
6.1.5.7.	Impulsar la gestión de actividades conservacionistas del medio ambiente a través de la aportación de trabajo comunitario (faenas)	194
6.1.5.7.1.	Impulsar programas de trabajos comunitarios (faenas)	194
6.1.5.8.	Identificar y promover el uso de huertos familiares y de técnicas diversas para el aprovechamiento del agua y de los residuos orgánicos entre los habitantes	194
6.1.5.8.1.	Establecimiento de huertos familiares y proyectos de reúso del agua	194
6.1.6.	Contar con una infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca.....	196
6.1.6.1.	Inventariar y caracterizar las descargas de aguas residuales de la cuenca para identificar el grado de contaminación	196
6.1.6.1.1.	Inventario de descargas	197
6.1.6.1.2.	Caracterización de las descargas	198
6.1.6.2.	Revisar el estado actual de la recolección de basura e identificación de estrategias para su manejo	199
6.1.6.2.1.	Realizar un estudio ambiental de los rellenos sanitarios de la cuenca	199
6.1.6.3.	Construir infraestructura para la recarga de los mantos acuíferos.....	200
6.1.6.3.1.	Estudio de factibilidad de construcción de bordos, presas, pozos de absorción, etc.	200
6.1.6.3.2.	Determinación de obras a desarrollar	201
6.1.6.3.3.	Negociación con propietarios	201
6.1.6.3.4.	Construcción de infraestructura para recarga de agua	202
6.1.6.4.	Construir infraestructura para disminuir y evitar las inundaciones en partes bajas de la cuenca	204
6.1.6.4.1.	Identificación de zonas de riesgo por inundación	204
6.1.6.4.2.	Proyecto de infraestructura y su construcción	204
7.	IMPACTOS ESPERADOS CON LA EJECUCIÓN DEL PLAN HÍDRICO	206
7.1.	ESCENARIO INERCIAL	206
7.2.	ESCENARIO SUSTENTABLE.....	210
8.	CONCLUSIONES.....	212
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	213

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de la superficie por municipio de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán).....	5
Cuadro 2. Estaciones climatológicas e información general.	7
Cuadro 3. Climas encontrados en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) y su distribución proporcional.	7
Cuadro 4. Unidades climáticas y descripción.....	8
Cuadro 5. Precipitación promedio mensual en las estaciones climatológicas del área de influencia de la cuenca del Río Tepetzotlán.	10
Cuadro 6. Balance hídrico para la estación No.15071 Presa El Tigre.	14
Cuadro 7. Uso actual del suelo de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) (2009).....	18
Cuadro 8. Tasa de cambio de superficie por uso de suelo para el periodo 1973-2002 en la Cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán).	20
Cuadro 9. Superficies por uso de suelo obtenidas mediante clasificación supervisada de imágenes de satélite para diferentes periodos en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.	22
Cuadro 10. Población por municipios.	23
Cuadro 11. Población en los años 1990 y 2000.....	23
Cuadro 12. Edad de la población.....	24
Cuadro 13. Edad de la población en porcentaje.	24
Cuadro 14. Población masculina y femenina.	25
Cuadro 15. Familias en la cuenca.	25
Cuadro 16. Tamaño promedio de las familias por municipio.....	25
Cuadro 17. Jefatura de los hogares.....	26
Cuadro 18. Propiedad de las viviendas.	28
Cuadro 19. Condiciones de las viviendas.	29
Cuadro 20. Viviendas con servicios.	29
Cuadro 21. Viviendas con disposición y carencia de servicios.....	30
Cuadro 22. Uso de combustible en viviendas.	30
Cuadro 23. Población y bienes de consumo doméstico.....	31
Cuadro 24. Población económicamente activa e inactiva.	34
Cuadro 25. Población ocupada.....	34
Cuadro 26. Ingresos de la población.	35
Cuadro 27. Grado de problemática relacionada con el agua en las comunidades.	43
Cuadro 28. Programas institucionales gubernamentales y su relación con los objetivos de la cuenca.....	62
Cuadro 29. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 1.	65
Cuadro 30. Plantas de tratamiento propuestas para el saneamiento de la cuenca.	70
Cuadro 31. Alternativas de tratamiento según el rango de población.	80
Cuadro 32. Comparación del efluente obtenido por los diferentes trenes de tratamiento.	81
Cuadro 33. Relación de poblaciones de la cuenca que requieren ampliar la red de agua potable.	116

Cuadro 34. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 2.	130
Cuadro 35. Población rural objetivo para impulsar la avicultura en la cuenca Presa la Concepción.	142
Cuadro 36. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 3.	148
Cuadro 37. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 4.	151
Cuadro 38. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 5.	187
Cuadro 39. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 6.	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Modelo Tridimensional de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.....	6
Figura 2.	Localización de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.....	6
Figura 3.	Mapa de unidades climáticas de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.....	9
Figura 4.	Mapa de isotermas de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.....	9
Figura 5.	Mapa de isoyetas de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.....	11
Figura 6.	Mapa hidrológico de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.....	12
Figura 7.	Gráfica del balance hídrico de la estación 15071 Presa El Tigre.....	15
Figura 8.	Mapa de unidades de suelo de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.....	17
Figura 9.	Mapa del uso de suelo del año 2009 de la cuenca del río Tepetzotlán, Estado de México.....	19
Figura 10.	Cambio de uso de suelo en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) de a) 1973 a b) 2002.....	20
Figura 11.	Cambio de uso de suelo en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México, de 1973 a 2002.....	21
Figura 12.	Porcentaje de cambio del uso del suelo en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) de 1973 a 2002.....	21
Figura 13.	Recolección de los desechos sólidos.....	26
Figura 14.	Tipo de vivienda común en la cuenca.....	28
Figura 15.	Vista de un espacio de una colonia fundada en tierras ejidales.....	32
Figura 16.	Muro de una hacienda antigua que constata la necesidad de espacios de esparcimiento y cultura.....	33
Figura 17.	El abastecimiento de agua a través de pipas.....	38
Figura 18.	Lugar donde los límites de la propiedad llegan hasta el canal.....	40
Figura 19.	Concentración de diversos tipos de basura en los canales.....	41
Figura 20.	Drenaje y basura en zonas urbanas.....	42
Figura 21.	Contaminación de los cuerpos de agua con aguas residuales y desechos sólidos.....	46
Figura 22.	Interrelación de los objetivos regionales con los objetivos de la cuenca.....	57
Figura 23.	Zona de la cuenca del Río Tepetzotlán propuesta para el manejo de aguas residuales.....	69
Figura 24.	Regiones de la cuenca del Río Tepetzotlán donde se propone el establecimiento de plantas de tratamiento.....	71
Figura 25.	Elementos constitutivos de una letrina sanitaria.....	83
Figura 26.	Letrina ventilada de doble cámara.....	84
Figura 27.	Letrina de pozo anegado de descarga vertical.....	84
Figura 28.	Letrina de pozo anegado con excusado de sifón.....	85
Figura 29.	Localización adecuada de una letrina dentro de un predio (SSA, 1990).....	85

Figura 30. Localización adecuada de una letrina dentro de una comunidad rural (SSA, 1990).	86
Figura 31. Elementos de un sistema séptico (SSA, 1990).	87
Figura 32. Tanque séptico de dos compartimientos.	88
Figura 33. Laguna anaerobia.	90
Figura 34. Laguna facultativa.	91
Figura 35. Esquema de un filtro intermitente, a) vista del plano, b) sección transversal del filtro.	94
Figura 36. Representación esquemática del lecho de hidrófitas con plantas emergentes y tipos de flujo.	97
Figura 37. Ejemplo de localización de lecho de hidrófitas de flujo subterráneo.	98
Figura 38. Situación de plantas y dirección de flujo en un lecho de hidrófitas.	98
Figura 39. Lecho de hidrófitas para una vivienda rural.	99
Figura 40. Tanque de sedimentación secundaria en una planta rural (Wikipedia).	101
Figura 41. Filtro percolador en una planta rural (Wikipedia).	102
Figura 42. Planta paquete de 3 m ³ /día: lodos activados, sedimentación y filtración (Bioséptic).	104
Figura 43. Diagrama de una planta paquete de 3 m ³ /día basada en lodos activados (Bioséptic).	105
Figura 44. Planta paquete mediana con pretratamiento anaeróbico y tratamiento secundario de lodos activados en dos etapas (Bioséptic).	106
Figura 45. Planta paquete para 3 Lps con pretratamiento anaeróbico, lodos activados, filtración y tratamiento de lodos (Bioséptic).	107
Figura 46. Reactor secuencial batch en planta paquete (Bistec).	108
Figura 47. Biocontactor rotatorio (ACS Medio Ambiente).	109
Figura 48. Contaminación de barrancas en la cuenca alta de la Presa La Concepción, por desechos sólidos.	120
Figura 49. Contaminación de barrancas en la cuenca alta de la Presa La Concepción, por desechos sólidos.	121
Figura 50. Dragado de cuerpos de agua.	123
Figura 51. Implementación de agricultura orgánica.	140
Figura 52. Ejemplos de cadenas productivas.	147
Figura 53. Jagüey de la cuenca.	184
Figura 54. Análisis de la problemática.	188
Figura 55. Imagen de la contaminación de los cuerpos de agua.	189
Figura 56. Detalle de una imagen de difusión de información relevante en la cuenca.	190
Figura 57. Detalle de otra forma de hacer difusión.	190
Figura 58. Divulgación sobre una de las tradiciones más acendradas en San Francisco Magú.	191
Figura 59. Kiosco de Santa María Tianguistenco que originalmente era lugar de molienda de trigo.	192
Figura 60. Imagen antigua de Cañada de Cisneros con personas que actualmente son ancianas.	193
Figura 61. Flora acuática de la región con diversos usos.	195
Figura 62. Descargas de aguas residuales en los cauces de la cuenca Presa La Concepción.	197

Figura 63. Ejemplo de muestro de aguas residuales.....	198
Figura 64. Opciones de recarga artificial sobre cauces	203
Figura 65. Incremento de impactos en la cuenca.	207
Figura 66. Escenario inercial.....	209
Figura 67. Escenario sustentable.....	211

PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN, ESTADO DE MÉXICO

1. PRESENTACIÓN

El agua es esencial para garantizar la gran riqueza natural de nuestro país; recordemos que México se encuentra entre las principales cinco naciones megadiversas; ocupa el primer lugar por su número de especies de reptiles, el segundo en mamíferos, el cuarto en anfibios, el quinto en plantas y gran porcentaje de sus especies son endémicas.

Por esta razón, tenemos el deber ético y moral de conservar nuestro gran capital natural, a fin de garantizar una vida digna para los mexicanos de hoy y de mañana; nuestra responsabilidad con las generaciones futuras es la de conservar los recursos naturales que les pertenecen tanto a ellos como a nosotros.

Uno de nuestros grandes retos es lograr el equilibrio hídrico que requieren los cuerpos de agua superficiales y subterráneos del país para satisfacer la demanda de todos los usuarios, incluyendo a los ecosistemas. Esta situación cobra especial relevancia dadas las condiciones de escasez en nuestro territorio, por lo que es indispensable el optimizar el empleo del agua en nuestras casas y en todas nuestras actividades productivas; por ejemplo, en el uso agrícola, industrial, los servicios y la generación de energía eléctrica.

De igual forma, es necesario incrementar el reúso del agua, con el fin de reducir los volúmenes de extracción de las diferentes fuentes de abastecimiento para reducir la presión que existe sobre ellas. Es importante señalar que para vivir mejor debemos ser más cuidadosos con el medio ambiente y tener una conducta mucho más eficiente, mucho más de aprovechamiento y de menos desperdicio de los recursos naturales.

Un aspecto fundamental consiste en lograr un mayor compromiso y más trabajo de integración entre el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales, los Organismos No Gubernamentales y la ciudadanía en general, para seguir avanzando juntos hacia el futuro que nos hemos trazado.

En este sentido, los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares juegan un papel muy importante en la formulación e implantación de programas y acciones locales y regionales, al involucrar la participación de las comunidades, además de fomentar la capacitación de la población y la construcción de una nueva cultura del agua. En el caso de la cuenca de la Presa La Concepción (Río Tepetzotlán), este papel le corresponde realizarlo a la Comisión de Cuenca.

El presente ***Plan Hídrico de Gran Visión para la Cuenca Presa La Concepción***, se comprende primeramente, de información básica de la cuenca en relación con el medio natural, el medio social y económico, así como, de un diagnóstico de la problemática ambiental; seguidamente, se presentan los detalles de la serie de proyectos que se proponen se realicen

en el corto, mediano y largo plazos, esto como una propuesta surgida de la base del Grupo Promotor de la Comisión de Cuenca Presa La Concepción.

El Plan Hídrico define con claridad el rumbo a seguir y las metas que se deben alcanzar para crear un mejor futuro para todos los usuarios de los recursos agua, bosque y suelo de la cuenca Presa La Concepción. El Plan Hídrico toma como punto central el Desarrollo Humano Sustentable y la visión que específicamente se ha planteado en relación con el agua; se recuerda que a futuro se quiere tener una cuenca que cuente con agua en cantidad y calidad suficiente, reconozca su valor estratégico, la utilice de manera eficiente y proteja los cuerpos de agua, para garantizar un desarrollo sustentable y preservar el medio ambiente.

El Plan Hídrico está formado por seis objetivos y en cada uno de ellos se han establecido las líneas estratégicas asociadas con sus proyectos y sus metas.

Para superar los retos existentes y alcanzar las metas previstas, es indispensable el trabajo conjunto y armónico de las instituciones y organizaciones que participan en el manejo y preservación del agua; existe claridad en cuanto a lo que se quiere llegar y cómo se quiere lograr y para ello es indispensable trabajar juntos y en equipo.

Nuestra labor diaria nos permitirá recuperar los ríos, lagos, acuíferos, el suelo degradado, y los bosques, y lograr que el agua siga siendo fuente de bienestar y prosperidad.

Todos nosotros recorreremos el camino que nos hemos trazado a partir de sólidos procesos de planeación y una creciente participación social, que entre otros beneficios, dará continuidad a las acciones planteadas.

La evaluación constante del desempeño y de los avances logrados, permitirá reorientar el rumbo y aprovechar la experiencia acumulada, siempre buscando ser mejores, se tiene que trabajar juntos para que juntas se alcancen las metas previstas para beneficio de las generaciones actuales y futuras.

2. ANTECEDENTES

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable, es decir, que todos los mexicanos tengamos una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras.

En este contexto, el adecuado manejo y preservación del agua cobra un papel fundamental, dada su importancia en el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación de la riqueza ecológica de nuestro país.

Cuando vinculamos al agua con el bienestar social, básicamente nos referimos al suministro de los servicios de agua potable y alcantarillado a la población, así como al tratamiento de las aguas residuales.

En lo relativo al desarrollo económico, valoramos su importancia como insumo en las actividades productivas; por ejemplo, en la agricultura, la generación de energía eléctrica, el turismo o la industria.

Si bien se reconoce que el agua debe proporcionar bienestar social y apoyar el desarrollo económico, es necesario que también favorezca la preservación de la extraordinaria flora y fauna del país, única en el mundo. De esta manera estaremos garantizando que en el futuro tengamos los recursos suficientes para continuar con la vida humana pero sin que se agoten estos recursos que son tan indispensables para los diferentes ciclos de vida de nuestro planeta.

Deseamos ser una nación que cuente con agua en cantidad y calidad suficiente, que reconozca su valor estratégico, la utilice de manera eficiente y proteja los cuerpos de agua, para garantizar un desarrollo sustentable y preservar el medio ambiente. Para ello, es necesario tener en cuenta una serie de desafíos asociados tanto a las características naturales propias del territorio como al intenso crecimiento poblacional que se ha presentado en las últimas décadas.

Lo anterior sucede de manera general en nuestro hermoso país México, pero por supuesto que en la cuenca que nos atañe que es la de la cuenca del Río Tepetzotlán (que comprende la cuenca de la presa La Concepción), se tienen las mismas tendencias y hasta se puede mencionar que éstas son más marcadas en lo referente a la presencia de una mayor contaminación y deterioro de los recursos naturales por efecto del crecimiento poblacional que se ha ubicado dentro de la cuenca.

Por ejemplo, un factor clave en el manejo y disponibilidad del agua es el relativo a la ocurrencia de la lluvia, la cual en nuestra cuenca tiene notables contrastes; así, es muy escasa en la parte baja donde solamente se presentan en promedio de 600 a 70 mm anuales, tenemos que en la parte alta de la cuenca se pueden tener promedios anuales de lluvia que superan los 1,200 mm.

Debemos destacar también que en general, el 75.11% de la lluvia se presenta en tan sólo cuatro meses del año, de junio a septiembre, lo que dificulta su aprovechamiento y ha obligado a la construcción de infraestructura para su captación a través de las Presas La Concepción y El Rosario, así como, la Laguna de Axotlán.

Es importante que siempre tengamos presente que debido a la distribución no uniforme del agua dentro de la cuenca tanto en espacio como en tiempo, se obliga al uso eficiente del agua en todas las actividades, tanto en el riego como en la industria y en el hogar.

La situación anterior cobra especial relevancia si consideramos que la población de la cuenca se ha cuadruplicado en los últimos años, ya que es notable la concentración en las zonas urbanas, donde el número de habitantes se ha incrementado de manera alarmante lo que ha generado grandes presiones en los recursos naturales y una mayor demanda del vital líquido para subsistir. Y esto contrasta con que se tiene un mayor crecimiento poblacional y económico en una zona con menor disponibilidad de agua.

En la cuenca actualmente se realiza contaminación de los afluentes y cuerpos de agua debido a la descarga de aguas residuales generadas en las casas de las comunidades (menor grado) y poblaciones (mayor grado), aunque también es factor importante lo que la industria aporta ya que en la cuenca existe una fuerte actividad industrial. Ambas situaciones van de la mano porque ha tenido su origen en que las áreas urbanas se han incrementado en superficie más rápidamente en la última década.

Aunado a lo anterior, los pobladores de la cuenca media y alta han venido agotando los recursos maderables mediante el aprovechamiento de los bosques, que por un lado han sido fuente de ingresos y también con ello se ha incrementado la frontera agrícola, esto como una forma de cubrir esas áreas agrícolas que se han perdido en la parte baja de la cuenca debido a su cambio a área urbana.

Por eso se ha identificado que con el paso de los años tanto el bosque como la agricultura han disminuido en proporción porque han sido desplazados por otros usos como el urbano, además, que la agricultura tiende a desaparecer por no ser redituable, y lo que llega a pasar es que los terrenos muchas de las veces se deja en descanso y se utilizan como zonas de pastizal para el pastoreo del ganado, principalmente, el ovino.

Con la próxima conformación de la Comisión de Cuenca Presa La Concepción, se espera que retome como *“su proyecto”* este Plan Hídrico de Gran Visión que será el estandarte de sus actividades para que de manera dinámica coadyuve las gestiones pertinentes con el Consejo de Cuenca del Valle de México, con el Gobierno del Estado de México y con múltiples instituciones académicas y organismos municipales de la zona, para que sea un hecho su aplicación y con ello lograr que al corto, mediano y largo plazos, tener más agua en cantidad y calidad, y una preservación de los recursos naturales.

3. DIAGNÓSTICO

3.1. Medio natural

3.1.1. Ubicación de la cuenca

La cuenca de la Presa La Concepción (que incluye la cuenca del Río Tepetzotlán), está comprendida dentro de cuatro municipios del Estado de México, Tepetzotlán, Nicolás Romero, Cuautitlán Izcalli y Villa del Carbón, aunque este último solo ocupa el 1.25% de la superficie de la cuenca, el más importante con relación a la superficie es Tepetzotlán, con 50.95% de la superficie y Nicolás Romero con 40.86% de la superficie, seguido por el municipio de Cuautitlán Izcalli que cuenta con el 6.93% de la superficie. La superficie total de la cuenca es de 18,125.77 ha. En el siguiente Cuadro 1 se presenta la distribución de la superficie de la cuenca por municipios.

Cuadro 1. Distribución de la superficie por municipio de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán).

Municipio	Superficie (ha)	%
Tepetzotlán	9,235.61	50.95
Nicolás Romero	7,406.72	40.86
Cuautitlán Izcalli	1,256.04	6.93
Villa del Carbón	227.40	1.25
TOTAL	18,125.77	100.00

Las coordenadas geográficas extremas de la cuenca (UTM Nad27) son las siguientes:

Extremo Norte	2187667
Extremo Sur	2162167
Extremo Este	0479872
Extremo Oeste	0447012

Esta cuenca pertenece a la Región Hidrológica 26 Cuenca Río Panuco, y dentro de ésta a la cuenca del Río Tula y a la subcuenca del Río Cuautitlán.

Pertenece a la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico, Subprovincia (57) Lagos y Volcanes de Anáhuac.

En la Figura 1 se muestra un modelo tridimensional de la cuenca y en la Figura 2 se muestra un mapa de localización con los municipios que comprende así como las vías de comunicación más importantes.

PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN

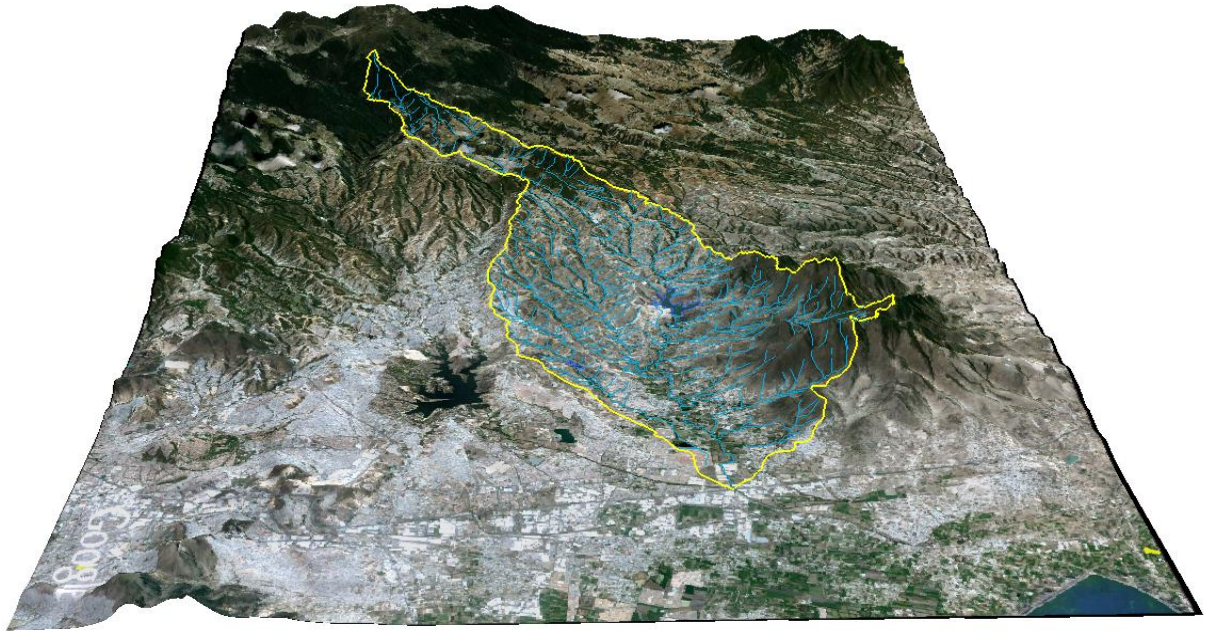


Figura 1. Modelo Tridimensional de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.

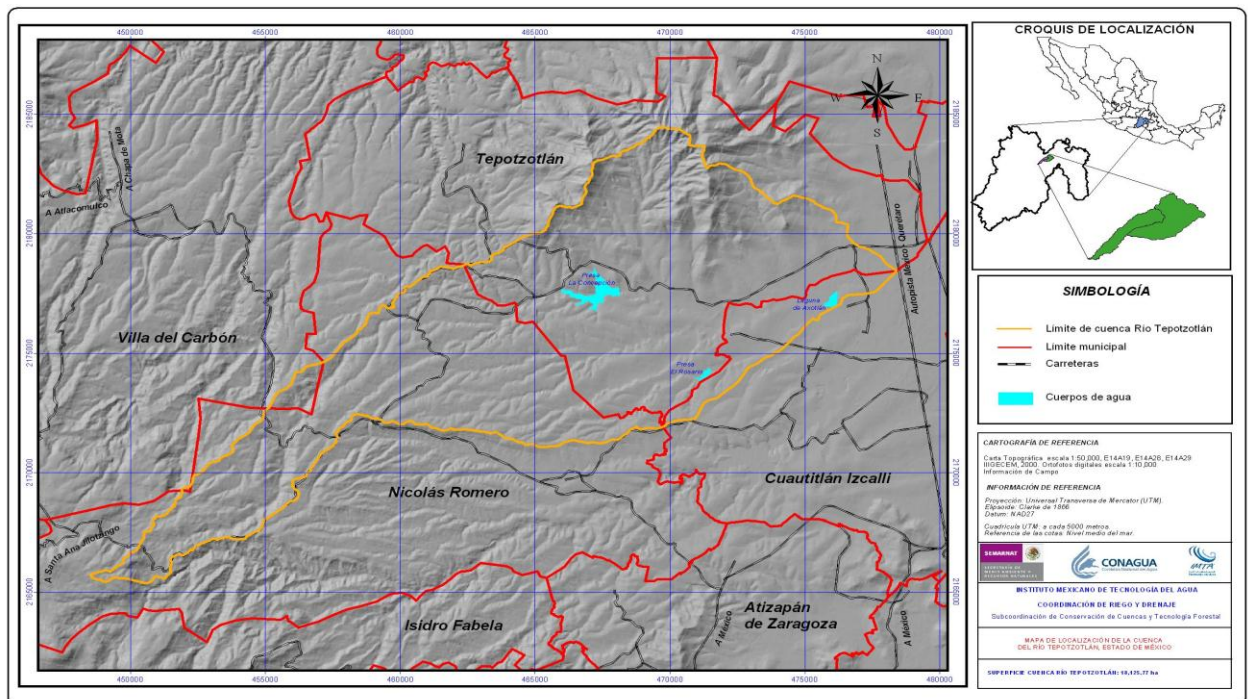


Figura 2. Localización de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.

3.1.2. Clima

Teniendo como fuente de información la base de datos MADAME CLEX (Manejo de Datos Meteorológicos y Climatológicos en Excel) y el ERIC III (Extractor Rápido de Información Climatológica), desarrollados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, se identificaron las estaciones climatológicas ubicadas tanto dentro de la cuenca como en las cercanías del parteaguas de la cuenca que pueden influir en el comportamiento de las variables climatológicas. La información general de las estaciones encontradas se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Estaciones climatológicas e información general.

ESTACIÓN	NOMBRE	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN (mm)	COORDENADAS	
		MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA		W	N
15019	COL. VICENTE GUERRERO	21.8	7.4	14.6	833.7	466212	2168188
15071	PRESA EL TIGRE SAN B.M.	19.6	4.1	11.8	813.9	454441	2175145
15073	PRESA GUADALUPE TULTITLAN	23.5	8.1	15.8	708.0	473788	2170760
15074	PRESA LA CONCEPCION	22.9	7.7	15.3	675.4	468088	2177550
15081	REPRESA ALEMAN A.TEPOTZOTLÁN	23.6	6.7	15.1	646.8	475583	2180052
15109	STA.M.MAGDALENA CAHUACAN	21.3	8.1	14.7	1,133.7	456278	2170794
15114	SANTIAGO TLAZALA	22.1	4.8	13.4	1,217.9	454587	2165266
15115	SANTO TOMAS TEOLOYUCAN	Sin datos	Sin datos	Sin datos	607.4	463334	2185606
15132	VILLA DEL CARBON V. C.	24.5	7.4	16	1,134.1	451066	2181873
15157	SAN MIGUEL TLILAN	Sin datos	Sin datos	Sin datos	709.0	466327	2166075

Se obtuvo información diaria de 10 estaciones climatológicas, y constó de lo siguiente: temperatura máxima, mínima, media, precipitación, evaporación, granizo, niebla y tormentas eléctricas. La información disponible es del año 1961 a 2003 y en algunas variables la información es de hasta 26 años.

3.1.3. Unidades climáticas

El clima presente en la cuenca de la Presa La Concepción es principalmente templado que abarca más del 95% de la superficie de la cuenca. Solo un 4.3% de la cuenca presenta un clima semifrío (Cuadro 3).

Cuadro 3. Climas encontrados en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) y su distribución proporcional.

Clima	Tipo de clima	Area (ha)	Area (%)
C(w0)(w)	Templado subhúmedo	2882.49	15.9
C(w1)(w)	Templado subhúmedo	7321.38	40.4
C(w2)(w)	Templado subhúmedo	7145.74	39.4
C(E)(w2)(w)	Semifrío subhúmedo	776.16	4.3
Total		18,125.77	100.0

Las unidades climáticas encontradas en la cuenca son las siguientes y su descripción se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Unidades climáticas y descripción.

Fórmula climática	Descripción del clima
C(w0)(w)	Templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal menor de 5
C(w1)(w)	Templado, el normal de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal menor de 5
C(w2)(w)	Templado, el más húmedo de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal menor de 5
C(E)(w2)(w)	Semifrío, el más húmedo de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal menor de 5

C(E)(w2)(w) se ubica en la parte más alta de la cuenca y abarca una superficie de 4.3%. Es el clima más frío presente en la cuenca, por arriba de los 1750 m.s.n.m.

C(w2)(w). Esta unidad se presenta en la parte Oeste de la cuenca, a menor altitud que el clima anterior y abarca una superficie de 39.4% de la cuenca.

C(w1)(w) Se presenta en la parte media y parte norte de la cuenca, abarca la mayor parte de la Sierra de Tepetzotlán, entre las cotas 2290 y 2450 al este y hasta la cota 2900 hacia el norte en la Sierra.

C(w0)(w) Esta unidad climática se presenta en la parte baja de la cuenca, por abajo de los 2750 m.s.n.m en las laderas con orientación sureste de la Sierra Tepetzotlán y por debajo de los 2300 metros en el este de la cuenca.

En el mapa de la Figura 3 se presenta la distribución de los climas en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán).

Con la información de temperatura máxima y mínima de cada estación se determino la temperatura media, con la cual se construyo el mapa de isotermas para la cuenca, la cual se muestra en la Figura 4. Se observa que la temperatura tiende a incrementarse hacia la parte baja. En la parte alta la temperatura responde a la influencia de los bosques.

PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN

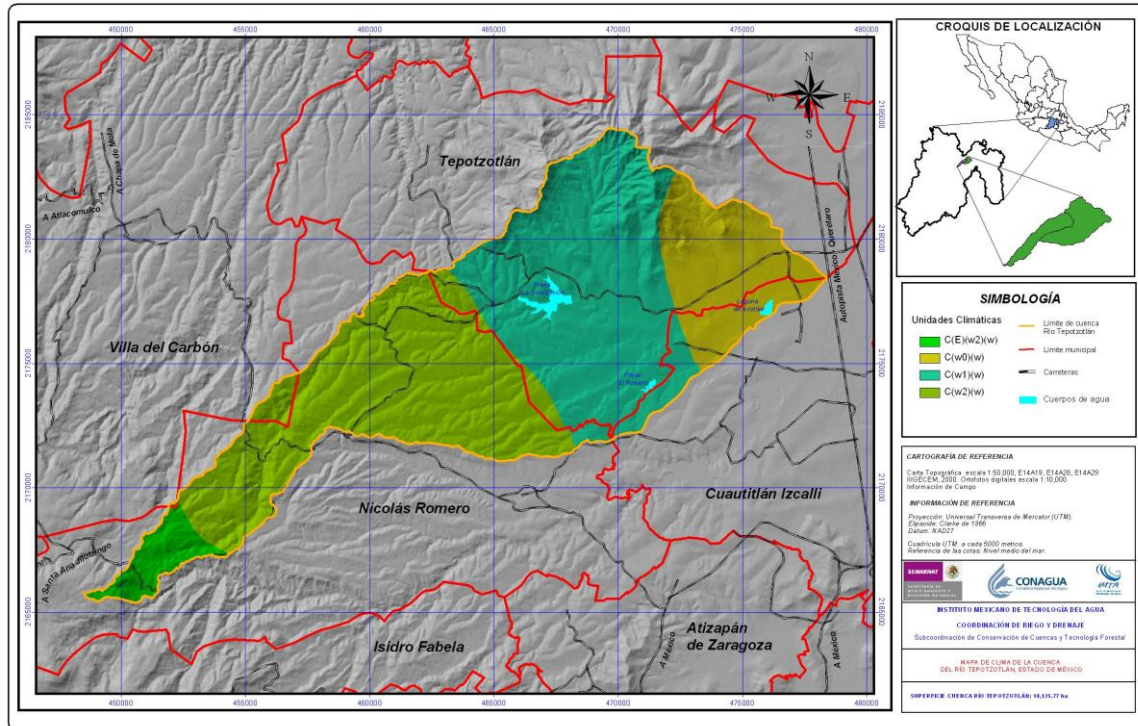


Figura 3. Mapa de unidades climáticas de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepotzotlán), Estado de México.

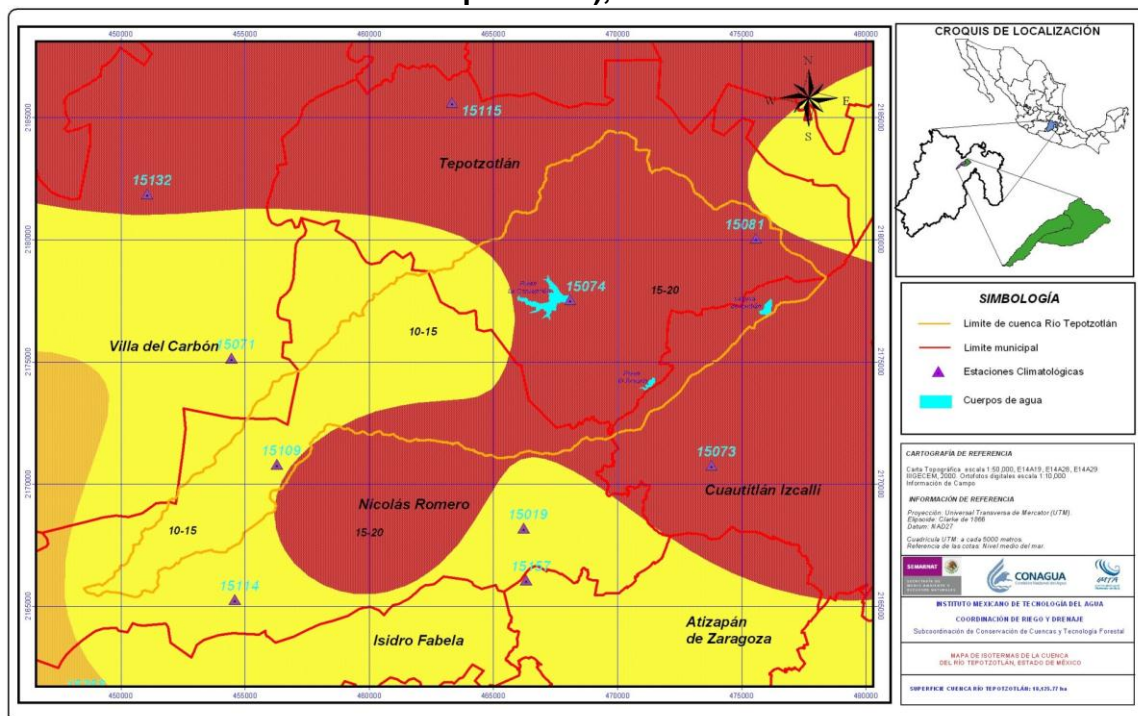


Figura 4. Mapa de isotermas de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepotzotlán), Estado de México.

Al igual que con la temperatura, se observa una diferencia entre la cuenca alta y la cuenca baja en el régimen de precipitación, en donde la altitud y la presencia de bosque pueden ejercer influencia. La distribución de la precipitación en los meses del año en las diferentes estaciones de la cuenca se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Precipitación promedio mensual en las estaciones climatológicas del área de influencia de la cuenca del Río Tepetzotlán.

Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
15019	6.7	7.0	13.6	28.1	71.2	158.4	162.4	158.2	139.9	65.3	16.6	6.4	833.7
15071	14.0	10.7	11.5	26.3	59.8	142.4	172.4	161.1	131.6	56.1	16.3	11.5	813.9
15073	7.2	5.5	13.2	27.0	57.6	132.6	141.5	137.8	116.0	56.2	7.9	5.6	708.0
15074	7.6	4.5	10.6	27.5	59.6	123.4	137.7	125.1	108.1	56.0	9.8	5.4	675.4
15081	7.3	4.4	16.9	26.5	52.8	118.2	133.2	117.3	103.2	50.8	9.8	6.4	646.8
15109	10.8	10.2	16.0	49.5	92.2	204.7	234.2	218.1	193.8	78.6	13.7	11.8	1,133.7
15114	13.2	12.3	17.9	47.6	85.4	202.8	241.0	233.9	243.1	89.2	21.2	10.4	1,217.9
15115	8.9	6.3	13.1	27.9	51.9	105.5	116.6	107.9	97.1	51.0	13.2	8.0	607.4
15132	22.5	11.7	16.2	35.2	81.8	179.5	247.4	221.3	199.3	83.8	18.9	16.5	1,134.1
15157	0.0	1.1	0.0	7.0	53.5	257.5	97.0	120.1	129.0	43.7	0.1	0.0	709.0
Promedio	9.8	7.4	12.9	30.3	66.6	162.5	168.3	160.1	146.1	63.1	12.8	8.2	848.0

Se observa que la estación lluviosa, en general se presenta a partir del mes de abril y hasta el mes de octubre, en donde se concentra el 93% de la precipitación, siendo los meses más lluviosos junio julio, agosto y septiembre, los cuales concentran el 75.11% de la precipitación anual.

Es importante mencionar y como se observa en la Figura 5, la variación de la precipitación promedio es de 848.0 mm, las precipitaciones más altas en la cuenca alta y las menores precipitaciones en la cuenca media y baja.

PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN

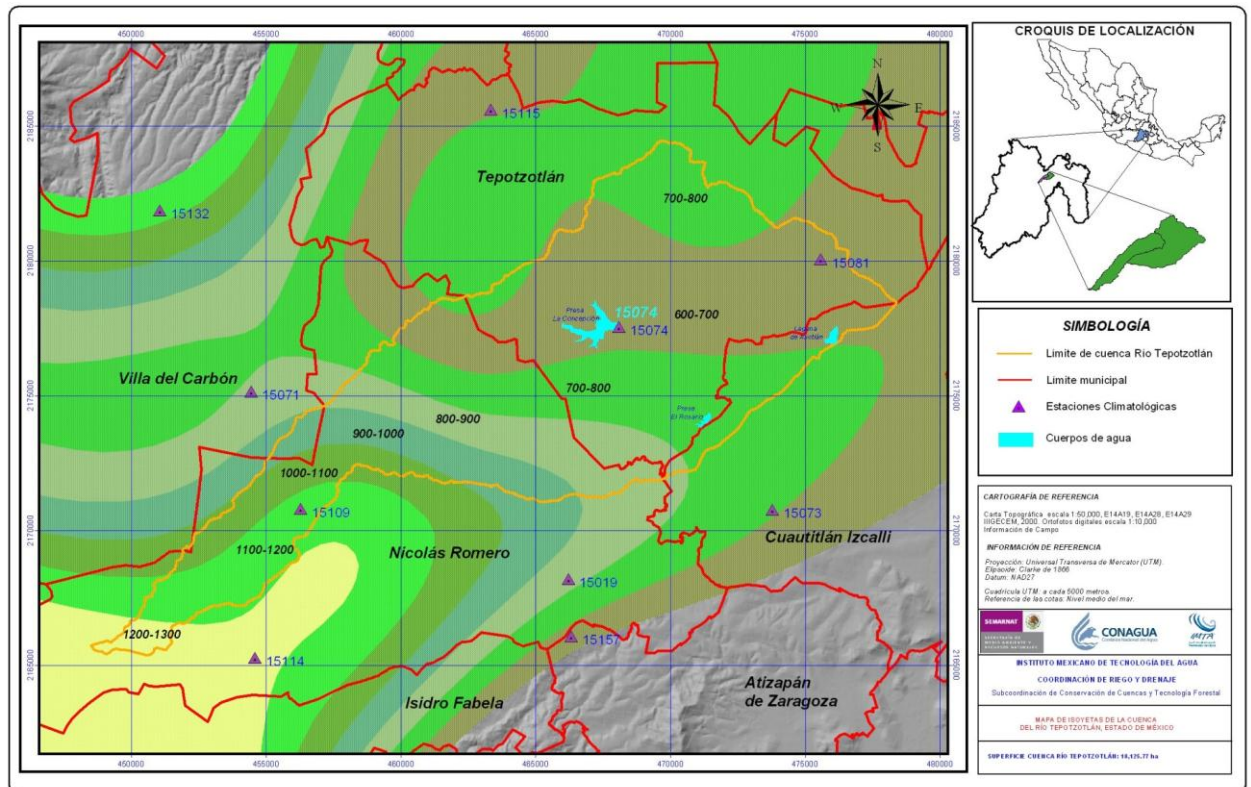


Figura 5. Mapa de isoyetas de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepozotlán), Estado de México.

3.1.4. Hidrografía

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la región administrativa XIII, perteneciente a la Región Hidrológica No. 26 "Alto Pánuco", específicamente en la Cuenca del Valle de México.

Las corrientes que se encuentran en la cuenca del Río Tepetzotlán se originan en la Sierra de las Cruces y Monte Alto, en el extremo suroeste y que corren hacia el noreste, y en el extremo norte una serie de corrientes intermitentes que se originan en la Sierra de Tepetzotlán.

En la cuenca se distinguen seis corrientes importantes que corren de suroeste a noreste y estos son el Río Agua Caliente, El Esclavo, La Presa, El Ocote, San Pablo y Tepetzotlán (Figura 6).

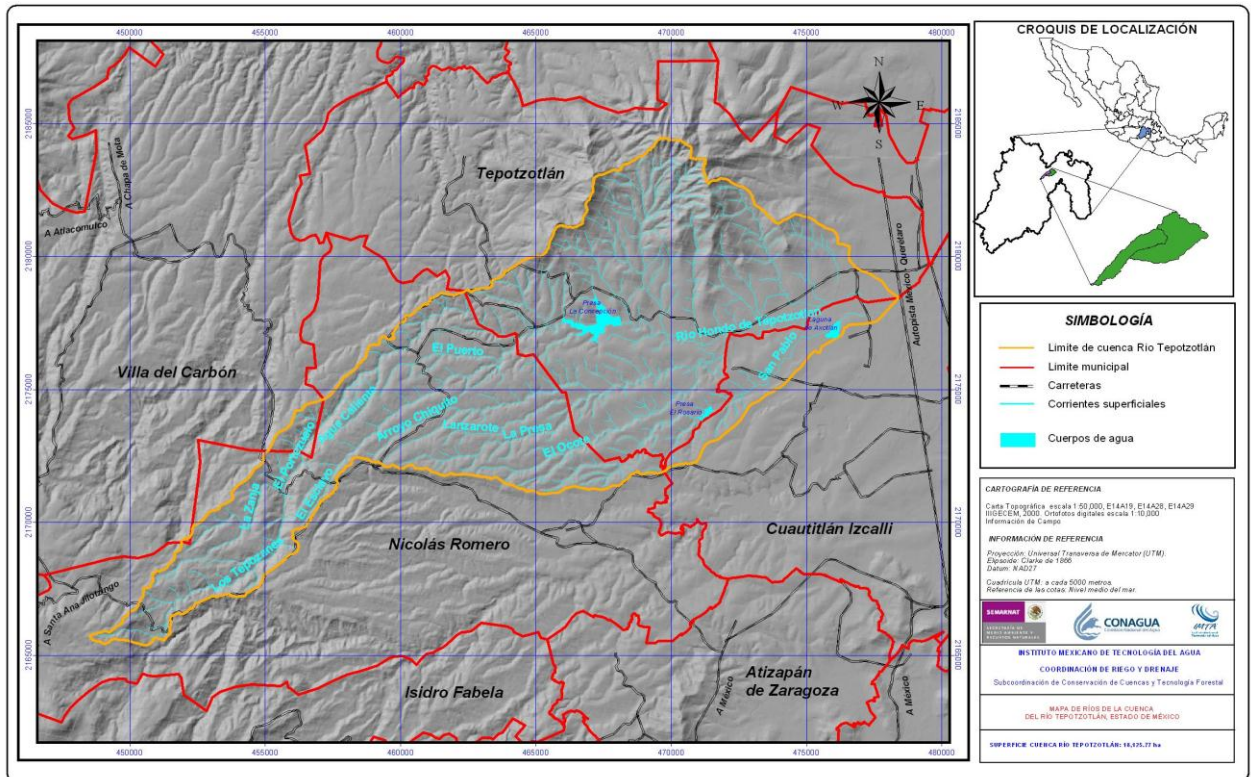


Figura 6. Mapa hidrológico de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.

Una de las principales corrientes se origina en las faldas de los cerros La Cruz, Río Frío y Potrerillos y en su origen recibe el nombre de Los Tepozanes, con una longitud de 10,956 m, hasta la confluencia con el río La Zanja, cuya longitud es de 7,338m. Después de la confluencia y por una longitud de 6,287 m recibe el nombre de El Portezuelo, hasta la confluencia de este con el río Agua Caliente.

El río Agua Caliente tiene su origen en los lomeríos de las inmediaciones de la comunidad de Barrio de Miranda y es alimentado por una serie de manantiales, uno del cual le da el nombre al río y también recibe las aguas del río de El Portezuelo. Recorre una distancia de 10,572 m hasta la confluencia con el río El Esclavo, aproximadamente 3,000 m antes de desembocar en la Presa La Concepción.

Otra corriente importante es el río El Esclavo, que se origina por una serie de manantiales que nacen en la comunidad de Barrio de Miranda y recorre una distancia de 11,853 m, hasta la confluencia con el río Agua Caliente, en el transecto se incorporan las aguas del río El Puerto, cuya longitud es de 5,509 m

Estos ríos y una serie de corrientes intermitentes provenientes de la sierra de Tepotzotlán son los afluentes de la presa La Concepción, para que después de esta, el río toma el nombre de Río Hondo de Tepotzotlán y recorre una distancia de 14,577 m, hasta la confluencia de este con el Río Cuautitlán. En su recorrido el río recibe el agua de corrientes intermitentes provenientes de la sierra de Tepotzotlán.

El Arroyo Chiquito nace en una serie de lomeríos en la comunidad de El Vidrio y recorre una distancia de 10,218 m hasta la confluencia con el río La Presa. De manera casi paralela a este tenemos al río Lanzarote, con una longitud de 5,873 m, desde su nacimiento hasta la confluencia con el río la Presa.

El río La Presa, con una longitud de 16,249 m, además de recibir las aportaciones de los ríos Chiquito y Lanzarote, recibe también las aportaciones del río El Ocote, que tiene una longitud de 10,855 m. El río La Presa finalmente desemboca en el río Hondo de Tepotzotlán.

Otras corrientes importantes son las que alimentan a la presa El Rosario y se distinguen dos corrientes: una con longitud de 7,045 m y la otra con longitud de 3,087 m. Estas corrientes después de su paso por la presa El Rosario dan origen al río San Pablo, que se pierde en una llanura, antes de llegar al río Tepotzotlán, cuenta con una longitud de 7,953 m.

3.1.5. Balance hídrico

Se llevó a cabo el balance hídrico con el propósito de poner sobre la mesa de análisis la situación de la disponibilidad de agua en la cuenca de la Presa de la Concepción y ofrecer datos de apoyo a los tomadores de decisiones para su consideración en el manejo y gestión del recurso hídrico. Los cálculos parten de la ecuación básica en hidrología: la ecuación de continuidad. Ésta establece que para cualquier período de tiempo, en todo sistema hidrológico, la diferencia entre el volumen de agua que entra al sistema (I) y la que sale de éste (O), es igual al cambio en el volumen (ΔS) almacenado en el mismo, es decir:

Entradas – Salidas = cambio en el almacenamiento

$$I - O = \Delta S$$

En el Cuadro 6 se presenta un resumen de los cálculos realizados, precisando que se considera una lámina de 100 mm como capacidad de campo.

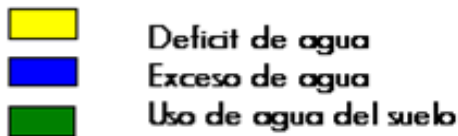
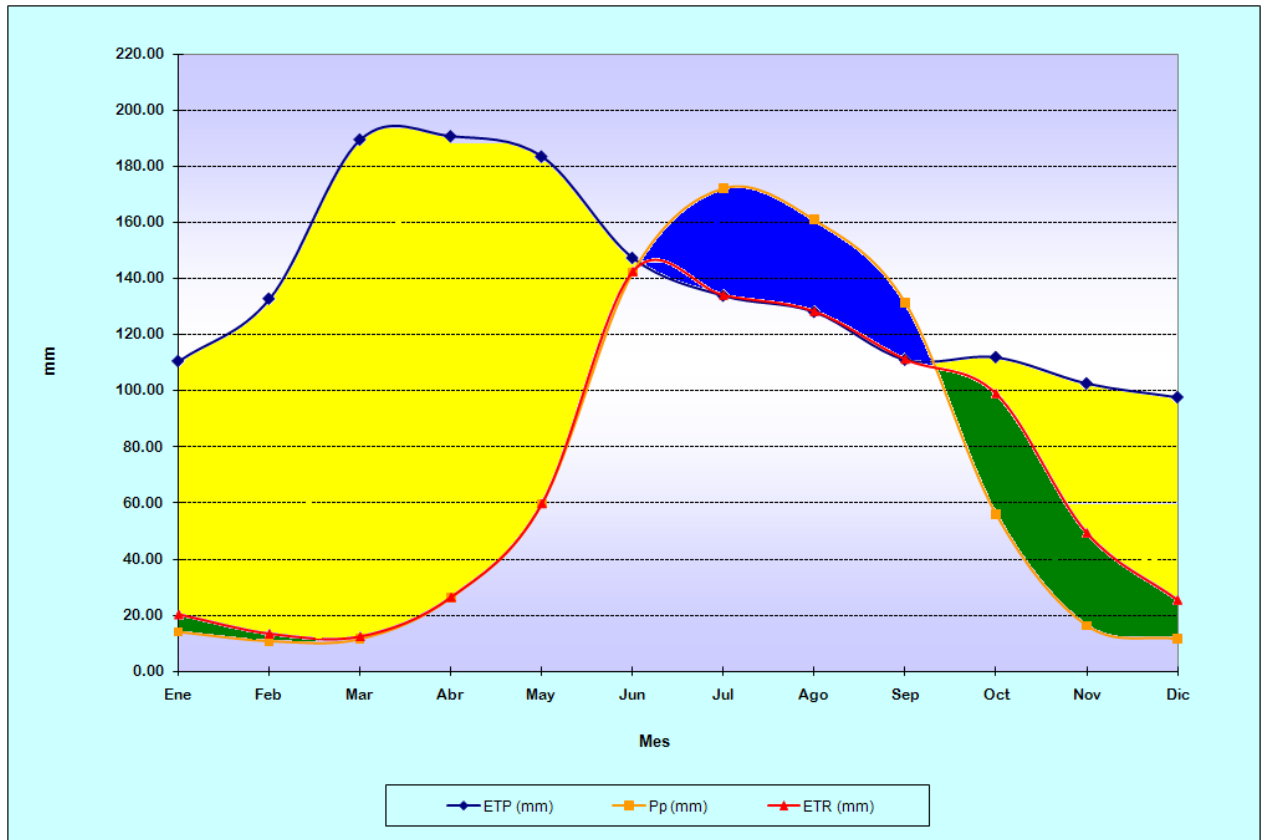
Cuadro 6. Balance hídrico para la estación No.15071 Presa El Tigre.

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
ETP (mm)	110.71	132.96	189.76	190.90	183.66	147.51	134.03	128.25	111.19	112.09	102.73	97.79	1,641.56
P (mm)	14.00	10.70	11.50	26.30	59.80	142.40	172.40	161.10	131.60	56.10	16.30	11.50	813.70
P - ETP	-96.71	-122.26	-178.26	-164.60	-123.86	-5.11	38.37	32.85	20.41	-55.99	-86.43	-86.29	-827.86
PPA (mm)	-325.41	-447.67	-625.93	-790.53	-914.39	-919.49	0.00	0.00	0.00	-55.99	-142.42	-228.70	
ST	3.86	1.14	0.19	0.04	0.01	0.00	100.00	100.00	100.00	57.13	24.07	10.16	
DST	-6.30	-2.72	-0.95	-0.15	-0.03	-0.01	0.00	0.00	0.00	-42.87	-33.06	-13.91	
ETR (mm)	20.30	13.42	12.45	26.45	59.83	142.41	134.03	128.25	111.19	98.97	49.36	25.41	822.06
D	90.41	119.53	177.31	164.45	123.83	5.10	0.00	0.00	0.00	13.12	53.37	72.37	819.50
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.37	32.85	20.41	0.00	0.00	0.00	91.64
Qs	1.45	0.73	0.36	0.18	0.09	0.05	19.21	26.03	23.22	11.61	5.81	2.90	91.63
Qsn	Esgurrimiento de zonas de nieve; se considera en general que no existe para el caso de México.												
Qt	1.45	0.73	0.36	0.18	0.09	0.05	19.21	26.03	23.22	11.61	5.81	2.90	91.63
DT	5.31	1.86	0.55	0.22	0.10	0.05	119.21	126.03	123.22	68.74	29.88	13.06	

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 = Esgurrimiento superficial para cada mes
Qsn = Esgurrimiento superficial proveniente de nieve por cada mes
Qt = Esgurrimiento superficial total por mes
DT = Detención de humedad que comprende toda el agua en el suelo

La Figura 7 por otra parte, muestra gráficamente los mismos resultados, donde pueden apreciarse los períodos con déficit y con exceso de agua, a través del año. También se observa claramente que durante los meses de octubre a mayo, meses en los que la lluvia mensual es menor a 100 mm, se tiene un balance negativo en cuanto a disponibilidad de agua en el suelo. Durante este período, para los procesos de vaporación y transpiración se usan las reservas de humedad existentes en el suelo y resulta en la evapotranspiración real inferior a la evaporación potencial. Pero durante la estación de lluvias que corresponde a los meses de junio a septiembre, se tiene un período con exceso de agua en el suelo y coinciden los valores evapotranspiración potencial con la real.



Variable/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ETP (mm)	110.71	132.96	189.76	190.90	183.66	147.51	134.03	128.25	111.19	112.09	102.73	97.79
P (mm)	14.00	10.70	11.50	26.30	59.80	142.40	172.40	161.10	131.60	56.10	16.30	11.50
ETR (mm)	20.30	13.42	12.45	26.45	59.83	142.41	134.03	128.25	111.19	98.97	49.36	25.41

Figura 7. Gráfica del balance hídrico de la estación 15071 Presa El Tigre.

En el Cuadro 6 se observa que la lámina de lluvia que se traduce en escurrimiento es de 91.63 mm anuales. Para transformar esta lamina excedente de la lluvia a volumen, se multiplica por la superficie de la cuenca, que en este caso se considera de 18,125.77 ha, obteniéndose por tanto un volumen escurrido anual de 16.609 Mm³ (millones de metros cúbicos). Del mismo cuadro citado, se observa que los meses de mayor escurrimiento son julio, agosto y septiembre, citados en orden descendente.

Para la Presa La Concepción (que tiene una cuenca propia de la cual capta los escurrimientos y que corresponde a una superficie aproximada de 6,520.23 ha), se tiene que el volumen que se genera de escurrimientos es de 5.974 Mm³.

Cabe mencionar que la estimación del volumen escurrido para ambos casos solamente considera el escurrimiento que genera producto de las lluvias, y un aporte fundamental lo integra el agua que se genera en los manantiales de toda la cuenca que aún no se han cuantificado ni se ha determinado el gasto que producen de agua en todo el año.

Ante ello, y para tener un balance hídrico más preciso es necesario contar con estaciones hidrométricas ubicadas en los afluentes principales, y también para separar los rubros de distribución del agua se tienen que aforar los manantiales, cuantificar las láminas de riego que se aplican, los gastos de los pozos de extracción de agua, entre otra información.

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

$$\text{ENTRADAS (147.489 Mm}^3\text{) – SALIDAS (16.609)= 130.880 Mm}^3$$

La cifra obtenida se establece que para cualquier período de tiempo, que la diferencia entre el volumen de agua que entra en el sistema (147.489 Mm³) y la que sale de éste (16.609 Mm³), es de 130.88 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.

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 Concepción existen aportaciones de otras cuencas; aportes concesionados para riego y agua potable y la existencia de manantiales. Es también posible la existencia de cauces que son independientes del agua subterránea.

Finalmente, lo que puede decirse a manera de conclusión es que el agua anual disponible en la cuenca del Río Tepetzotlán se encuentra en el rango de 16.609 millones de metros cúbicos (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, 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.

Una aplicación sería en el caso de la cuenca de la Presa La Concepción, donde ya se mencionó que en promedio escurren al año 5.974 Mm³, si en la cuenca se utiliza un volumen superior a la recarga (entradas a la presa) significa que se está explotando el recurso. Cualquier volumen que se extraiga o use en exceso del límite señalado, implica que se están explotando las reservas, lo que representa una reducción del volumen de agua en la presa.

3.1.6. Edafología

Los suelos de la cuenca del río Tepetzotlán están dominados por el grupo de los vertisoles pélicos, los cuales se encuentran en la parte media y baja de la cuenca, ocupan el 35.9% de la superficie total, seguido por el grupo de los luvisoles con 27.7% de la superficie y con un porcentaje similar el de los feozem con 22.9%. En menor proporción se encuentran los andosoles, 7.8%, litosoles, 4.9% y las rendzinas, 0.7%. La distribución y la superficie que ocupan se muestran en la Figura 8.

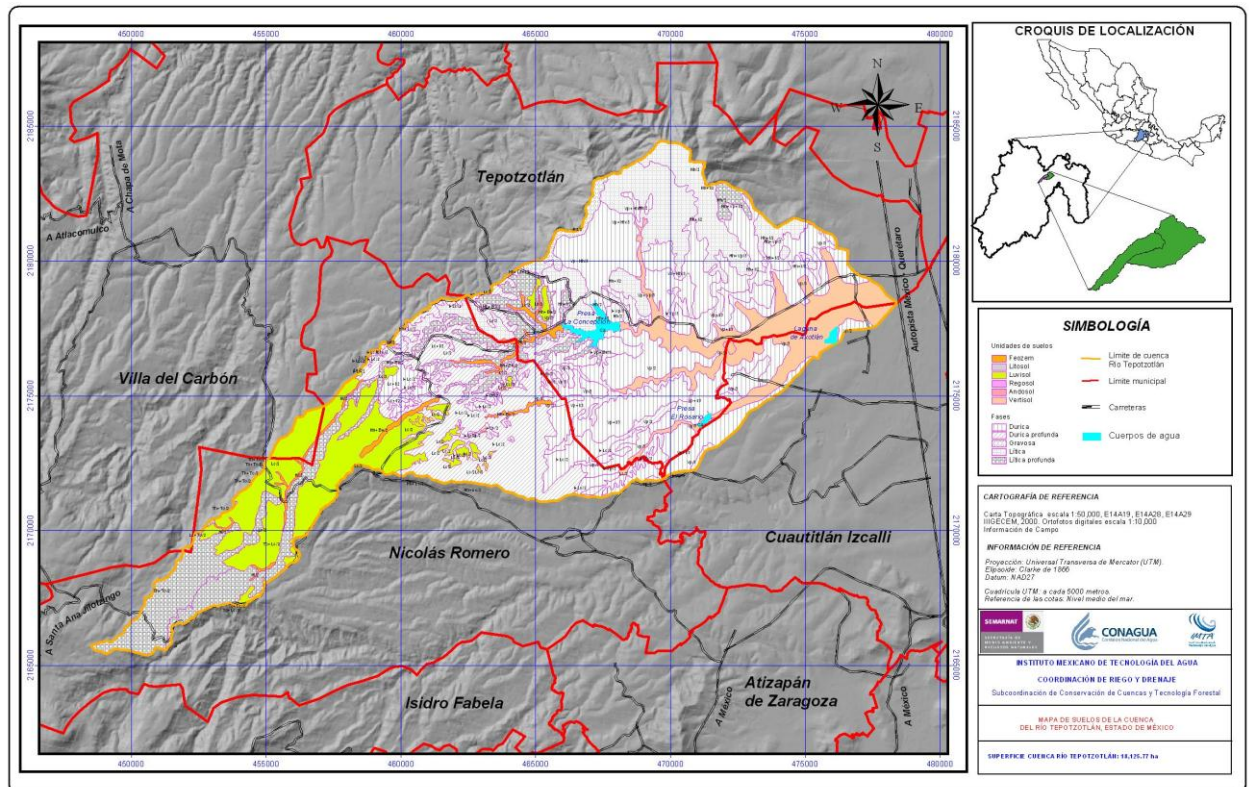


Figura 8. Mapa de unidades de suelo de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.

3.1.7. Uso actual del suelo

El uso actual del suelo se determinó con recorridos de campo. Se obtuvo información de las áreas agrícolas, forestal, urbana, etc. La información se digitalizó en un sistema de información geográfica (Arc View) para su cuantificación y delimitación, usando como base el mapa de uso de suelo y vegetación de INEGI.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de uso actual del suelo para el año 2009.

Cuadro 7. Uso actual del suelo de la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) (2009).

Uso de suelo	Superficie (ha)	%
Agricultura de temporal	4,714.74	26.01
Agricultura de riego	1,290.93	7.12
Forestal	3,804.68	20.99
Pastizal y matorral	5,361.75	29.58
Urbano	1,632.46	9.01
Área erosionada	1,112.75	6.14
Mina	80.89	0.45
Cuerpo de agua	127.57	0.70
Total	18,125.77	100.00

La mayor superficie que ocupa en la cuenca es la agrícola que se ubica en la parte alta y media de la cuenca se practica agricultura de temporal y en la parte media y baja agricultura de riego, y representa el 33.13% del total. El pastizal y matorral con el 29.58% del total le sigue en segundo lugar.

Posteriormente, le sigue en tercer lugar la superficie ocupada por bosque en sus diferentes grados de conservación, en las partes altas se pueden encontrar masas forestales más densas.

En la parte alta se conserva bosque de Oyamel y conforme se desciende se encuentran diferentes tipos de bosque, de pino y encino, y en las inmediaciones de la presa se puede encontrar matorral xerófito.

La distribución del uso de suelo en la cuenca se presenta en la Figura 9.

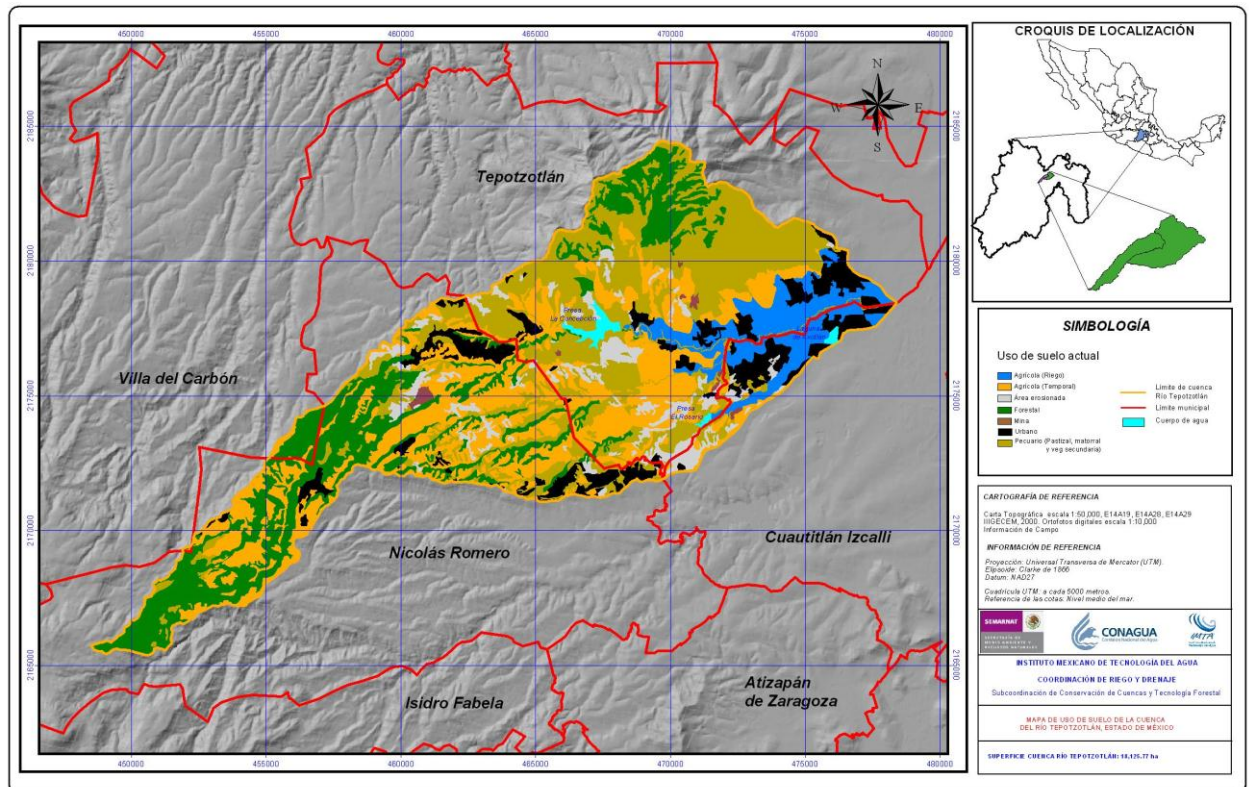


Figura 9. Mapa del uso de suelo del año 2009 de la cuenca del río Tepotzotlán, Estado de México.

3.1.8. Dinámica de cambio de uso de suelo

A lo largo de 29 años la cuenca de la Presa "La Concepción" ha sufrido un acelerado cambio del uso de su suelo, viéndose afectado el sistema natural de la cuenca, principalmente las infiltraciones y escurrimientos del ciclo hidrológico. Esto se debe a la constante disminución de la superficie de bosques primarios, haciendo un total de 83% de reducción de la totalidad del área boscosa con la que contaba la cuenca en los años 70's.

Dado a los cambios sufridos en bosques primarios se incrementaron en un 22% las áreas de bosques secundarios. La pérdida de la práctica de la agricultura tradicional dio como resultado el abandono de tierras de cultivo, provocando así el incremento desmedido de áreas pastizales y el decremento en un 77% de las áreas agrícolas (Cuadro 8).

Dentro de la cuenca existían amplias áreas de suelo desnudo pero se vieron disminuidas por la conversión de estos a asentamientos humanos y áreas urbanas, dándose así un incremento dentro de la cuenca de más del 150% de la superficie que existía en el año de 1973. Para la zona de afloramientos de roca, estas aumentaron debido a la explotación de bancos de material, y a que en áreas con alta erosión llegaron a tener afloramiento de roca (Figura 10 y 11).

Cuadro 8. Tasa de cambio de superficie por uso de suelo para el periodo 1973-2002 en la Cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán).

Clasificación	1973	2002	Superficie de cambio (Ha)	Superficie de cambio (%)
Bosque de pino	2,584.90	448.56	-2,136.34	- 83
Bosque de pino-encino	1,490.64	1,814.56	323.92	22
Agricultura	4,085.57	950.00	-3,135.57	- 77
Pastizal	4,502.79	9,347.50	4,844.71	108
Suelo desnudo	3,878.01	1,842.69	-2,035.32	- 52
Afloramiento de roca	185.37	348.13	162.76	88
Área urbana	1,303.52	3,278.31	1,974.79	151

La grafica del porcentaje de cambio en el uso del suelo de la cuenca Presa La Concepción en 29 años (1973-2002), se presenta en la Figura 12, y la misma información se presenta en forma tabular en el Cuadro 9.

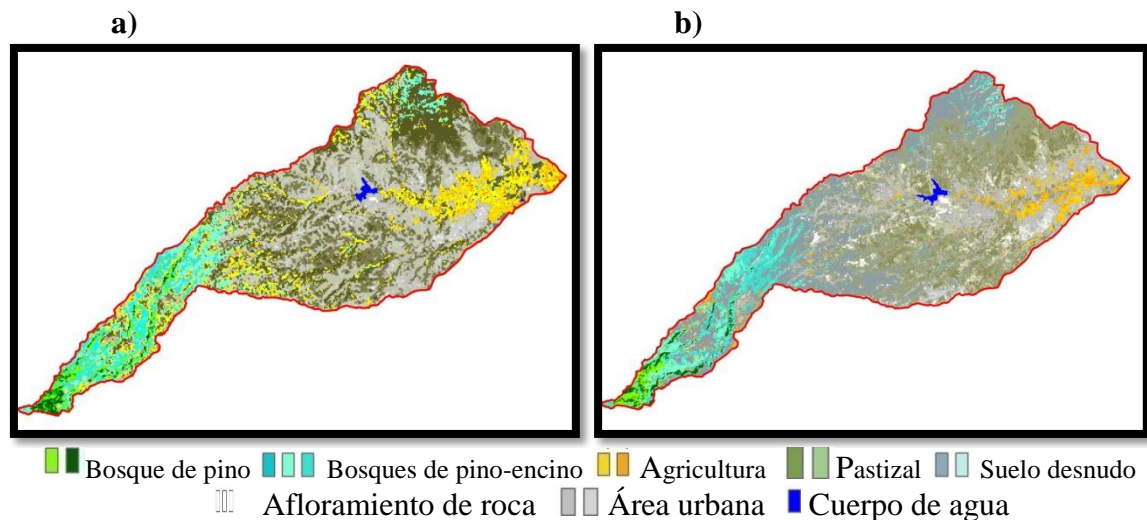


Figura 10. Cambio de uso de suelo en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) de a) 1973 a b) 2002.

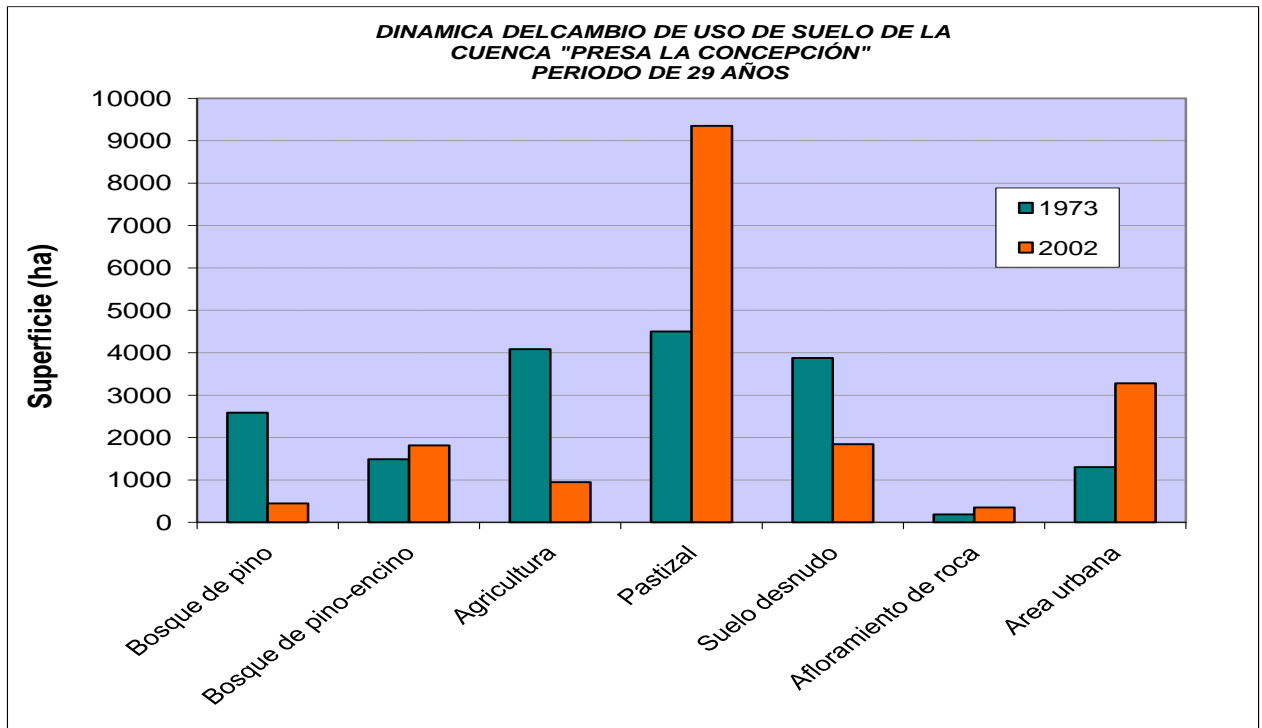


Figura 11. Cambio de uso de suelo en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México, de 1973 a 2002

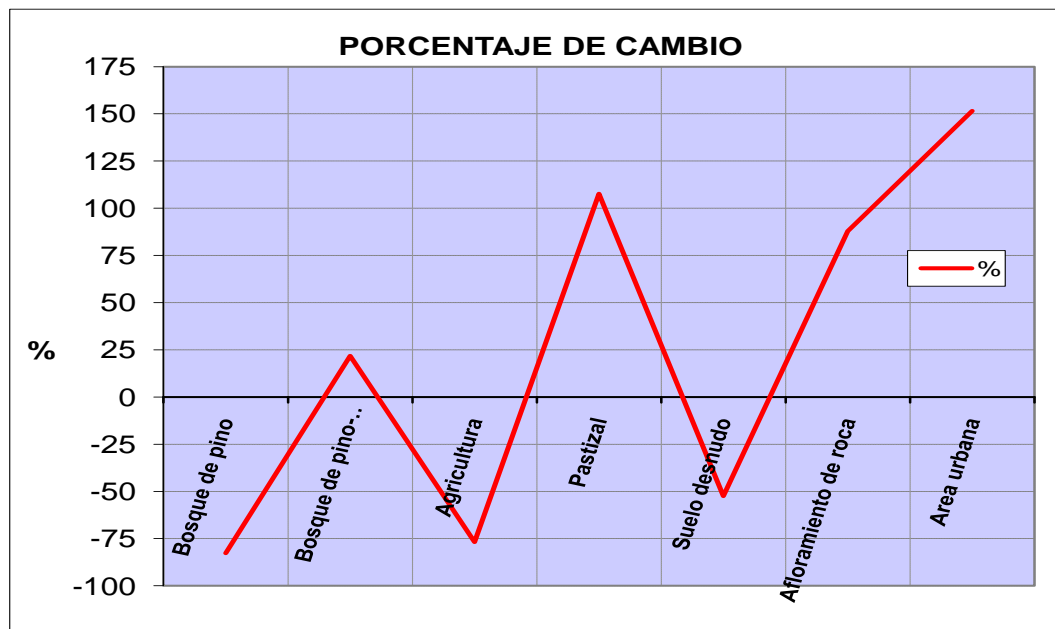


Figura 12. Porcentaje de cambio del uso del suelo en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán) de 1973 a 2002.

Cuadro 9. Superficies por uso de suelo obtenidas mediante clasificación supervisada de imágenes de satélite para diferentes periodos en la cuenca Presa La Concepción (cuenca del Río Tepetzotlán), Estado de México.

Uso de suelo	Año							
	1973	%	1985	%	1996	%	2002	%
Bosque de pino	2,584.90	14.26	1,252.36	6.91	1,149.01	6.34	448.56	2.47
Bosque de pino-encino	1,490.64	8.22	1,991.70	10.99	2,436.08	13.44	1,814.56	10.01
Agricultura	4,085.57	22.54	2,970.52	16.39	1,916.01	10.57	950.00	5.24
Pastizal	4,502.79	24.84	6,471.61	35.70	5,994.10	33.07	9,347.50	51.57
Suelo desnudo	3,878.01	21.39	3,075.68	16.97	3,300.01	18.21	1,842.69	10.17
Afloramiento de roca	185.37	1.02	216.74	1.20	229.05	1.26	348.13	1.92
Área urbana	1,303.52	7.19	2,051.34	11.32	3,006.04	16.58	3,278.31	18.09
Cuerpo de agua	96	0.53	96	0.53	96	0.53	96	0.53
Total*	18,126.80	100.00	18,125.95	100.00	18,126.30	100.00	18,125.75	100.00

* La cuenca tiene una superficie de 18,126.76 ha y las diferencias en la superficie total entre los años se deben al tamaño de pixel de las imágenes de satélite.

De acuerdo con la información del Cuadro 9 se concluye que hasta el año 2002 solamente existían 2,263.12 ha de bosque, de las cuales 1,814.56 son de bosque de pino-encino y 448.56 de bosque de pino. Lo anterior representa el 12.48% de la cuenca que tiene bosque. Sin embargo, para 1996 se tenía 19.78% de la superficie de la cuenca con bosque, esto indica que en 6 años se perdieron 1,321.97 ha de bosque, que representa una tasa de pérdida anual promedio de 220 ha.

Podemos observar que el área urbana ha incrementado, en 1973 solo el 7.2% de la cuenca tenía un uso urbano, sin embargo para 2002 la superficie se incremento en más del 200%, donde ocupaba el 18.1% de la superficie de la cuenca.

3.2. Medio social y económico

3.2.1. Población de la cuenca

La población de la cuenca La Concepción, Estado de México es de 66,951 personas en el año 2005, de acuerdo a la información censal del INEGI. Viven en 41 localidades que pertenecen a los municipios de Nicolás Romero, Tepetzotlán, Cuautitlán Izcalli y Villa del Carbón.

Al municipio de Nicolás Romero le corresponde la mayor parte de las localidades y de la población, son 20 asentamientos urbanos de distintos tamaños en los que habitan 26,320 personas. En orden de importancia sigue el municipio de Tepetzotlán con 15 localidades y 21,693 personas, el municipio de Cuautitlán Izcalli con solo 5 localidades y 18,892 personas y, finalmente el municipio de Villa del Carbón con una localidad rural habitada por 46 personas.

La población de la cuenca en su mayoría es de sexo femenino, son 33,980 mujeres y 32,964 hombres, lo que significa que por cada 100 mujeres hay 93.4 hombres. En el contexto de esta tendencia general, en el municipio de Tepetzotlán dicha relación es opuesta, por cada 100 mujeres hay 103.7 hombres.

Cuadro 10. Población por municipios.

Municipio	Localidades	Población			Rel. H/M*
		Total	Masculina	Femenina	
Nicolás Romero	20	26,320	13,017	13,303	93.06
Tepetzotlán	15	21,693	10,571	11,115	103.74
Cuautitlán Izcalli	5	18,892	9,354	9,538	85.51
Villa del Carbón	1	46	22	24	91.67
Total	41	66,951	32,964	33,980	93.49

*Relación hombre-mujer

Fuente de los datos: II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI

Después de la década de 1970 el crecimiento poblacional de la cuenca, aunque con un ritmo menos acelerado.

Cuadro 11. Población en los años 1990 y 2000.

Año	Municipio				Cuenca
	Cuautitlán Izcalli	Nicolás Romero	Tepetzotlán	Villa del Carbón	
1990	12,696	19,181	18,830	48	50,755
2000	18,201	26,453	20,519	51	65,224
2005	18892	26320	24530	46	69,788

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

De acuerdo a algunos censos locales que los pueblos de la cuenca han realizado para efectos de la administración del agua y para otros efectos, su población es marcadamente superior a los resultados que aportan los censos nacionales del INEGI.

Así, de acuerdo a las fuentes locales, en el año 2000 San José Huilango tenía aproximadamente 6000 habitantes, en 2006 la población de San Francisco Magú era de 17,000 habitantes, en 2007 Axotlán tenía aproximadamente 3800 habitantes, en junio de 2009 había 1,763 habitantes mayores de 18 años en Santa Cruz y en Santiago Cuautlalpan aproximadamente 20,000 habitantes. En todos los casos son cifras ampliamente superiores a las que registran las fuentes oficiales en 2000 y 2005.

La población de la cuenca fundamentalmente se encuentra en edad económicamente productiva. De las 66,951 personas que habitan en la cuenca, 40,214 tienen entre 15 y 59 años de edad y representan el 60.06% del total.

La población con edad de 6 a 11 años, es decir, la que se encuentra en edad escolar, son 8,320 personas y constituyen el 12.43%. La población de mayor edad, la que se ubica entre los 60 años y más, son 4,022 personas que constituyen el 6.01%

Cuadro 12. Edad de la población.

Municipio	Rangos de edad						Total
	0 a 4	5	6 a 11	15 a 59	60 y más	Sin Inf.	
Nicolás Romero	2,927	556	3,361	15,451	1,557	2,468	26,320
Tepetzotlán	2,390	490	2,709	13,015	1,426	1,663	21,693
Cuautitlán Izcalli	2,013	385	2,243	11,724	1,035	1,492	18,892
Villa del Carbón	6	1	7	24	4	4	46
Cuenca	7,336	1,432	8,320	40,214	4,022	5,627	66,951

Fuente de los datos: II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI

Esta tendencia de los rangos de edad en la cuenca se repite en la población de cada uno de los cuatro municipios, En todos es mayoritaria la población de 15 a 59 años de edad, pero tienen diferencias internas entre sí. De esta manera, en el municipio de Villa del Carbón alcanza el 52.1% de la población frente al más alto que se encuentra en el municipio de Cuautitlán Izcalli, que es del 62.06%

Cuadro 13. Edad de la población en porcentaje.

Municipio	Rangos de edad (%)						Total
	0 a 4	5	6 a 11	15 a 59	60 y más	Sin Infor.	
Nicolás Romero	11.12	2.11	12.77	58.70	5.92	9.38	100.00
Tepetzotlán	11.02	2.26	12.49	60.00	6.57	7.67	100.00
Cuautitlán Izcalli	10.66	2.04	11.87	62.06	5.48	7.90	100.00
Villa del Carbón	13.04	2.17	15.22	52.17	8.70	8.70	100.00
Cuenca	10.96	2.14	12.43	60.06	6.01	8.40	100.00

Fuente de los datos: II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI

El crecimiento de la población de las localidades de la cuenca ha seguido una trayectoria ascendente. Sin embargo, la información de las fuentes censales consultadas presenta diferencias muy notorias con los resultados de censos realizados por las autoridades auxiliares de diversas localidades, particularmente en las más pobladas.

De acuerdo con la información censal de 1990 a 2005 se observa una disminución en términos relativos de la población masculina frente a la femenina.

Cuadro 14. Población masculina y femenina.

Año	Población				
	Total	Masculina		Femenina	
		No.	%	No	%
1990	50,755	25,401	50.05	25,354	49.95
2000	65,224	32,384	49.65	32,834	50.34
2005	69,788	34,387	49.27	35,401	50.73

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

Así también, ha crecido la cantidad de familias que integran tanto a la población ya establecida en la cuenca como las que arriban sucesivamente a ella, pero en todos los casos, se registra una disminución progresiva en el tamaño de las familias.

En 1990 el tamaño promedio de las familias era de 5.39 personas, 10 años después, en el año 2000 el tamaño se redujo a 4.44 y cinco años después a 4.39. Así entre los 15 años que median entre 1990 y 2005 el tamaño promedio de las familias se redujo en una unidad. Este fenómeno hipotéticamente podría obedecer a la crisis económica y a la mayor integración de las mujeres a la vida económicamente productiva.

Cuadro 15. Familias en la cuenca.

Año	Familias	Tamaño promedio de las familias
1990	9,210	5.39
2000	12,998	4.44
2005	15,807	4.39

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

Entre los promedios de las localidades que pertenecen a los distintos municipios, la disminución del tamaño promedio de las familias desciende progresivamente, especialmente en los municipios de Nicolás Romero y Tepetzotlán. El caso de Villa del Carbón es muy específico, corresponde a una sola localidad rural.

Cuadro 16. Tamaño promedio de las familias por municipio.

Año	Municipio				Cuenca
	Cuautitlán Izcalli	Nicolás Romero	Tepetzotlán	Villa del Carbón	
1990	5.58	5.35	5.35	5.33	5.39
2000	4.68	4.65	4.42	3.62	4.55
2005	4.58	4.33	4.45	3.83	4.40

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

La emigración laboral de los hombres, la integración de las mujeres al trabajo económicamente productivo y eventualmente la separación familiar por diversos motivos, tentativamente pueden ser causas del decrecimiento de los hogares con jefatura masculina.

En la cuenca este fenómeno se ha notado en un periodo sumamente corto de 5 años. En el año 2000 el 84.8% de los hogares tenían jefatura masculina y en 2005 disminuyó en la cuenca al 82.74%

Cuadro 17. Jefatura de los hogares.

Año	Hogares	Tipo de jefatura de hogar			
		Masculino		Femenino	
		No.	%	No.	%
2000	13,614	11,556	84.88	2,058	15.12
2005	16,162	13,372	82.74	2,790	17.26

Fuente de los datos: II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

3.2.2. Eliminación de desechos y basureros

La basura, uno de los efectos generados por el crecimiento poblacional e industrial, se concentra en ríos, canales de riego y canales secundarios. Ha causado inundaciones en tiempo de lluvia porque tapa los drenajes. También al bosque ha llegado la basura, que incluye desechos industriales.

Las unidades habitacionales y en general el crecimiento de los pueblos ha generado volúmenes de basura de importancia. Actualmente la basura doméstica ha dejado de quemarse y se recolecta por parte de los municipios (Figura 13).



Figura 13. Recolección de los desechos sólidos.

En el municipio de Nicolás Romero la generación de desechos sólidos es alta, según el Plan de Desarrollo Municipal se han formado 150 tiraderos clandestinos en barrancas, arroyos y áreas

verdes. El municipio carece de un sitio acondicionado para la disposición de los residuos sólidos.

El municipio de Tepotzotlán dispone de un tiradero de 6 ha de superficie desde hace aproximadamente 20 años y su vida útil es de 10 años. Se ubica entre Teoloyucan y Coyotepec y ha generado un conflicto por su ubicación y su proximidad a casas-habitación. Es un basurero controlado (carece de geomembrana y cerco) y es de propiedad privada.

Hace unos 10 años hubo un basurero clandestino que fue clausurado y después han aparecido puntos de amontonamiento de basura que han sido limpiados.

El servicio de recolección de desechos se hace en todas las poblaciones, se dispone de camiones compactadores que acuden dos veces a la semana

En el municipio de Nicolás Romero hay una recicladora de basura, concesionada a particulares, tiene servicio de recolección en la mayoría de las poblaciones, pero también hay tiraderos a cielo abierto y se tira basura en la orilla de carreteras y en las barrancas, que tienen diferentes dimensiones y poca profundidad y por ellas corre agua, generalmente contaminada ya por las descargas de drenaje.

El municipio de Cuautitlán Izcalli dispone de dos tiraderos, el Huilango I y el Huilango II y una cantidad de tiraderos indeterminada.

3.2.3. Vivienda y servicios

Al ubicarse la cuenca en una zona industrial, adonde arriba una cantidad importante de población que emigra a sus localidades, la propiedad de las viviendas asume formas variadas

Fundamentalmente la mayoría de las familias es propietaria de sus viviendas, en 1990 era el caso del 86.56%, pero en 2000 disminuyó a 84.32%, fenómeno que podría ser atribuible a la población que llega a la cuenca y a una parte de la población ya asentada y que es demandante de vivienda.

En 1990 se consideraba que el 13,445 de las viviendas no eran propias y en 2000 la cantidad es mayor, entre ellas se incluye el 4.52% de las viviendas que son rentadas y entre las propias se consideran que el 4.86% son viviendas en proceso de pago, en concordancia con el proceso de venta de viviendas, tanto en conjuntos habitacionales como en casas individuales ya construidas o en proceso de construcción.

En el contexto de la cuenca, de reciente pasado rural, la renta de vivienda por parte de la gente que habita en las localidades es un hecho relativamente novedoso, que se inserta en el lugar al mismo tiempo que crece la población y, consecuentemente la demanda de vivienda

Cuadro 18. Propiedad de las viviendas.

Año	Propiedad de las viviendas									
	Propias						Rentadas		No propias	
	Total		Pagadas		Pagándose		No.	%	No.	%
	No.	%	No.	%	No.	%				
1990	7,972	86.56	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	1,238	13.44
2000	10,960	84.32	10,328	79.46	632	4.86	588	4.52	Sin datos	Sin datos

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000.

El panorama de las condiciones de las viviendas es variado, en las localidades con equipamiento y población mayores se dispone de más servicios, empero, en todas se presentan casos de precariedad en cuanto a los materiales con que se construyen, los servicios de que disponen y otros bienes asociados.

Las viviendas construidas con materiales de desecho, como la lámina de cartón, lámina metálica y madera en mal estado, constituyen una parte minoritaria del total, pero son una característica vigente en la actualidad.

Las viviendas con paredes y techumbres construidas con ese tipo de materiales extremadamente precarios tienden a disminuir, como ocurrió de 1990 a 2000. Ocurre lo mismo con las viviendas con piso de tierra (Figura 14).



Figura 14. Tipo de vivienda común en la cuenca.

Sin embargo, esta mejoría en las condiciones de sus materiales de construcción se contrapone con el tamaño de las viviendas. Las que constan de un sólo cuarto y, que obviamente son la expresión mayor de la reducción de espacio para la habitación de las familias, representan una cantidad que progresivamente crece, en 1990 representaban el 6.76% del total y en 2000 aumentaron al 7.98%, aunque para 2005 disminuyeron al 7.34%.

Entre las viviendas que reúnen estas características se encuentran necesariamente las que se construyen en la cuenca y se les ubica en los asentamientos irregulares. Son viviendas improvisadas y sumamente precarias, propias de la población imposibilitada para acceder a otra forma de adquisición o construcción de vivienda.

Cuadro 19. Condiciones de las viviendas.

Año	Viviendas en condiciones precarias							
	Paredes de cartón o materiales de desecho		Techo de cartón o materiales de desecho		Piso de tierra		Solamente un cuarto	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1990	239	2.60	669	7.26	1,435	15.58	623	6.76
2000	81	0.62	655	5.04	988	7.60	1,034	7.96
2005	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	886	5.61	1,161	7.34

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

Los servicios de agua, drenaje y energía eléctrica son activamente demandados por la población y cada vez crece más la cantidad de viviendas con esos servicios. La red de agua abarca en 2005 al 84.36% y las viviendas con energía eléctrica son el 96.63%

Así también, en ese mismo año se registra que el 89.45% de las viviendas disponen de sanitario y que el 88.10% cuentan con drenaje.

Cuadro 20. Viviendas con servicios.

Año	Viviendas con servicios							
	Con agua entubada		Con sanitario		Con drenaje		Con energía eléctrica	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1990	7,445	80.84	Sin datos	Sin datos	4,320	46.91	8,543	92.76
2000	10,879	83.70	10,547	81.14	10,344	79.58	12,763	98.19
2005	13,334	84.36	14,140	89.45	13,926	88.10	15,274	96.63

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

La distribución de los servicios entre las viviendas no es homogénea, una parte importante dispone sólo de uno o de dos de los servicios. Las viviendas dotadas con los tres tipos de servicios se incrementan al paso del tiempo. En 2005 representaban el 78.20% del total, en tanto que las viviendas carentes de todos esos servicios son una proporción muy baja, que desde el año 2000 representan una proporción inferior al 1% y también disminuye en forma progresiva.

Cuadro 21. Viviendas con disposición y carencia de servicios.

Año	Viviendas con agua entubada, drenaje y energía eléctrica			
	Tienen los tres servicios		No tienen ningún servicio	
	No.	%	No.	%
2000	9,256	71.21	110	0.85
2005	12,361	78.20	50	0.32

Fuente de los datos: II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

El uso de combustible también adopta las formas urbanas y el uso del gas butano predomina ampliamente sobre otro tipo de combustibles. En el año 2000 el 92.66% de las viviendas consumen gas y sólo el 6.48% consumen leña.

Cuadro 22. Uso de combustible en viviendas.

Tipo de combustible	Viviendas y uso de combustible en 2000	
	No.	%
Gas	12,044	92.66
Leña	842	6.48
Carbón	21	0.16
Petróleo	3	0.02
Total	12,910	99.32

Fuente de los datos: II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000.

Consumo doméstico

El consumo de bienes domésticos de las familias también es creciente y el televisor es el bien que por excelencia se encuentra en la gran mayoría de las viviendas. En el año 2000 el 92.65% tenían televisor y en 2005 ascendió al 94.27%.

En lo general, han aumentados las viviendas que disponen de cada uno de los bienes de uso doméstico y en 2005, la mayoría dispone de radio, refrigerador y lavadora.

Sin embargo, las viviendas que disponen del conjunto de 8 bienes en 1990 eran el 1.57% y en 2000 las viviendas que disponían de 4 bienes eran el 2.20% del total y el 1.47% carecía de todos.

Cuadro 23. Población y bienes de consumo doméstico.

Tipo de bienes	Población y bienes de consumo doméstico			
	2000		2005	
	No	%	No	%
Con todos los bienes	204	1.57	347	2.20
Sin ninguno de los bienes	Sin datos	Sin datos	191	1.47
Televisor	12,042	92.65	14,901	94.27
Radio	11,770	90.55	Sin datos	Sin datos
Refrigerador	7,633	58.72	11,578	73.25
Calentador de agua	5,385	41.43	Sin datos	Sin datos
Lavadora	5,046	38.82	8,979	56.80
Videocasetera	3,782	29.10	Sin datos	Sin datos
Teléfono	3,106	23.90	Sin datos	Sin datos
Automóvil	3,092	23.79	Sin datos	Sin datos
Computadora	Sin datos	Sin datos	2,087	13.20

Fuente de los datos: II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000, y II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

3.2.4. Equipamiento urbano

El equipamiento urbano del municipio de Nicolás Romero se distribuye en obras de salud, recreativas y deportivas, abastos, educación y cultura y los servicios municipales y se concentran en la cabecera municipal.

Respecto al municipio de Cuautitlán Izcalli, en el equipamiento de Educación y Cultura, cuenta prácticamente con todos los elementos recomendados por el Sistema Nacional de Normas para la dotación de Equipamiento Urbano.

En el área urbana hay 128 planteles y un total de 580 aulas, en el nivel primaria, existe un superávit de 83 aulas, y, según la pirámide de edades, la población infantil tenderá a disminuir.

En el municipio existen dos centros de capacitación para el trabajo, un EDAYO en la zona industrial de Cuamatla y un CECATI, en el corredor industrial. En el nivel medio básico se cuenta con un superávit de 147 aulas, sin embargo, la población demanda la dotación de más equipamiento público de este nivel cercano a sus comunidades, ya que los más próximos son particulares. Así mismo, en este nivel se requieren más escuelas de educación técnica.

En los niveles medio superior y superior existen 14 planteles entre públicos y privados y le permite al municipio recibir estudiantes de otros.

En el municipio de Tepotzotlán hay carencias en los rubros de salud, educación y cultura, recreación y deporte, y servicios urbanos y es ya inadecuada la infraestructura e instalaciones

que tienen los equipamientos de comercio y abasto, así como los de comunicaciones y transportes.



Figura 15. Vista de un espacio de una colonia fundada en tierras ejidales.

En 2003 los inmuebles de salud se encuentran dispersos en el municipio, en las localidades de Santa Cruz, Santiago Cuautlalpan y San Mateo Xóloc que se encuentran dentro de la cuenca, hay centro de salud. Presentan serios problemas en cuanto al nivel de atención y faltan instalaciones para dar el servicio a toda la población. La población debe acudir a los centros de población mayores que cuentan con el servicio médico necesario y como parte de esta situación se han establecido consultorios privados de nivel primario de salud.

Los problemas comunes de centros urbanos con marcados contrastes sociales se han establecido en la cuenca, también en los asentamientos urbanos. No obstante de su proximidad con las zonas industriales del Estado de México y del Distrito Federal, el desempleo es un problema presente en la cuenca, que afecta tanto a la población joven como a la de edad madura.

No hay lugares de esparcimiento deportivo y culturales suficientes para la población, cuyas necesidades en este aspecto se incrementan en la medida que crece demográficamente (Figura 16). Los festejos particulares y algunos comercios (tiendas) son los puntos de diversión más generalizados para la población, principalmente la más joven.

Se cuenta con un total de 232 canchas deportivas; 67 de fútbol, 49 de basquetbol, 31 de voleibol, 9 de béisbol, 4 de tenis, 4 de fútbol americano, 3 de frontón y 62 de usos múltiples. Una pista de atletismo, una alberca y un gimnasio de usos múltiples.

El crecimiento demográfico desmedido, la crisis económica y la desvinculación gradual a las normas comunitarias, son factores que se han sumado para generar un fenómeno de delincuencia que antaño era muy reducido y que ahora ha crecido.



Figura 16. Muro de una hacienda antigua que constata la necesidad de espacios de esparcimiento y cultura.

Para algunas localidades es ya el problema prioritario y se manifiesta principalmente en la drogadicción y en los robos, incluyéndose en el abigeato. En las localidades de Cuautitlán Izcalli además se manifiesta en vandalismo a través de grupos de personas que se asocian para realizar actos antisociales.

En el contexto de múltiples necesidades y carencias de una población de acelerado crecimiento hay lugares como El Rosario, Santiago Cuautlalpan y Santa María Tianguistenco donde el mayor problema es la falta de seguridad. Han proliferado conductas antisociales como el vandalismo, los asaltos, e inclusive han ocurrido asesinatos.

La drogadicción en Santiago Cuautlalpan ha llegado inclusive a niños y adolescentes, ha habido operativos del ejército y de la AFI.

En cuanto a los traficantes se hace referencia a lugares como Puerto Magú donde se ha establecido su tráfico a través de organizaciones delictivas, con las expresiones de violencia extremas con que se han caracterizado y en alusión a los consumidores y considerando el contexto de carencias en el que viven, se dice que “los *chavos* se están drogando para sentir menos *gacha* la vida”.

Hay localidades próximas a las industrias en las que se asentó una delincuencia frecuente y organizada, a uno de ellos hace 10 años e le conocía como el nido de las ratas.

3.2.5. Población económicamente activa e inactiva

La población económicamente activa de la cuenca tiende a crecer, en el año de 1990 se integraba por el 42.74% y en el año 2000 aumentó al 49.31%, lo cual indica una masa de personas en condiciones de participar activamente en la producción.

Cuadro 24. Población económicamente activa e inactiva.

Año	Población Económicamente			
	Activa			
	No.		No.	
1990	14,210	1990	14,210	1990
2000	21,851	2000	21,851	2000

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000.

Ocupación por sectores de la economía

Los registros sobre la población desocupada indican pocos puntos porcentuales, y en contraparte crece progresivamente la población ocupada, la cual en el año de 1990 era el 96.73% y en el año 2000 aumentó al 98.59%

El tipo de actividades, por el contrario, muestra cambios significativos en la economía de la cuenca.

La agricultura y la ganadería, que en 1990 ya ocupaban una importancia relativa en la economía por ocupar al 16.32% de la población trabajadora, en el año 2000 se redujo al 8.39%

La economía de la cuenca se sustenta fundamentalmente en torno a las actividades de transformación, comercio y servicios, pero en el lapso de 10 años han ocurrido transformaciones al respecto.

La actividad relacionada con la transformación era la predominante en el año 1990 con el 48.49% y los servicios y comercio se mantenía con el 31.31% de la población. En el año 2000, además de contraerse más las actividades primarias, ocurre un notorio crecimiento de las actividades del sector terciario al captar al 45.65% de la población. Es decir, una parte de la población que se dedicaba a la agricultura y a la ganadería como otra que se dedicaba a las actividades relacionadas con la transformación cambiaron hacia el comercio y los servicios.

Cuadro 25. Población ocupada.

Año	Población ocupada							
	Total							
	No.		No.		No.		No.	
1990	13,745	1990	13,745	1990	13,745	1990	13,745	1990
2000	21,542	2000	21,542	2000	21,542	2000	21,542	2000

Fuente de los datos: XI Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 1990, II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000.

Ingresos

El ingreso monetario de la población de la cuenca es bajo, en el año 2000 el 42.35% obtenía entre 1 y 2 salarios mínimos. El segundo grupo en importancia consta del 32.60% y es el que reciben entre 2 y 5 salarios mínimos.

Sin embargo, el 84.13% de la población recibe ingresos entre 5 salarios mínimos y menos de uno.

Cuadro 26. Ingresos de la población.

Ingreso monetario en salarios mínimos	Ingreso de la población en 2000	
	No.	%
De 1 a 2	9,124	42.35
De 2 a 5	7,022	32.60
Hasta 1	1,977	9.18
Sin ingreso	1,040	4.83
De 6 a 10	916	4.25
Mayor a 10	310	1.44
No trabaja	410	1.88
Total	20,799	96.53

Fuente de los datos: II Censo general de Población y Vivienda, INEGI, 2000.

3.2.6. La urbanización y el crecimiento poblacional

La estructura de la administración pública municipal tiene variantes entre los municipios de Tepetzotlán, Nicolás Romero y Cuautitlán Izcalli. En 2003 el municipio de Cuautitlán Izcalli contaba con 5 direcciones, Nicolás Romero con 8 y Tepetzotlán con 11, además de numerosos comités y otras instancias.

El Ayuntamiento de Tepetzotlán es el único que cuenta con los siguientes órganos: Jefatura de Fomento Agropecuario, Coordinación Municipal de Derechos Humanos, Dirección de Ecología, Comité de Control y Prevención del Crecimiento Urbano, Comité Municipal de Lucha contra las Drogas. En los tres municipios como autoridades auxiliares existen los Consejos de Participación Ciudadana, constituido por ciudadanos que promueven las obras materiales y el bienestar de la comunidad. La elección de las autoridades auxiliares se lleva a cabo en asamblea general de los ciudadanos de cada pueblo o barrio, en número de tres propietarios y sus suplentes.

Crecimiento poblacional

El crecimiento urbano fue caótico, carente de toda planeación y se generaron cambios tanto en la producción, en la contaminación causada por desechos y en la organización de los ejidos donde las autoridades perdieron reconocimiento entre la población.

La década de 1970 fue trascendental en los pueblos del norte del Estado de México, entre los que se encuentran los ubicados dentro de la cuenca de la presa La Concepción, por los cambios generados en sus formas de producción y de organización, en las condiciones en que se encuentran los recursos naturales y en su cultura histórica.

Probablemente en esa década se ubica la transformación más radical en su historia.

El municipio de Nicolás Romero tuvo su mayor tasa de crecimiento en la década de 1980' y alcanzó 8.69% (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nicolás Romero, 2003) y el de Tepetzotlán en 1970 duplicó la población que tenía en 1960.

De acuerdo con el estudio de dinámica de cambio de uso de suelo que se presenta en el apartado del Diagnóstico de la Cuenca Presa La Concepción, entre 1973 y 2002 el uso urbano del suelo tenía el 7.2% de la superficie total y ascendió al 18.1%, así también los pastizales ocupaban el 24.8% y ascendió al 51.6%.

Esas superficies incrementadas se establecieron en superficies agrícolas y forestales. La agricultura del 22.5% que ocupaba descendió al 5.2% y el bosque ocupaba el 22.5% y descendió al 12.5%

Así, los espacios urbanos aumentaron dos veces y media y la agricultura se contrajo en 4.3 veces. El proceso ha avanzado en los mismos sentidos, por lo que en la actualidad esas proporciones son más contrastantes.

El crecimiento de la población significó a la par una transformación en las actividades económicas de la población y por tanto al uso de la tierra. El establecimiento de una industria diversificada demandante de mano de obra y de tierra para asentarse tanto la industria como la población trabajadora, orilló desde entonces a transformar gran parte de las tierras de labor en superficies lotificadas para la construcción de viviendas y a distribuir el tiempo de trabajo entre la tierra y otras actividades para los antiguos campesinos.

Conjuntamente arribó una población importante de otros municipios y del Distrito federal para insertarse como población nueva atraída por la oferta de trabajo.

El crecimiento poblacional ha significado una amplia demanda de bienes y servicios y por tanto, una escasez de agua potable, contaminación de los cuerpos de agua superficiales, la generación de desechos sólidos y aguas negras sin una infraestructura suficiente para neutralizar sus efectos y también ha impactado a los recursos forestales.

Una parte de las superficies donde se han construido unidades habitacionales o asentamientos diversos en los que originalmente hubo vegetación arbórea, se hizo desaparecer a través de incendios anónimos

Aunque aún hay superficies boscosas y parte de ella tiene protección legal para conservarse como áreas naturales, éstas reciben una presión sistemática del crecimiento poblacional.

Se ha hecho un procedimiento común la compra de superficies a precios bajos para posteriormente integrarlas al mercado inmobiliario, además de las múltiples ventas individuales de tierras ejidales y privadas en gran parte del territorio de la cuenca.

Debido a este fenómeno, a costa del ejido han crecido numerosas localidades aledañas. Ahora abundan los asentamientos irregulares y las invasiones de tierra, sucesos relativamente novedosos en la cotidianidad de los pueblos, adonde llega gente de todo tipo y de muchos lugares, inclusive de Centroamérica.

Colateralmente también han surgido protestas colectivas, estructuradas, para hacer respetar el uso del suelo y han logrado impedir, por ejemplo, que se construyera una central de abasto en 1992. En estas respuestas de parte de la población ha figurado también la que se ha integrado recientemente a las localidades.

La integración de nueva población en las localidades de la cuenca ha generado transformaciones en diversos ámbitos, entre ellos la convivencia con la población ya asentada.

Los nuevos pobladores generalmente no participan en las acciones socialmente establecidas como la faena, exigen la dotación de servicios y bienes sin participar y lógicamente tienen desarraigo en la región.

La nueva población es diversa, por sus lugares de origen, urbanos y rurales y por su posición socioeconómica. Quienes individualmente compran un lote y construyen en él son los que integran a los demandantes de servicios, una parte de ellos se ubican en los asentamientos irregulares y para la población ya asentada se convierten en competidores de servicios y de formas de convivencia.

Hay localidades donde la demanda principal consiste en que se hagan calles, en otras predomina la de construir drenajes y en muchas otras se aplaza la necesidad de pavimentar las múltiples calles de tierra suelta por la espera de que antes se introduzca la tubería para drenar el agua de drenaje.

Entre la población ya asentada se les responsabiliza genéricamente de actos de delincuencia y vandalismo.

También es reconocida entre la población ya asentada que otra parte de los nuevos pobladores son gente que ha traído tecnologías que intentan poner al servicio de la población, que también tratan de generar una participación organizada de la población para conservar sus recursos naturales.

3.2.7. Escasez del agua

El agua es administrada en los pueblos altos, donde hay Comités de Agua que dan mantenimiento a la infraestructura y distribuyen el agua que procede de los manantiales, en las demás localidades es el municipio quien administra.

En las partes más pobladas la necesidad de agua potable es notoria y aumenta progresivamente. La escasez del agua es un hecho relativamente reciente y común entre la generalidad de las poblaciones y la distribución se hace a través de un tandeo.

Por diferentes motivos hay lugares adonde el agua no puede abastecer a las casas o bien hay suspensiones temporales. En Huilango la suspensión en determinadas áreas puede superar lapsos de un mes, tiempo en que se satisface la necesidad del agua con la compra de pipas, cuyo costo es de \$400 a \$450 cada una (Figura 17). Anteriormente cada casa tenía pozo pero se cobraba \$1,300 anuales, el agua encareció y una parte del agua se toma en forma clandestina.



Figura 17. El abastecimiento de agua a través de pipas.

En Santa Cruz, Santa María Tianguistenco y Axotlán, tienen agua todos los días, pero solo durante un periodo de varias horas. En Tepotzotlán se distribuye durante 2 horas cada tercer día.

En Santa María Cahuacán el agua es más escasa, se reparte 1 ó 2 veces a la semana, en Cañada de Cisneros se distribuye 2 veces a la semana, en Santiago Cuautlalpan el agua se distribuye cada 3 días durante 2 horas.

En San Mateo Xóloc tienen un pozo y necesitan perforar otro y distribuyen el agua durante 30 minutos o hasta 2 horas cada tercer día. Hay además, 200 familias sin agua, el Ayuntamiento vende la pipa con agua a \$180 y dura entre 3 y 4 meses para consumo de una familia. La recaudación es baja y se adeuda aproximadamente \$2,000,000 por concepto de electricidad.

El agua ha sido un recurso por el que han tenido que luchar los pueblos, se conocen referencias de que en el siglo XVII la población de Santa María Tianguisteco sostenía un litigio contra los españoles para tener acceso al agua. En el siglo XIX los casos similares abundaron y en tiempos posteriores a la revolución se peleaba el agua para el uso doméstico, aún antes de lograr el reparto de la tierra. Don Gaudencio Neri, cronista municipal de Tepotzotlán refiere que una mujer del pueblo, de nombre Guadalupe Arana, conocida como “la perra”, les gritaba a los hombres: “¡manden a sus mujeres a pelear el agua y ustedes muelan el nixtama!” Se recuerda esa referencia por haber instigado la lucha por el agua, la cual lograron tener después de haberse movilizado la población.

La escasez de agua es una constante en la cuenca, se raciona para el consumo humano en la generalidad de las poblaciones, en algunos casos es semanal como en Cahuacán y San José el Vidrio, en otros lugares es cada tres días y en los lugares donde se distribuye todos los días se hace sólo durante algunas horas.

En diversos lugares la escasez del agua se ha transformado en una actitud de cuidado del agua, como ocurre en Cañadas de Cisneros y Santiago Cuautlalpan y San José del Vidrio. En éste último lugar el pozo es manejado por Operagua, viene de un pozo y es distribuido con problemas para algunas zonas y el pago del agua no se ha regularizado entre la mayoría de los usuarios.

En diversos lugares es patente la necesidad de perforar un pozo más, en otros, como Santiago Cuautlalpan se procedió a perforarlo aún contraponiéndose a la veda existente.

El agua escasea en las partes bajas, por temporadas, se compra poca agua en pipas. Hubo problemas de abastecimiento con los fraccionamientos grandes, hace 9 o 10 años.

En la construcción de los conjuntos habitacionales que rodean a la empresa Axotlán los habitantes de la región plantea que se perforaron 48 pozos para dotar de agua a la zona habitacional.

En el fraccionamiento Los Virreyes ya tienen autorización para construir y disponen de 2 pozos, las empresas que usan agua como materia prima disponen en abundancia del líquido y el agua escasea.

Un caso alusivo es Capula, donde hace 5 años el pozo daba 40 litros por segundo y ahora sólo se extrae de 18 a 20 litros por segundo. Por su parte, en Axotlán el agua estaba a flor de tierra y ahora hay que excavar a 1 a 1.5 m para encontrarla.

3.2.8. Drenaje de aguas residuales

Sólo una parte de las viviendas de los poblados disponen de fosas sépticas, una parte considerable descarga sus aguas a drenajes improvisados que finalmente llegan a los cuerpos de agua de la región.

En Puente de Juárez, en Santa María Cahuacán, está el punto donde se encuentran los drenajes que conducen el agua negra de este lugar, San Francisco Magú, Cañada de Cisneros hasta llegar a la presa La Concepción. A partir de aquí se distribuye el agua para el riego y va recibiendo las descargas de los pueblos ubicados a su paso aguas abajo.

Los pueblos altos (Cañadas de Cisneros, Santiago Cuautlalpan, San Mateo Xóloc, etc.) formalmente carecen de drenaje. Sin embargo, se introdujeron en tiempos pasados redes de tubería con la condición de no usarse hasta disponer de infraestructura para descargar el agua negra.

Esta condicionante no ha tenido cumplimiento, aún no hay infraestructura pero por la tubería se conduce el agua negra que y descarga en el río Chiquito.

En Santiago Cuautlalpan en dos calles hay tubería para cuando haya drenaje, muchos tienen fosa séptica pero los demás descargan el agua negra en la barranca. Así también, hay granjas porcinas cuyo drenaje descarga en el río o en el canal de riego.

Igualmente, en Santa Cruz algunas calles tienen tubería construidas para ser usada en el futuro, pero ya se usan presuntamente para agua jabonosa. También hay población que no tiene fosa séptica ni descarga sus aguas negras a la tubería ni a los cuerpos de agua, por lo que defeca al aire libre.

En San Mateo Xóloc hay 4 calles con tubería que descarga en las zanjas y en total son 300 descargas al canal. Hay casos de familias que dejan de usar la fosa séptica para descargar en los canales, zanjas y barrancas y de ahí se conduce el agua al río y aún en esas condiciones persisten también casos de personas que usa esa agua para lavar.

En casos como Santa María Cahuacán, hay calles que no se pavimentan porque esperan introducir tubería de drenaje para descargar en Puente de Juárez. Y la descarga en caños en muchos casos tiene un trasfondo de pobreza, porque las familias evitan gastar en el desazolve de las fosas sépticas y consecuentemente recurren a la opción de descargar en las zanjas.

Es común que en la trayectoria de los canales de riego la población asentada los invada con sus viviendas y una parte de ellas descarguen además sus aguas negras en el lugar (Figura 18).



Figura 18. Lugar donde los límites de la propiedad llegan hasta el canal.

Hay lugares donde pocos utilizan el riego, por lo que hay tramos que ya han sido entubados. De esta manera el arroyo de El Lanzarote se ha convertido en un drenaje público. Ocurre lo propio con la Zanja Real que parte de la presa La Concepción hasta el actual Museo Nacional del Virreinato.

Entre la población de las localidades hay inconformidad por las descargas de los drenajes de unidades habitacionales como Las Cofradías I y II, el Claustro de San Miguel, las Bodegas de Odonel, del municipio de Cuautitlán Izcalli.

Actualmente está en estudio dirigir las descargas hacia el colector general que concluirá el ramal principal en 2009 y sólo faltarán los ramales secundarios. A mediano plazo se espera poder conectarlo con el emisor poniente de la Ciudad de México.

Los vecinos de Rosario, Huilango y Santa María Tianguistenco, plantean que ese colector se construyó en la margen izquierda en vez de la margen derecha y que tienen los niveles invertidos, lo cual impedirá su uso, además temen que por sus dimensiones sea insuficiente porque coleccionará también las aguas pluviales y constituirá una amenaza para el bordo del río.

3.2.9. Contaminación del agua

El uso de los ríos, canales y zanjas como puntos de descarga de aguas negras y de concentración de desechos sólidos, acarreados desde distancias largas, ha contaminado el agua que procede de manantiales y de la acumulación de la precipitación pluvial (Figura 19). Es una contaminación progresiva y que afecta a todos los pueblos, más aún a los ubicados en la parte baja de la cuenca. Así, entre los vecinos consideran que el área entre El Rosario y Axotlán es la parte más contaminada.



Figura 19. Concentración de diversos tipos de basura en los canales.

Hay contaminación generada por las industrias, algunas como Enda, una fábrica textil, fue demandada y clausurada, pero ha reabierto en 3 días. En otros lugares se ha logrado retirar a industrias altamente contaminantes.

La contaminación generada por las descargas de Cuautitlán Izcalli, Teoloyucan y Tepetzotlán y por algunas industrias afecta los cultivos, un caso es la alfalfa de las localidades de Cuautitlán Izcalli, según los testimonios de los ejidatarios, antes cosechaban durante 5 años y ahora se ha reducido a solo 2.

En Tepetzotlán se ha dejado de sembrar hortalizas por la contaminación del agua que procede de La Presa La Concepción. Los ríos Chiquito y Tepozán se han constituido en el principal drenaje de los desechos industriales (Figura 20). En las cercanías de la cuenca se ha clausurado una fundidora establecida en un ejido y próxima a una escuela. Aunque hay una dobladora que no se ha podido quitar.



Figura 20. Drenaje y basura en zonas urbanas.

Petrosolventes es una empresa que por el olor de los químicos que despiden, y que se mantuvo durante años, fue sacada con la participación de la gente, eso ocurrió hace 10 años. El limpiador Fabuloso, también fue sacado hace 6 o 7 años.

En San Francisco Magú hay poca industria, la hay de ropa y otras pocas pero no se autoriza la instalación de empresas contaminantes.

Hay en la cuenca piscicultura en diversos criaderos que usan agua con diversos grados de contaminación, en algunos es muy alta. Se considera entre los habitantes de los pueblos que los piscicultores de trucha ubicados en Cahuacán contaminan el agua al no cumplir debidamente la normatividad para filtrarla al ser devuelta a las corrientes superficiales.

Solamente en algunos arroyuelos, los ubicados hacia el norte de la cuenca, donde la concentración de la población es menor, aún se acostumbra lavar la ropa a pesar de que el

agua ya arrastra las descargas de drenaje de varios poblados. Esta práctica también se hace en las orillas del canal Cuamatla.

Cuadro 27. Grado de problemática relacionada con el agua en las comunidades.

Localidad	Problemas de drenaje y basura	Contaminación del agua	Escasez de agua
La Concepción	Intermedio	Sin datos	Sin datos
Barrio de la Luz	Intermedio	Sin datos	Sin datos
Tepotzotlán	Sin datos	Intermedio	Sin datos
Las Ánimas	Intermedio	Sin datos	Sin datos
Huilango	Sin datos	Mayor	Sin datos
Cañada de Cisneros	Intermedio	Sin datos	Menor
Santa Cruz	Mayor	Sin datos	Poco
Capula	Intermedio	Sin datos	Menor
Axotlán	Intermedio	Intermedio	Sin datos
Santa María Magdalena Cahuacán	Intermedio	Mayor	Sin datos
San José el Vidrio	Sin datos	Intermedio	Mayor
Sta. Ma. Tianguistenco	Intermedio	Intermedio	Poco
El Rosario (ejido Sta. Ma. Tianguistenco)	Mayor	Intermedio	Sin datos
San Mateo Xóloc	Intermedio	Intermedio	Menor
San Francisco Magú	Intermedio	Intermedio	Mayor
Santiago Cuautlalpan	Mayor	Intermedio	Menor

Fuente; Directa

En algunos lugares tampoco es posible que el ganado beba agua por su alto grado de contaminación que se evidencia a simple vista.

En San Mateo Xóloc, la parte alta de Santa Cruz, en el barrio de La Luz se descarga los drenajes y se arrojan cadáveres de animales, colchones, camas, hule.

En el municipio de Nicolás Romero carece de un rastro, y su necesidad la satisfacen dos rastros clandestinos que operan con precariedad y deficiencias sanitarias con lo que se suma a los problemas de contaminación del agua.

En la cuenca se plantea que está proyectada la construcción de 4 plantas de bombeo y 3 tratadoras de agua para la solución de estos problemas que afectan directamente a la salud humana y al medio ambiente.

Entre los vecinos de los pueblos su actitud ante la contaminación es diversa, a una parte de la gente le preocupa, otra aparentemente la ignora. En lo general, la población protesta poco, existe el conocimiento del agua contaminada con los drenajes, de los desechos sólidos, pero aún no se traduce en una protesta organizada ni en un malestar que se perciba como un problema que requiera solución inmediata.

De acuerdo a los testimonios de los habitantes de la cuenca, consideran diferencias de grado en los problemas de drenaje, basura y contaminación del agua, así como en la escasez de la misma. Las localidades ubicadas en los municipios de Cuautitlán Izcalli y de Tepetzotlán tienden a concentrar más problemas de los enunciados y también en grados mayores. Sin embargo, los grados más altos en la incidencia de estos problemas se encuentran distribuidos en localidades ubicados en todo el espacio geográfico de la cuenca.

3.2.10. Veinte años atrás

La pérdida o deterioro de los recursos naturales son un fenómeno vigente en la cuenca que en las últimas décadas se ha intensificado y en un período de los últimos 20 años se ha establecido un contraste entre el uso doméstico y recreativo que se le daba al agua de presas, ríos, canales y zanjas y la situación actual en la que la contaminación de esos cuerpos de agua ha crecido tanto hasta impedir darle cualquier aprovechamiento del que solían darle los habitantes de toda la cuenca de la presa La Concepción.

Sólo los jóvenes menores a 20 años de edad desconocieron el tiempo en que era normal nadar en el Río Chiquito, hoy caso destacado de la contaminación del agua y menos aún presenciaron que era común que se bebiera del agua de las zanjas que traen agua del arroyo El Lanzarote, las cuales hoy alarman a las comunidades de Cuautitlán Izcalli por la gran carga de drenaje que contienen.

Es la población adulta la que ha vivido propiamente dos etapas en la vida de la región y en particular de la cuenca, es la población que en poco tiempo ha visto la extinción de peces multicolores tras la invasión de agua pléutica de desechos humanos e industriales.

Conjuntamente con el agua, los bosques y la fauna silvestre han disminuido de algunas partes de la cuenca y desaparecido en otras. Los mamíferos grandes, por ejemplo, fueron muertos o expulsados hace ya tiempo, es el caso del venado que aún en 1930 habitaba en las partes boscosas de Santa María Cahuacán.

El año de 1970 aproximadamente, es el parteaguas de dos momentos de lo que ha representado el agua. En Santa Cruz se afirma que en ese año aún era posible beber el agua de la presa La Concepción, que hoy concentra las descargas de los drenajes procedentes de los pueblos altos.

En la parte baja de la cuenca también se identifica ese año como referencia de cuando el agua tenía pureza. Se recuerda que en ese entonces las zanjas que atraviesan el casco urbano de San José Huilango llevaban agua limpia, tanto que podía beberse.

En 1976 se bebía el agua que se trasminaba entre las rocas en Cañada de Cisneros y aún en 1990 el agua de los arroyos, entre los que figuraba El Lanzarote, también era posible beberla, según lo plantean en San José el Vidrio y en Cañada de Cisneros.

Era costumbre lavar la ropa en las zanjas de los pueblos de Cuautitlán Izcalli y hasta lavaban trastos de cocina en el canal en 1970 y de los últimos que dejaron de hacerlo fue hacia el año de 1986.

También en 1970 se recuerda que se nadaba en el agua de la presa La Concepción y hasta 1985 fue posible nadar en las aguas de los ríos Hondo y Chiquito – “ahí era nuestro Acapulco”, dice la gente de Santa María Tianguistenco-- y en los arroyos de San José el Vidrio dejaron de nadar hasta 1990. El río Cuautitlán, que alcanzó fama por su belleza paisajística, era posible bañarse en sus aguas aún hace más de 10 años.

En 1982 todavía se observaban peces de colores en las aguas de la presa La Concepción, la cual además tenía pescado blanco, godéidos y pecílidos. También había peces en la laguna El Rosario.

En este contexto de contrastes entre el aprovechamiento del aguas para usos domésticos de la población y la imposibilidad de continuar haciéndolo por las descargas de drenajes, basura y desechos industriales, entre 1970 y 1990 se registran las últimas referencias de dicho uso doméstico.

Así, el aprovechamiento que en ese sentido le dieron al agua las poblaciones de la cuenca tiene su fecha terminal en 1970 para el canal de riego, en 1982 para la presa La Concepción, en 1986 para los ríos Hondo y Chiquito en los que había ranas, crustáceos y peces, en 1986 para las zanjas y en 1990 para los arroyos.

El agua que daba vida a los molinos de trigo de Tepotzotlán aún hace 30 años llegaba diario, ahora solamente son dos semanas, lo que indica la disminución alarmante del líquido, además de que ahora trae las descargas de drenaje.

Hoy el agua no puede usarse para el ganado y ni siquiera se puede tocar por los daños que causa a la salud humana (Figura 21).



Figura 21. Contaminación de los cuerpos de agua con aguas residuales y desechos sólidos.

4. OBJETIVOS

Por medio de la aplicación del Taller ZOPP al Grupo Promotor de la Comisión de Cuenca Presa La Concepción se obtuvieron las LINEAS ESTRATÉGICAS DE ACCIÓN para contrarrestar el PROBLEMA CENTRAL DE LA CUENCA que es LA CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA Y ESCASEZ DE AGUA.

Las líneas estratégicas de acción se determinaron para el corto, mediano y largo plazo, y son producto de un proceso de reflexión y análisis que permitió definir las acciones prioritarias para las distintas áreas temáticas como parte de un esfuerzo interinstitucional que será necesario para lograr el OBJETIVO CENTRAL que es el CONTAR CON UN MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA.

4.1. Objetivos específicos

Para lograr el objetivo central del proyecto, se considera necesario el logro de los siguientes objetivos específicos:

1. *Lograr una gestión integrada del agua.*
2. *Contar con un desarrollo económico sustentable de la cuenca.*
3. *Tener un marco jurídico de la cuenca.*
4. *Llegar a conservar el medio ambiente.*
5. *Promover la participación social*
6. *Contar con una infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca.*

4.2. Líneas estratégicas

OBJETIVO 1. LOGRAR UNA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA

AGUA RESIDUAL

Línea Estratégica 1. Promover la creación de infraestructura para la separación y conducción del agua pluvial y tratamiento del agua residual

Líneas de acción

1. *Proyectos de aguas residuales y reglamentación.*
2. *Proyectos de tratamiento de aguas residuales.*

AGUA POTABLE

Línea Estratégica 2. Recarga de los acuíferos

Línea de acción

1. Realizar campañas sustentables de reforestación y su cuidado posterior.

Línea Estratégica 3. Conservación de los manantiales

Líneas de acción

1. Inventariar los manantiales existentes a lo largo de la cuenca.
2. Regularizar los manantiales que se emplean para el suministro de los pueblos para el uso doméstico.

Línea Estratégica 4. Suministro de agua potable a comunidades

Líneas de acción

1. Dotación de los servicios de agua potable con calidad y eficiencia (cobro del costo real y sistema de incentivos para quienes preserven y conserven las áreas de captación).
2. Identificar aprovechamientos clandestinos (de aguas superficiales y subterráneas).
3. Realizar el balance hídrico de la cuenca.
4. Instrumentación de la cuenca.
5. Identificar las áreas donde hay mayor sobreexplotación del recurso agua procurando el equilibrio del acuífero.

SANEAMIENTO DE CUERPOS DE AGUA

Línea Estratégica 5. Saneamiento de barrancas

Líneas de acción

1. Identificar las barrancas y cuantificar los volúmenes de desechos sólidos.
2. Identificar los cuerpos de agua y cuantificar los volúmenes de desechos sólidos.
3. Limpieza de barrancas y cuerpos de agua de la cuenca.
4. Desazolve de cuerpos de agua.

DELIMITACION DE LA ZONA FEDERAL

Línea Estratégica 6. Delimitación de zona federal en zonas relacionadas con el agua

Líneas de acción

1. Delimitación de la Zona Federal en los ríos de la cuenca.
2. Delimitación de la Zona Federal en los cuerpos de agua de la cuenca.
3. Delimitación de la zona federal en las barrancas de la cuenca.
4. Delimitación de la zona federal en los canales de riego de la cuenca.

AGUAS DE RIEGO

Línea Estratégica 7. Mejora de la infraestructura de riego y eficiencia en la aplicación con tecnificación

Líneas de acción

1. Identificar las fuentes de abastecimiento de los canales de riego.
2. Contar con el diagnóstico del estado que guardan los canales de riego.
3. Depuración y actualización de padrón de usuarios de los canales de riego.
4. Determinación del uso actual del agua de los canales de riego.
5. Destino final de las aguas de riego.
6. Tecnificación de las áreas de riego para uso eficiente del agua.

OBJETIVO 2. CONTAR CON UN DESARROLLO ECONÓMICO SUSTENTABLE DE LA CUENCA

Línea Estratégica 1. Mayor rentabilidad de la tierra

Líneas de acción

1. Implementación de paquetes tecnológicos.
2. Comercialización de la producción.

Línea Estratégica 2. Aprovechamiento de residuos

Línea de acción

1. Impartición de cursos-taller sobre ecotécnicas: lombricultura, composta, fertilizantes orgánicos e insecticidas orgánicos, entre otras.

Línea Estratégica 3. Uso de energías alternativas

Línea de acción

1. Implementación de energías alternativas: Solar, Eólica, Hídrica y Biodigestores.

Línea Estratégica 4. Reactivar las actividades productivas

Líneas de acción

1. Reactivar las actividades agropecuarias y forestales.
2. Reactivación de la Apicultura y Acuicultura.

Línea Estratégica 5. Incentivar la producción de alimentos orgánicos

Líneas de acción

1. Impulsar el potencial comercial y nutricional de la producción de alimentos orgánicos.
2. Impulsar la avicultura.

Línea Estratégica 6. Generar ecoturismo

Líneas de acción

1. Planificación y manejo del recurso.
2. Planificación física para el desarrollo turístico.
3. Diseño del programa de ecoturismo.
4. Manejo administrativo y financiero.

Línea Estratégica 7. Generación de cadenas productivas

Línea de acción

1. Consolidar y generar cadenas productivas.

OBJETIVO 3. TENER UN MARCO JURÍDICO DE LA CUENCA

Línea Estratégica 1. Análisis y estudio de las Leyes Municipales y otras autoridades Estatales y Federales

Líneas de acción

1. Conocer y analizar el marco jurídico en materia ambiental aplicable a la cuenca.
2. Detectar deficiencias e insuficiencias en la legislación para elaborar anteproyectos de reforma.
3. Crear grupo de especialistas que difundan la legislación ambiental.
4. Promover su publicación.

Línea Estratégica 2. Creación del reglamento de la Comisión de Cuenca Presa La Concepción

Líneas de acción

1. Determinar el marco de actuación.
2. Elaborar el proyecto de la Comisión y de los Comités de Usuarios y Sectores.
3. Aprobación e instrumentación de las reglas.

Línea Estratégica 3. Detección de asentamientos y descargas irregulares

Línea de acción

1. Localización y eliminación de descargas a través de barridos catastrales, Consejos de vigilancia ciudadana, Brigadas de localización y eliminación de descargas.

Línea Estratégica 4. Promover la denuncia de infracciones a las Leyes Ambientales ante autoridades competentes

Línea de acción

1. Utilizar los medios de difusión (Impresa, Radio, Perifoneo y TV) para denuncia de infracciones.

Línea Estratégica 5. Correcta aplicación de la sanción

Línea de acción

1. Difusión de las sanciones en materia ambiental (montos, acciones de remediación, reparación del daño, etc.).

Línea Estratégica 6. Jornada de vigilancia permanente

Línea de acción

1. Programa de Verificación Oficial y también de la Ciudadanía.

OBJETIVO 4. LLEGAR A CONSERVAR EL MEDIO AMBIENTE

SUELO

Línea Estratégica 1. Plan de Manejo de la Cuenca

Línea de acción

1. Caracterización de la zona: Diagnóstico, Propuestas de Ordenamiento de uso de suelo y Gestión (aplicación).

Línea Estratégica 2. Programa de Manejo Forestal

Línea de acción

1. Restauración forestal.
2. Reforestación.
3. Protección contra incendios forestales.
4. Sanidad forestal.

Línea Estratégica 3. Reforestar

Línea de acción

1. Programa anual de reforestación con especies nativas por medio de campañas de plantación y cuidado de árboles centenarios.

Línea Estratégica 4. Plan de contingencia ante siniestros (forestales, incendios, sequías)

Línea de acción

1. Plan de contingencia que incluya diagnóstico, capacitación, brigadas, equipamiento, etc.

Línea Estratégica 5. Proyecto de establecimiento de técnicas de recuperación y conservación de suelo

Línea de acción

1. Proyecto de establecimiento de prácticas y obras conservacionistas de agua y suelo.

Línea Estratégica 6. Composteo para abonos

Línea de acción

1. Elaboración de compostas (comunitarias, individuales y escolares).

RESIDUOS SÓLIDOS

Línea Estratégica 7. Programa integral de manejo de residuos sólidos

Línea de acción

1. Programa integral de manejo de residuos sólidos.
2. Creación y aplicación de una ley de obligación de la separación de residuos sólidos.

Línea Estratégica 8. Limpiar la cuenca

Líneas de acción

1. Delimitación de áreas y cuantificación de desechos sólidos.
2. Proyecto de participación, requerimientos y formas de atención.
3. Brigadas de limpieza de infraestructura hidroagrícola y cuerpos de agua.
4. Programa de mantenimiento preventivo.

Línea Estratégica 9. Centros comunitarios para acopio de residuos

Líneas de acción

1. Establecimiento de centros de acopio de residuos.

Línea Estratégica 10. Control de residuos peligrosos

Líneas de acción

1. Programa de inventario y Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

EDUCACIÓN AMBIENTAL

Línea Estratégica 11. Difusión permanente de cultura ambiental

Líneas de acción

1. Programa permanente de difusión de cultura ambiental (cursos, talleres, medios de difusión, concursos, etc.).

Línea Estratégica 12. Promover la creación de una instancia responsable de la cultura ambiental dentro de la Comisión de Cuenca.

Líneas de acción

1. Instancia de la Comisión de Cuenca en Pro de la Cultura Ambiental.

Línea Estratégica 13. Talleres obligatorios de educación ambiental a nivel educativo

Líneas de acción

1. Programa de Talleres de Educación Ambiental desde nivel preescolar hasta universitario.

Línea Estratégica 14. Promover eventos ecológicos.

Líneas de acción

1. Programa anual permanente de eventos ecológicos.

Línea Estratégica 15. Identificar (o promover la creación de) grupos de equidad de género y ambientales

Líneas de acción

1. Proyecto de identificación y creación de grupos ambientalistas.

Línea Estratégica 16. Fomentar y recuperar parcelas escolares y de la mujer

Líneas de acción

1. Identificar las parcelas potenciales de ser utilizadas.
2. Crear áreas verdes en los fraccionamientos.

Línea Estratégica 17. Promover ecotecnias

Líneas de acción

1. Proyecto de promoción de ecotecnias en la cuenca.

EQUILIBRIO ECOLÓGICO

Línea Estratégica 18. Manejo de flora

Líneas de acción

1. Plan de manejo y conservación (Inventario (incluir en peligro de extinción), Diagnóstico).
2. Proyectos productivos sostenibles y planes de negocio para el manejo de flora.
3. Creación y/o fortalecimientos de viveros

Línea Estratégica 19. Manejo de fauna

Líneas de acción

1. Plan de manejo y conservación (Inventario (incluir en peligro de extinción), Diagnóstico).
2. Proyectos productivos sostenibles y planes de negocio para el manejo de fauna.
3. Creación de una UMA.

Línea Estratégica 20. Protección y conservación de cuerpos de agua (jagüeyes)

Líneas de acción

1. Programa de rescate de jagüeyes.
2. Proyecto de construcción de jagüeyes.
3. Programas de brigadas de limpieza.

DE ORGANIZACIÓN Y TRANSVERSALIDAD

Línea Estratégica 21. Involucrar Gobiernos Federales, Estatal, Municipal, Autoridades auxiliares, Instituciones Educativas, Consejos de participación ONG's.

Líneas de acción

1. Programa de integración de instituciones de todos los niveles de gobierno y ONG's.

OBJETIVO 5. PROMOVER LA PARTICIPACIÓN SOCIAL

Línea Estratégica 1. Identificación permanente de la problemática de la cuenca y de sus localidades, estableciendo propuestas de atención y solución a la misma

Línea de acción

1. Recopilación de información documental.

Línea Estratégica 2. Adecuación de la información recopilada para difundirla entre la población general de la cuenca

Línea de acción

1. Creación de información y difusión en diferentes medios de difusión (escritos y expresivos).

Línea Estratégica 3. Difundir los derechos de la comunidad relativos al cambio del uso del suelo

Líneas de acción

1. Programa de difusión de impactos negativos de cambio de uso del suelo.

Línea Estratégica 4. Identificar y difundir los antecedentes históricos de las tradiciones de los pueblos

Líneas de acción

1. Proyecto de identificación y difusión de tradiciones.

Línea Estratégica 5. Establecer museos regionales (comunitarios) permanentes o temporales con objetos y documentos relativos al pasado histórico de la localidad

Líneas de acción

1. Establecimiento de museos regionales de historia de la región.

Línea Estratégica 6. Impulsar la enseñanza y estudio del idioma otomí (hñahñú) y náhuatl

Línea de acción

1. Realizar cursos de enseñanza de los idiomas otomí y náhuatl.

Línea Estratégica 7. Impulsar la gestión de actividades conservacionistas del medio ambiente a través de la aportación de trabajo comunitario (faenas)

Línea de acción

1. Impulsar programas de trabajos comunitarios (faenas).

Línea Estratégica 8. Identificar y promover el uso de huertos familiares y de técnicas diversas para el aprovechamiento del agua y de los residuos orgánicos entre los habitantes

Líneas de acción

1. Establecimiento de huertos familiares y proyectos de reúso del agua.

OBJETIVO 6. CONTAR CON UNA INFRAESTRUCTURA SUFICIENTE Y EFICIENTE EN LA CUENCA

Línea Estratégica 1. Inventariar y caracterizar las descargas de aguas residuales de la cuenca para identificar el grado de contaminación.

Líneas de acción

1. Inventario de descargas.
2. Caracterización de las descargas.

Línea Estratégica 2. Revisar el estado actual de la recolección de basura e identificación de estrategias para su manejo.

Líneas de acción

1. Realizar un estudio ambiental de los rellenos sanitarios de la cuenca.

Línea Estratégica 3. Construir infraestructura para la recarga de los mantos acuíferos.

Líneas de acción

1. Estudio de factibilidad de construcción de bordos, presas, pozos de absorción, etc.
2. Determinación de Obras a desarrollar.
3. Negociación con propietarios.
4. Construcción de infraestructura para recarga de agua.

Línea Estratégica 4. Construir infraestructura para disminuir y evitar las inundaciones en partes bajas de la cuenca.

Líneas de acción

1. Identificación de zonas de riesgo por inundación.
2. Proyecto de infraestructura y su construcción.

4.3. La cuenca de la Presa La Concepción en el contexto del Programa Hídrico Regional Visión 2030

Es necesario que las políticas hídricas y ambientales de la Cuenca se encuentren dentro del marco nacional de manejo del recurso hídrico, así como también deben ser congruentes con las condiciones de sustentabilidad que promueve el Programa Hídrico Regional.

Para el caso específico de la Cuenca de la Presa La Concepción, los objetivos presentan una estrecha relación con los objetivos regionales y nacionales, aunque su enfoque es primordialmente dirigido a una participación coordinada de los actores y a un manejo sustentable y productivo que mejore y repare las condiciones de los recursos naturales e hídricos de la cuenca (Figura 22).

		Objetivos del OCAVM Región XIII							
		Incrementar la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.	Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías.	Impulsar la gestión integrada del recurso hídrico y las cuencas.	Incrementar el aprovechamiento y uso eficiente del agua en la producción agrícola.	Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del buen uso.	Fortalecer el sistema económico y financiero del sector hídrico.	Fortalecer el marco institucional del sector hídrico.	
Objetivos de la Cuenca Presa La Concepción	1. Lograr una gestión integrada del agua	Relación directa	Relación indirecta	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	
	2. Contar con un desarrollo económico sustentable de la cuenca	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	
	3. Tener un marco jurídico de la cuenca	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	
	4. Llegar a conservar el medio ambiente	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	
	5. Promover la participación social	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	
	6. Contar con una infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa	

Relación directa
 Relación indirecta

Figura 22. Interrelación de los objetivos regionales con los objetivos de la cuenca.

Los objetivos 3 y 5 exaltan la necesaria coordinación institucional y la importancia de esquemas de organización efectivos; representan las capacidades necesarias para recuperar los recursos naturales de la cuenca, con esquemas viables de acuerdo con el perfil de los actores involucrados.

La integración de una cartera de proyectos permite el cálculo de los recursos económicos, el tiempo y la interacción entre las distintas acciones y personajes responsables de los proyectos; se calcula la necesidad de una inversión **de 1,102.61 Millones de Pesos para el período 2010 – 2030.**

Entre sus principales conclusiones, se determinó que son seis los objetivos generales de la planeación, mismos que persiguen, por una parte gestionar las condiciones y los recursos para realizar acciones, proyectos y programas y por otra parte, desarrollar las condiciones, estudios y proyectos requeridos para construir las obras necesarias para el manejo de la cuenca, suministro de agua, alcantarillado, saneamiento y protección de centros de población.

Es necesario reconocer que el mayor reto del Plan Hídrico de Gran Visión no se encuentra específicamente en la magnitud de las inversiones propuestas para realizar las grandes obras, que en sí no aseguran la sustentabilidad; sino en la capacidad de organización y actuación efectiva de: la sociedad, los usuarios, las instituciones y el gobierno, para evitar el progresivo desequilibrio hídrico –ambiental y ordenar geográficamente la evolución de los asentamientos humanos y la concentración de las demandas de agua. Al conjunto de acciones necesarias para lograr esta capacidad, se les llamará en lo sucesivo acciones básicas y los proyectos estructurales se visualizarán como un efecto de dichas acciones, ya que de hecho, la evaluación de otros Programas, demostró que las grandes obras no fueron posibles por dificultades asociadas con las acciones básicas.

La disyuntiva entre proceder hacia un escenario sustentable o no se traduce en dos opciones: a) mayor inversión o b) escasez general del agua. En cuanto a la transversalidad en la ejecución de las acciones propuestas en el Plan Hídrico existe una clara pero necesaria interacción entre las secretarías, gobiernos y grupos de usuarios.

Se identifica una falta de coordinación, compromiso y sinergia entre los distintos gobiernos, en todos sus niveles; la participación social se identifica como la segunda prioridad; mientras que la medición y verificación del uso del agua, es la tercera; el ordenamiento en nuevos asentamientos urbanos y la cultura del agua, constituyen la cuarta prioridad. Las acciones previamente mencionadas se identifican como más importantes, con respecto a la necesidad de acciones estructurales como son obras de saneamiento, recarga artificial y obras de abastecimiento.

Es necesario enfatizar que los resultados no serán inmediatos en cuanto a grandes mejoras en la globalidad de la cuenca, ya que actualmente se carece de capacidades financieras, así como de transversalidad y valoración del agua y también es necesario contar con un expediente completo de estudios y proyectos. Estas carencias impactan directamente en el período requerido para la concreción de las obras estratégicas para el desarrollo sustentable. Por otro lado, las experiencias que se han tenido en otras cuencas han indicado que se requieren de varios años continuos ejecutando acciones para que se tengan resultados tangibles y medibles, por tanto, es necesaria la continuidad para tener la posibilidad de ir aminorando los problemas y no vaya a suceder lo contrario y que los problemas superen las acciones que se realicen por lo que no se tendrán resultados satisfactorios finalizando en un desanimo para continuar con el saneamiento de la cuenca.

5. LA COMISIÓN DE CUENCA Y LA GESTIÓN INTEGRADA

La Comisión de Cuenca se identifica actualmente como **la única entidad propuesta para la coordinación, seguimiento, actualización y evaluación de las estrategias para el manejo hídrico sustentable en la cuenca.**

De este modo, cualquier expectativa de ejecución del Programa Hídrico, se encuentra condicionada a un funcionamiento total y pleno de ésta comisión.

Todas las propuestas del Plan Hídrico, consideran la injerencia y participación de la Comisión de Cuenca, de modo que no tiene sentido esperar logros significativos hacia el interior de la cuenca mientras dicha Comisión no opere y se encuentre realmente facultada para el desempeño de una supervisión y coordinación de las acciones y proyectos. Esto implica por ejemplo, contar con un grupo de profesionistas de tiempo completo, principalmente durante los primeros años; es necesario reconocer y aceptar que el porvenir de miles de habitantes de la cuenca, difícilmente podría ser concebido y supervisado por menos especialistas. Esto no incluye la participación de personal específico de distintas dependencias. La carga de trabajo podría reducirse en caso de una coordinación interinstitucional con instituciones educativas u otras dependencias, siempre y cuando éstas destinen en forma continua y consistente el capital intelectual y humano requerido.

Ante la situación actual, resulta necesario trabajar directamente sobre la creación y su posterior consolidación de la Comisión de Cuenca y fomentar esquemas de ejercicio de recursos más específicos hacia el interior de la cuenca (desde los órdenes de gobierno Federal y Estatal, principalmente) a manera de reorientación de subsidios hacia el interior del Valle de México y adicionalmente es necesario que el marco técnico y jurídico se consoliden para asegurar condiciones de ordenamiento en el uso del suelo y agua. Asimismo, todo esto constituye la base para interactuar a futuro con más de quinientos mil habitantes, mismos que deben contar con un nivel apropiado de organización y compromiso para que la sustentabilidad sea viable.

Es común la expectativa de resultados **inmediatos y visibles para la sociedad**, en torno a este tipo de proyectos; vale la pena mencionar que actualmente la cuenca de la Presa La Concepción en el ámbito de planeación, se encuentra en un proceso de incipiente gestión, lo que significa un proceso de maduración para desarrollar la capacidad necesaria para ofrecer resultados del orden de lo requerido; misma que no podrá alcanzar sola, sino con el compromiso de las instituciones, del gobierno y de la sociedad.

La construcción de proyectos y la ejecución de programas y acciones, requieren de un financiamiento que puede tener distintos orígenes; sin embargo los recursos federales actualmente se condicionan a la sujeción de acceso a los programas federalizados, principalmente PRODDER; sin embargo, es igualmente necesaria una mejora en la eficiencia global de los organismos operadores, sus eficiencias física y comercial, así como el manejo de tarifas representativas; variables que en conjunto permitirían frenar el deterioro de la infraestructura, conservarlo, operarlo en condiciones óptimas, modernizarlo y ampliarlo en condiciones sustentables.

La ejecución coordinada de los proyectos depende en parte de la oportuna y suficiente disposición de recursos económicos y financieros.

Entre las principales fuentes de financiamiento, se encuentran:

El Gobierno Estatal,
El Gobierno Federal,
Los Gobiernos Municipales y
La sociedad organizada.

En materia hídrica, el gobierno Federal participa a través de la Comisión Nacional del Agua, que cuenta con infraestructura hidráulica como son estaciones climatológicas y las Presas La Concepción y El Rosario. El gobierno estatal participa a través de inversión para sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento, los gobiernos municipales participan en inversiones de infraestructura, principalmente de agua potable y en lo relacionado con la red menor o secundaria de distribución, para lo cual se destina parte de su presupuesto anual y de las contribuciones de los usuarios de agua potable para éste fin.

Entre las principales causas de ineficiencia comercial de los organismos operadores y similares, se encuentra la falta de medidores y tarifas inapropiadas.

Existen controversias en cuanto al costo real del agua, así como las tarifas que se manejan para el propio costo de extracción de agua subterránea. Asimismo, resulta paradójico que una cuenca que cuenta con un escurrimiento de agua de primer uso, originaria de una reserva ecológica con manantiales que producen un volumen que duplica la demanda local, deba abastecerse de acuíferos sobreexplotados como es el de Cuautitlán – Pachuca.

Cada proyecto tiene un proceso de concepción y gestión, mientras dicho proceso no cuente con la madurez suficiente, el proyecto no puede realizarse; se trata de una madurez técnica, legal y social, que asegure su viabilidad; adicionalmente son necesarios los recursos para llevarlo a cabo; sin embargo es necesario reconocer que sin la gestión de los proyectos, la situación continuará como hasta ahora, con un deterioro constante y la presencia de conflictos más graves hacia el interior de la cuenca.

5.1. El papel de los programas de apoyo institucional

Los programas institucionales contribuyen parcialmente a facilitar el cumplimiento de los objetivos de la cuenca; sin embargo existen limitantes en la capacidad de los programas y en la capacidad de sus posibles beneficiarios para acceder a ellos. Por consiguiente es necesario que dichos programas se conozcan, difundan y aprovechen de manera adecuada.

La mayor parte de los programas de apoyo son de carácter gubernamental, principalmente a nivel federal y estatal; mas sin embargo, aun cuando algunos pueden ser bastante conocidos la realidad es que establecen candados que no permiten el acceso a sus beneficios por parte de productores individuales u organizaciones pequeñas. La tramitología larga y pesada es una de las principales situaciones que desembocan en la apatía e indiferencia entre los posibles

beneficiarios. Esto último se complica cuando los programas se convierten en instrumentos políticos de propaganda y obtención de votos. En consecuencia, se crea una situación de desconfianza que se agrava cuando no existen elementos gestores con capacidad y experiencia suficiente para la obtención de los recursos y asistencia que ofrecen.

Otra situación que debe considerarse es que los programas de apoyo gubernamental pueden llegar a convertirse en programas asistencialistas y no detonadores de actividades productivas. La falta de indicadores de eficacia y eficiencia en el otorgamiento de la ayuda, así como la evaluación final de los mismos, son situaciones que no permiten su adecuación y actualización respecto a sus objetivos y alcances, amén de que surgen y desaparecen periódicamente con cambios de gobierno federal, estatal y municipal.

Por otra parte, para la realización de actividades productivas, existe la posibilidad de apoyo financiero a nivel de banca comercial más sin embargo, éste se ve dificultado por las malas calificaciones crediticias de los beneficiarios, falta de capacitación y asesoría técnica, legal y financiera, así como la necesidad de pertenecer a un grupo organizado que los respalde. Todo lo anterior ha generado la desconfianza entre ambas partes.

Cabe mencionar que no únicamente a nivel gubernamental se presentan los posibles financiamientos para la ejecución de diversos programas con carácter sustentable. Existen organismos internacionales que ofrecen recursos para el diseño, implantación, seguimiento y evaluación de diversos planes de desarrollo a nivel local o regional. Por lo general, estos programas de apoyo son menos conocidos que los gubernamentales y es necesaria la figura de un intermediario que gestione la solicitud y manejo de los recursos. Organismos no gubernamentales han llegado a ser otra opción de apoyo mediante el otorgamiento de microcréditos generalmente destinados a productores de bajos recursos.

Conveniente es mencionar que los programas de apoyo deben contar con apoyos complementarios para su buen funcionamiento; es decir, los organismos o instituciones involucradas deben aportar conocimiento, recursos y participación directa (mano de obra) en la medida de sus posibilidades para la aplicación de los programas.

En el Cuadro 28 se describen algunos de los programas gubernamentales más conocidos a nivel federal y estatal y sus áreas de involucramiento respecto a algunos de los objetivos planteados en el Taller ZOPP anteriormente referido.

Cuadro 28. Programas institucionales gubernamentales y su relación con los objetivos de la cuenca.

PROGRAMA INSTITUCIONAL	Lograr una gestión integrada del agua	Contar con una infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca	Llegar a conservar el medio ambiente	Contar con un desarrollo económico sustentable de la cuenca
Alianza por el Campo				
Uso eficiente del agua y la energía				
Uso pleno de la infraestructura hidroagrícola				
FICART				
FIRA				
ACERCA				
FIRCO				
Recuperación de suelos				
PRODDER				
PROMAGUA				
APAZU				
PROSSAPYS (alcantarillado y saneamiento)				
PROMMA				
Programa de Inspección y Vigilancia Forestal				
Programa de Sanidad Vegetal				
Combate a incendios forestales				
PRODEFOR				
PRODEPLAN				

PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN

PROGRAMA INSTITUCIONAL	Lograr una gestión integrada del agua	Contar con una infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca	Llegar a conservar el medio ambiente	Contar con un desarrollo económico sustentable de la cuenca
PROCOREF				
PROFAS				
PSAH				

6. PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN

La integración de las propuestas de proyectos que conforman el siguiente Plan Hídrico de Gran Visión para la Cuenca Presa La Concepción, es el resultado logrado con la participación decidida de los integrantes del Grupo Promotor de la Comisión de Cuenca a través de las reuniones realizadas dentro del marco del Taller ZOPP y otras posteriores que se realizaron subsecuentemente. En ello se identificó la relación de instituciones y dependencias de los tres niveles de gobierno que pueden implicarse para participar en la ejecución de los proyectos, lo anterior respaldado con base en los objetivos que persiguen de acuerdo con sus funciones.

Fue así como se determinó que son seis los objetivos generales para la planeación, y ellos engloban desde la participación de la sociedad; tener, mejorar y aplicar el marco jurídico y, gestionar los recursos para realizar las acciones, proyectos y programas que se requieren para llegar a tener un manejo y desarrollo sustentable de la cuenca para abatir la escasez de agua.

Los objetivos son los siguientes:

1. LOGRAR UNA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA.
2. CONTAR CON UN DESARROLLO ECONÓMICO SUSTENTABLE DE LA CUENCA.
3. TENER UN MARCO JURÍDICO DE LA CUENCA.
4. LLEGAR A CONSERVA EL MEDIO AMBIENTE.
5. PROMOVER LA PARTICIPACIÓN SOCIAL.
6. CONTAR CON UNA INFRAESTRUCTURA SUFICIENTE Y EFICIENTE EN LA CUENCA.

Para cada uno de los objetivos se definieron la serie de proyectos y programas que se consideraron son los más viables y prioritarios de realizar. Fue así como se obtuvo la cartera de proyectos que incluye la estimación de recursos económicos, así como los tiempos de planeación, gestión y ejecución, previendo la interacción entre las acciones, además, que se obtuvieron los actores responsables para la realización de cada uno de los proyectos (mismos que se presentan de manera detallada en el Relatoría del Taller ZOPP que forma parte de este Informe Final).

6.1. Síntesis de estudios, proyectos y acciones por objetivo

6.1.1. *Lograr una gestión integrada del agua*

En este rubro de gestión integral del agua se han determinado 5 principales rubros que conforman la gestión integral del agua:

- a) Agua residual
- b) Agua potable
- c) Saneamiento de cuerpos de agua
- d) Delimitación de zonas federales

e) Aguas de riego.

Para lograr una gestión integrada del agua se plantean 7 líneas estratégicas (Cuadro 29):

Cuadro 29. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 1.

Rubro	Línea estratégica	Inversión (Miles de pesos)
Agua residual	Promover la creación de infraestructura para la separación y conducción del agua pluvial y residual.	63,000.00
Agua potable	Recarga de los acuíferos	70,000.00
	Conservación de los manantiales	1,800.00
	Suministro de agua potable a comunidades	202,350.00
Saneamiento de cuerpos de agua	Saneamiento de barrancas	35,400.00
Delimitación de la zona federal	Delimitación de zona federal en zonas relacionadas con agua	3,500.00
Aguas de riego	Mejora de la infraestructura de riego y eficiencia en la aplicación con tecnificación	29,500.00
Total		405,550.00

Se estima que la inversión total para este objetivo será de 405.55 MDP, en el periodo 2010–2030, concentrada mayormente en el periodo 2010-2015.

Enseguida se presenta el detalle de los proyectos o acciones que se deben realizar para cada uno de los rubros.

AGUA RESIDUAL

6.1.1.1. Promover la creación de infraestructura para la separación y conducción del agua pluvial y tratamiento del agua residual

6.1.1.1.1. Proyectos de drenaje de aguas residuales y reglamentación

En lo que se refiere a agua residual se ha determinado que es necesario promover la creación de infraestructura para la separación y conducción de aguas pluviales de las residuales en cada uno de los poblados de la cuenca. Si bien sabemos que los ríos y barrancas naturales sirven de

drenaje natural para el desalojo de agua de lluvia, también en la actualidad sirven para disponer las aguas residuales de cada uno de los poblados, por lo que se hace necesario contar con esa separación física, de tal manera que en temporada de lluvias estas fluyan naturalmente hacia ríos y barrancas y las aguas residuales sean tratadas y vertidas al mismo lugar. En un rubro separado se hablara más extensamente del tratamiento de aguas residuales.

Una de las problemáticas al momento de producirse las aguas residuales, principalmente de origen domestico, es su conducción por redes de drenaje construidas apropiadamente por lo que a continuación se enlistan las poblaciones y los porcentajes estimados de cobertura de los mismos, encontrados durante la etapa de diagnostico:

Municipio de Cuautitlán Izcalli

En las comunidades del Ejido San Lucas, La Piedad (La Herradura), Loma de los Ángeles, El Rosario, Huilango, Sta. María Tianguistenco, 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 sus aguas residuales según datos proporcionados por OPERAGUA del año 2001.

Poblado	Cobertura de drenaje (%)
Huilango	30
Santa María Tianguistenco y Ejido el Rosario	30
San Pablo de Los Gallos	0

Municipio de Tepotzotlán

En el Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Tepotzotlán se hace notar que el municipio "cuenta con una cobertura de drenaje sanitario del orden de 87.32%, sin embargo ésta presenta características diferenciadas por localidades y por colonias, ya que existen algunas comunidades que cuentan con bajo porcentaje de este servicio (menos de 23%) como son: Santiago Cuautlalpan, San Mateo Xóloc y Santa Cruz, por lo que en las demás localidades, las aguas servidas son descargadas a cielo abierto o en los diferentes canales y arroyos que atraviesan al municipio.

El servicio de drenaje sanitario en el municipio se considera deficiente desde el punto de vista que no existe drenaje pluvial y el drenaje sanitario no se tiene completo en todas las localidades, situación que es urgente resolver principalmente para evitar y continuar con la contaminación de los cuerpos de agua y los mantos acuíferos.

La actual red municipal de drenaje de aguas negras de mayor cobertura que abarca en su servicio a las industrias y a las viviendas; este solo funciona por gravedad, en su mayor parte, y las aguas son depositadas en el Río Chiquito sin ningún tipo de tratamiento, así como los escurrimientos naturales. Es una red sencilla y no abarca a todas las áreas, por lo que muchas viviendas utilizan letrinas y otros medios de descarga de aguas residuales. Existen además algunos canales pequeños que recolectan agua pluvial y residual que corren a los costados de

las viviendas y sirven también como salidas a estos desechos; desembocan por gravedad en el Río Chiquito, generando un promedio de 1,334 a 1,500 metros cúbicos diarios de aguas residuales.”

Poblado	Cobertura de drenaje (%)
Axotlán, Ejido Axotlán, El Cerrito y Cuatro Milpas	100
Tepotzotlán (Barrio de Texcacoa, Barrio San Martín y Barrio La Luz)	100
Santiago Cuautlalpan y Santiago El Alto	50
San Mateo Xoloc	15
Cañada de Cisneros	0
Santa Cruz	0

Municipio de 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 solo 13 comunidades que cuentan en su totalidad con drenaje, 34 solo 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.

Los poblados que actualmente NO cuentan con ninguna infraestructura de drenaje de aguas residuales, de origen domestico principalmente, y de los cuales se pueden desprender diferentes proyectos de inversión se presentan en el siguiente Cuadro.

Poblado	Cobertura de drenaje (%)
San José el Vidrio y Ejido San José	100
Santa María Magdalena Cahuacán y Ejido Cahuacán	100
San Francisco Magú, Ejido Magú, El Esclavo, Barrio La Luz, San José, Puerto Magú y Colonia El Mirador	0

Municipio de Villa del Carbón

La única población del municipio de Villa del Carbón que se encuentra en la cuenca es la de Tenamacoya que no cuenta con ningún tipo de red de drenaje por lo que la población descarga las aguas residuales domesticas sin ningún tratamiento ni control.

Poblado	Cobertura de drenaje (%)
Temanacoya	0

Si bien se pudo saber que existen diferentes códigos y reglamentos de construcción, aprobados en los diferentes municipios, que incluyen secciones acerca de la disposición de aguas residuales y de conducción de drenaje, la falta de supervisión y de financiamiento ha impedido que se cubra este rubro sea cubierto apropiadamente. Si a esto se le añade que en la mayoría de los organismos operadores de agua potable existentes no cuentan dentro de su mandato la cuestión de aguas residuales dejando a las autoridades municipales la responsabilidad de la construcción y mantenimiento (si existe) de las redes de drenaje.

Los únicos organismos operadores de agua potable que tiene a su cargo al mismo tiempo la construcción y mantenimiento de colectores de drenaje de aguas residuales son: a) la Dirección de Agua Potable y Saneamiento de Tepotzotlán (DAPyS) que cubre las áreas de Barrio de Texcacoa, barrio San Martín y Barrio La Luz en su totalidad, y b) OPERAGUA de Cuautitlán Izcalli con la cobertura ya mencionada en la sección anterior.

Cabe mencionar que en los años recientes se realizó la construcción de un colector general de aguas residuales principalmente alrededor de la población de Tepotzotlán, el cual vierte, junto con la descarga final de la presa La Concepción, al drenaje profundo de la Ciudad de México. No se contó con más datos de este proyecto durante los recorridos de campo.

En un estudio realizado por la Comisión nacional del Agua se identificaron seis áreas de manejo de aguas residuales. Las cuales se observan en el plano que se presenta en la Figura 23.

En el plano podemos observar que para el manejo de las aguas residuales en la cuenca del río Tepotzotlán tenemos 6 áreas principales, las cuales tienen una extensión en km de acuerdo a lo marcado con el plano y la cantidad de habitantes que generan la descarga de aguas residuales. Se considera que estos seis puntos de descarga son los lugares principales en los cuales debe llevarse a cabo un sistema de tratamiento.

Por lo anterior se identifica que se requiere realizar diversas obras de drenaje para dotar de servicio a las comunidades faltantes, así como la construcción de emisores y colectores, lo que se estima tendría un costo aproximado de 28.5 MDP.

Y en lo que se refiere a las poblaciones que cuentan con casas alejadas de la comunidad o que están muy dispersas, se estima que se requieren alrededor de 600 letrinas, por tanto el proyecto ascendería a un costo de 3.5 MDP.

La responsable de estas acciones sería la CAEM en coordinación con la CONAGUA, en un tiempo de ejecución aproximado de dos años.

PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN

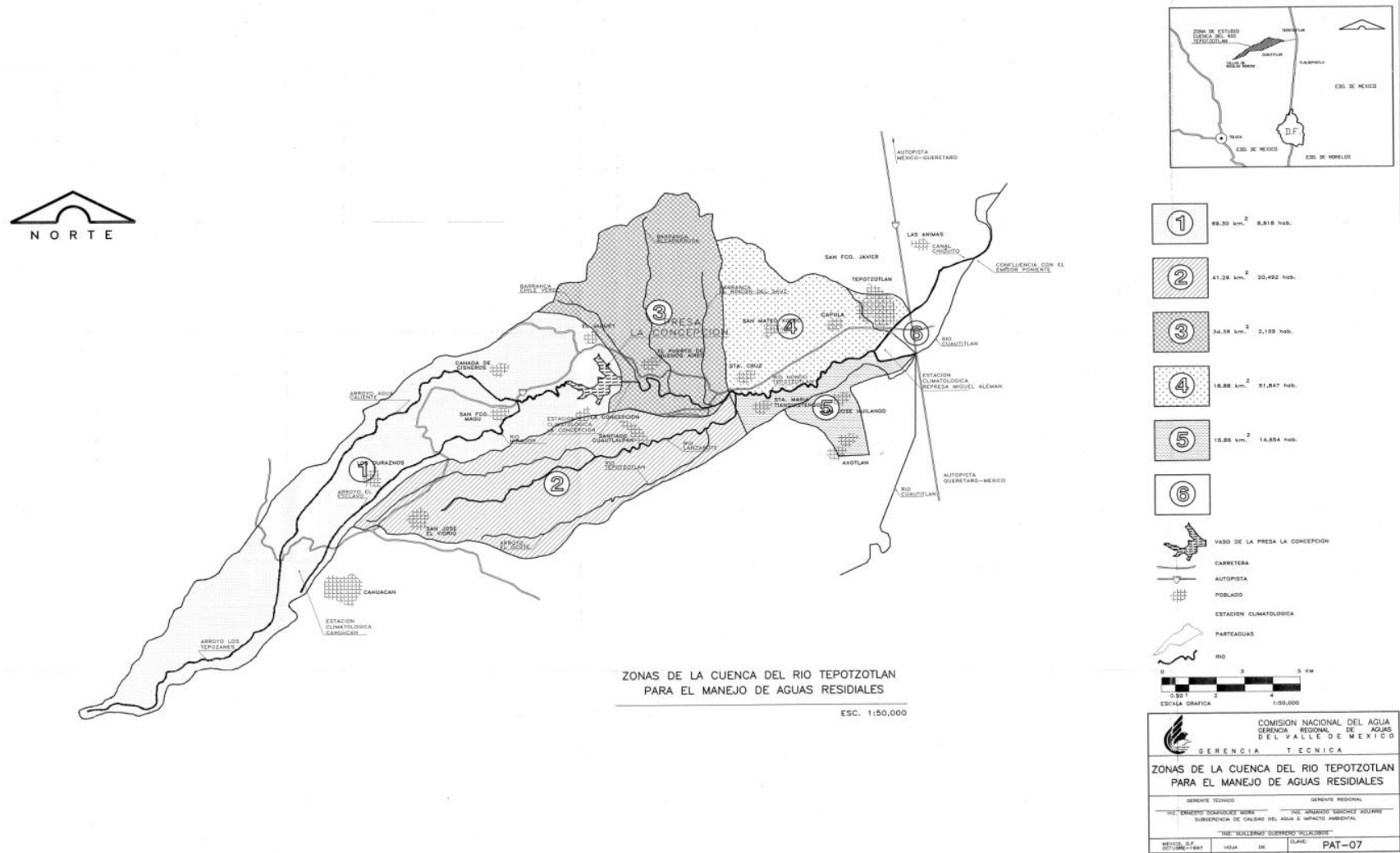


Figura 23. Zona de la cuenca del Río Tepetzotlán propuesta para el manejo de aguas residuales.

6.1.1.1.2. *Proyectos de tratamiento de aguas residuales*

En el diagnóstico se determinó que no hay ninguna planta de tratamiento instalada en ninguna población de la cuenca, y que el producto del depósito de las aguas residuales producidas a lo largo de canales, ríos y barrancas ha deteriorado la calidad del agua en la Presa La Concepción.

Sin embargo, cabe mencionar que se han hecho estudios previos por parte del Gobierno del Estado de México para construir plantas de tratamiento de aguas residuales y se han efectuado estudios serios de caracterización de las aguas residuales para determinar las variables de diseño de estas plantas, por lo que ya existen proyectos específicos para algunas de las localidades incluyendo los terrenos donde se ubicaran estas plantas de tratamiento.

El plano de la Figura 24 es de un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua que nos muestra la ubicación de siete plantas de tratamiento que pueden ubicarse en las regiones de la cuenca. Como podemos observar en dicho plano se dan cada una de las regiones y las zonas abarcadas, así como el área que debe ser saneada, los km saneados, observamos también que de acuerdo con el plano de la Figura 23 que es donde se tiene el manejo de las descargas de aguas residuales, el plano de la Figura 24 nos relaciona la ubicación que se puede proponer para la ubicación de las plantas de tratamiento.

En el Cuadro 30 se presenta la ubicación de las plantas de tratamiento propuestas y alguna información técnica.

Cuadro 30. Plantas de tratamiento propuestas para el saneamiento de la cuenca.

Ubicación	Proceso	Dotación l/hab/día	Aportación de aguas residuales l/hab/día	Capacidad l/s
Cahuacán	Sistema anaerobio de flujo ascendente	200	160	8.5
San José El Vidrio Norte		200	160	3.5
San José El Vidrio Sur		200	160	1.4
San Francisco Magú		200	160	12.0
Santiago Cuautlalpan		200	160	10.0
Santa Cruz		180	144	2.5
Tepetzotlán	Lagunas de oxidación o sistema de lodos activados	250	200	122.0

Se estima un costo de 31 MDP para construir las plantas de tratamiento en un periodo de 4 años. Acción que se espera esté a cargo de la CAEM y como apoyo la CONAGUA y SAOP.

PLAN HÍDRICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA PRESA LA CONCEPCIÓN

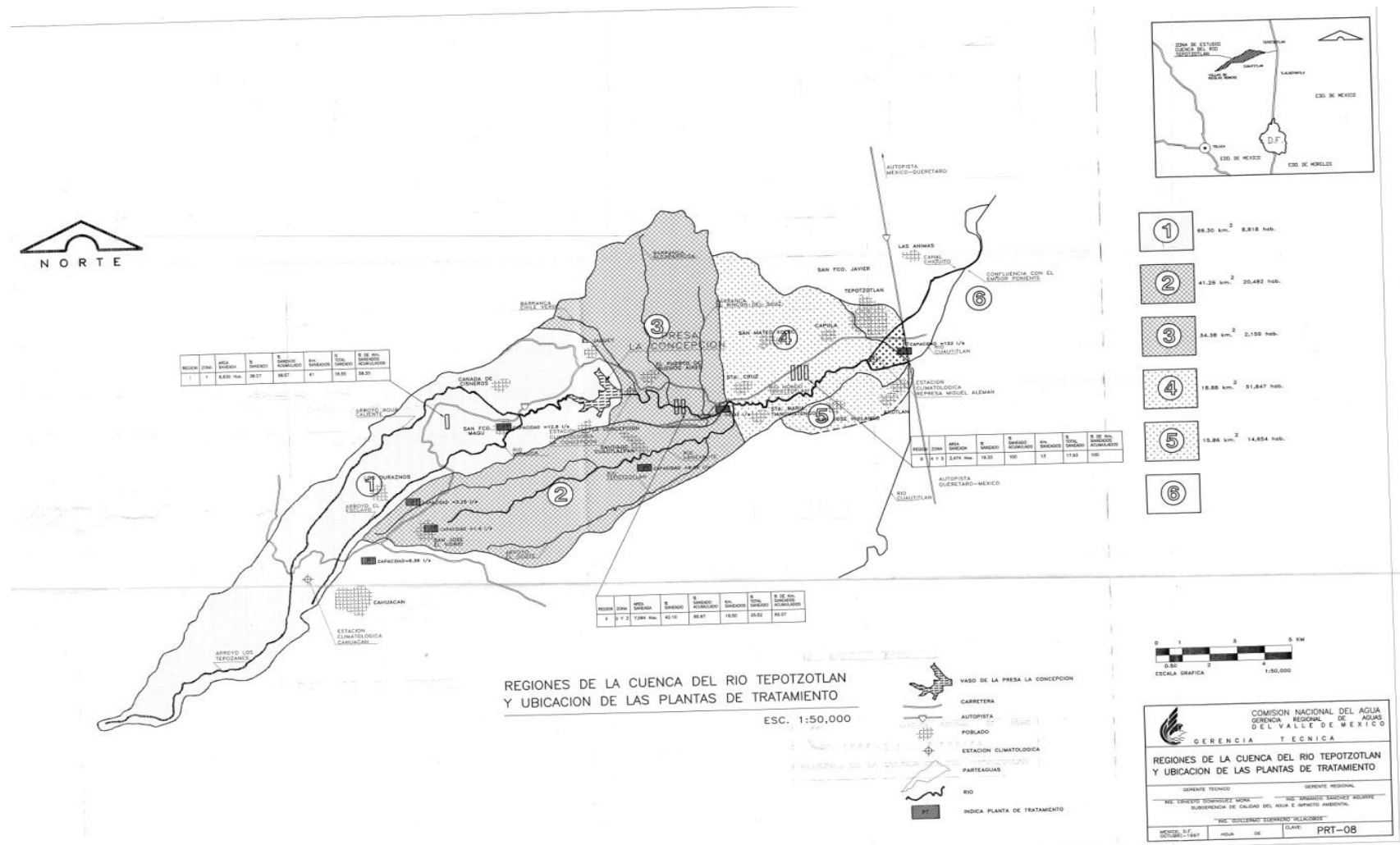


Figura 24. Regiones de la cuenca del Río Tepetzotlán donde se propone el establecimiento de plantas de tratamiento.

Proyectos propuestos por municipio que integra de la cuenca

Municipio de Tepetzotlán

La estrategia planteada para el municipio de Tepetzotlán en materia de drenaje, se basa en la instalación de una planta de tratamiento municipal, que permita por una parte, la recarga natural del acuífero y por otra el aprovechamiento de las aguas tratadas. Además, promover la construcción de obras para la infiltración y encauzamiento de agua pluvial y el desazolve de los ríos y canales existentes, además del control de la basura que se tira a su alrededor.

Asimismo, es necesario el complemento de los sistemas formales y su mantenimiento de las tuberías de drenaje sanitario para que funcionen adecuadamente o en su caso ir sustituyéndolas paulatinamente.

Los requerimientos de drenaje son básicamente de construcción de infraestructura, consistentes en las siguientes acciones:

- a) Construcción planta de tratamiento municipal.
- b) Construcción del colector primario municipal.
- c) Rehabilitación de cárcamos en las localidades.
- d) Mantenimiento y/o sustitución de las redes de drenaje sanitario.

Las zonas que carecen del servicio de drenaje y de agua potable son asentamientos irregulares ubicados fundamentalmente en suelo ejidal, por lo que se requiere definir su situación legal.

Los proyectos que se encuentran en el plan municipal de desarrollo son:

- a) Extender la red de drenaje actual por 2 kilómetros (aproximadamente) más para conectar a las comunidades más alejadas y que no cuentan con el servicio de drenaje actualmente.
- b) Un colector general municipal de aproximadamente 12 kilómetros
- c) Y la construcción de una planta de tratamiento municipal para tratar toda el agua residual producida por el municipio.

Municipio de Nicolás Romero

En el Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Nicolás Romero se menciona que la cobertura en este tipo de sistemas se ha visto paulatinamente limitadas debido al crecimiento de la población presentado en los últimos años y la dispersión de localidades de la cabecera municipal. Se requerirá combatir los rezagos prevaletientes en los siguientes aspectos:

- a) Dotar del servicio de drenaje en localidades donde su uso se hace restrictivo, especialmente en áreas en donde se mantienen descargas a través de fosas sépticas (Transfiguración, San José el Vidrio, San Francisco Magú). Mediante la introducción del servicio se garantizará el equilibrio ecológico que demanda el

municipio, así mismo se conservarán la las fuentes de abastecimiento de la zonas que actualmente se han visto severamente afectadas.

- b) El sistema de alcantarillado se encuentra parcialmente cubierto en el municipio, por lo que se requiere la introducción de dicho sistema debido a que 45 colonias, ubicadas principalmente al suroriente del municipio, no disponen del servicio, haciendo de estas áreas zonas de riesgo en caso de alguna contingencia especialmente aquellas derivadas de fenómenos hidrometeorológicos.
- c) Se requiere la introducción de plantas de tratamiento de aguas residuales, situación que ha desmejorado en la actualidad el entorno ecológico ya que las descargas se realizan a través de arroyos que abastecen a las Presas La Concepción y El Rosario.
- d) Promover la construcción de fosas sépticas y la asesoría técnica necesaria en los todos los poblados rurales, para evitar la generación de flora y fauna nociva y diseminación de microorganismos patógenos.
- e) Llevar a cabo acciones de apoyo al saneamiento de la Presa La Concepción, mediante la construcción de los colectores marginales de los ríos y arroyos de Nicolás Romero que son tributarios de la Presa La Concepción.
- f) Realizar de manera permanente acciones para sanear los cauces de escurrimientos y construir aguas arriba de los arroyos, los sistemas de infiltración de agua pluvial presas de gavión, para evitar que se desborden e inunden las zonas bajas.

TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A NIVEL URBANO Y RURAL

La solución para el saneamiento de la cuenca deberá ser diferente para las zonas urbanas y las rurales: para las primeras consiste en aumentar las coberturas de las redes de alcantarillado existentes y conducir las aguas residuales a una o varias plantas de tratamiento con tecnología de bajo costo, fácil operación y bajo mantenimiento, mientras que en las localidades rurales con poca o nula red de alcantarillado se debe pensar en tratamiento *in situ*, como las letrinas y fosas sépticas.

Como propuesta de solución al problema de saneamiento (prevenir enfermedades relacionadas y evitar la contaminación de las fuentes de agua disponibles), se presentan diferentes opciones tecnológicas y arreglos para la disposición de excretas y tratamiento de aguas adecuadas para pequeñas localidades. Las tecnologías propuestas son: letrina ventilada de doble cámara, baño ecológico seco, tanque séptico, plantas paquete para unidades habitacionales, lagunas de estabilización, filtros intermitentes de arena y lecho de hidrófitas. Estas tecnologías deben adaptarse a las necesidades, recursos y preferencias de los habitantes de dichas comunidades.

Actualmente se consideran a los desechos del tratamiento de excretas y aguas residuales como un recurso valioso de donde se pueden obtener fertilizantes (orina y excreta composteada) y agua para reúso tanto en el riego de cultivos y jardines como para sistemas de acuacultura.

Además, el reúso de las aguas residuales tratadas en la agricultura y la acuicultura ahorra agua de las fuentes primarias aumentando su disponibilidad.

Programa de saneamiento rural

Para llevar a cabo un programa de saneamiento rural a escala comunitaria o regional, se deben tomar en cuenta las siguientes etapas:

- Diagnóstico del problema
- Planeación y concertación con las comunidades
- Selección de las tecnologías y diseño de los sistemas
- Financiamiento y construcción
- Arranque
- Operación

Diagnóstico del problema

Los organismos públicos municipales, estatales y federales tienen la tarea de proporcionar el saneamiento básico a las comunidades rurales para abatir la incidencia de enfermedades y reducir los niveles de contaminación. Para esto deben primero hacer un diagnóstico con base en información institucional, visitas de campo, inspecciones sanitarias y entrevistas con las comunidades para conocer su percepción del problema y su preferencia para las soluciones.

Planeación y concertación con las comunidades

La planeación formal y la gestión de un programa o proyecto comienzan cuando se forma un comité o un cuerpo de asesores que es autorizado para estudiar el problema, explorar las opciones de solución y estimar los costos.

El objetivo de la fase de planeación es generar una recomendación para que la comunidad elija el tipo de tratamiento, estimar los costos para diseño, construcción y operación y la obtención del financiamiento; la gestión en el diseño, la construcción, arranque, operación y transferencia de la instalación de tratamiento a los usuarios.

Selección de la tecnología y diseño de los sistemas

Para que el uso de la tecnología tenga éxito, se deben considerar varios aspectos o factores para su correcta selección, como técnicos, sociales y ambientales. La tecnología elegida debe adecuarse a las necesidades, preferencias, capacidades, recursos de la comunidad, además de ser amigable con el medio ambiente. Ya seleccionada la tecnología, se elabora el diseño formal de ingeniería o proyecto ejecutivo por técnicos expertos.

La comunidad debe participar en la selección de las tecnologías y dar seguimiento a todas las etapas posteriores del proyecto, desde el diseño hasta la puesta en operación.

Financiamiento y construcción

Las instituciones de los tres niveles de gobierno responsables del agua y saneamiento rural, se encargarán de conseguir los fondos para la construcción de los sistemas de tratamiento, a través de programas mixtos, donde también puede participar la comunidad. Se requerirá de contar con los estudios de factibilidad técnica, económica y social para que el proyecto sea aprobado.

La fase de construcción del proyecto involucra más grupos e individuos y más dinero en un período muy corto comparado con todas las otras fases combinadas. En esta etapa puede participar la comunidad organizada proporcionando mano obra y algunos materiales.

Durante esta fase, el diseñador elabora el Manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento y el plan de arranque. El contratista suministra los manuales para cada uno de los equipos y dispositivos individuales, tales como válvulas, medidores de flujo, bombas, generadores, etc.

Arranque

En esta etapa todos los componentes operacionales se verifican para hacer cualquier corrección o modificación necesarias. Se elabora un reporte de arranque y prueba sobre la base del funcionamiento mecánico, los requerimientos del proyecto de diseño con el funcionamiento medido de la instalación completa. Se verifican el tamaño del tanque, de las bombas y los sopladores, los niveles del vertedor, se realizan las pruebas hidráulicas y eléctricas. El funcionamiento del sistema biológico generalmente no se verifica en este tiempo ya que requiere de la inoculación y el flujo estacionario de agua residual para el crecimiento de la biomasa microbiana.

Si el sistema de tratamiento queda a cargo de la propia comunidad, ésta debe recibir capacitación técnica para la correcta la operación y mantenimiento, así como también para su manejo administrativo y legal.

Operación

La fase de operación es la continuación de la operación a largo plazo después del arranque. Esta fase es de responsabilidad de la comunidad o del organismo operador local. Las responsabilidades gerenciales incluyen el establecimiento de presupuestos anuales de operación, de programas preventivos de mantenimiento, plan de reemplazo a largo plazo de bienes de capital, monitoreo y análisis de descargas para cumplir con las condiciones particulares de descarga o la normatividad federal, el monitoreo regular de la operación y el mantenimiento y el monitoreo de las cargas de trabajo y las necesidades.

Tecnologías de tratamiento de excretas y de aguas residuales

Los tratamientos de aguas residuales para pequeñas comunidades pueden ser sistemas naturales si uso de energía externa o mecanizados, ya sea *in situ* o a distancia. En los sistemas naturales se llevan a cabo procesos de depuración físicos y biológicos, y son aplicables para aquellas localidades que disponen de agua intradomiciliaria, usan baños con descarga de agua (WC) y cuentan con una red de drenaje de diámetro pequeño para su tratamiento fuera de la comunidad. Dentro de estos sistemas y para tratamiento colectivo tenemos las lagunas de estabilización, los lechos de hidrófitas, los filtros de arena y los tanques sépticos, entre otros. A escala doméstica, se pueden aplicar los tanques sépticos y los filtros de arena. Los tanques sépticos deben estar integrados con campos de absorción y/o pozos de infiltración.

Los sistemas mecanizados utilizan la energía eléctrica para generar oxígeno y/o accionar dispositivos de bombeo, mezcla, rotación, dosificación y de control de equipos para llevar cabo procesos físicos, químicos y biológicos de tratamiento del agua y de lodos residuales. Las instalaciones son de concreto o prefabricadas. Estos sistemas de tratamiento requieren de una amplia cobertura de alcantarillado.

Selección de la tecnología

La decisión más importante cuando se planifica un proyecto de saneamiento es la selección adecuada de la tecnología. La implantación de un sistema inapropiado lleva al desperdicio de recursos económicos, desconfianza de la población y al fracaso del programa de saneamiento.

Los criterios básicos para la selección de las tecnologías de saneamiento son:

- Que sean de bajo costo de inversión, operación, mantenimiento y que requieran un mínimo de personal calificado para operarlos.
- Efectivo para mejorar las condiciones de salud ambiental de la localidad.
- Que sean adecuadas y accesibles al nivel sociocultural de la población
- Consumo mínimo de energía y de reactivos.

Con el fin de seleccionar la tecnología de saneamiento más adecuada para la disposición de excretas y de aguas residuales, se debe de hacer un diagnóstico sobre las condiciones ambientales, de infraestructura y sociales existentes en la comunidad antes de tomar la decisión definitiva. Un estudio completo deberá incluir, por lo menos, los siguientes aspectos de la zona:

Suelo: Tipo de suelo y su permeabilidad en toda la zona de proyecto. Se debe hacer un mapa de las rocas o de otro tipo de estratos que pudieran limitar la profundidad de las excavaciones.

Aguas subterráneas. Se debe trazar un mapa de la profundidad del manto freático, anotando cualquier variación estacional.

Clima. Registros disponibles de los datos disponibles de temperatura, precipitación y evaporación.

Densidad de la población. Se debe estimar la población de la zona del proyecto, a partir del censo o de algún estudio socioeconómico y realizar las proyecciones de población tomando en cuenta los planes de desarrollo municipal y estatal.

Familia. Tamaño y composición de la familia

Ingresos. Ingreso familiar y proyecciones sobre posibles cambios

Usos y costumbres. Hábitos, creencias y actitudes locales que afecten el saneamiento, así como las preferencias en cuanto al tipo de material que usa para la limpieza anal. Se deberá registrar la opinión de los pobladores sobre los problemas y cómo deberían resolverse.

Salud. Estudio del estado de salud de la población, y el registro de los problemas relacionados con el abastecimiento de agua y el saneamiento.

Vivienda. Tipo de vivienda, el número de habitantes y el tipo de tenencia y la seguridad en la tenencia de la tierra.

Tamaño de los lotes. El tamaño de las propiedades determina en gran medida el tipo de sistema de saneamiento de excretas o de agua residual factible.

Instalaciones sanitarias y drenaje existente. Registrar las instalaciones sanitarias existentes, con sus puntos buenos y malos.

Saneamiento de zonas aledañas. Las instalaciones sanitarias como alcantarillado y/o algún tipo de tecnología utilizada en las zonas aledañas, afecta la factibilidad de algunos sistemas de disposición de excretas y de aguas residuales.

Abastecimiento de agua. Nivel de cobertura de la red de abastecimiento, continuidad en el servicio, dotación per cápita, proyecciones de mejoras al servicio y de la disponibilidad del agua.

Marco institucional. Instituciones nacionales federales, estatales y municipales responsables del saneamiento, el abastecimiento de agua, el drenaje, la limpieza, de calles, disposición de basuras, salud, educación y vivienda y la efectividad de su intervención. Participación de otras organizaciones no gubernamentales en la gestión y dotación de servicios.

Organizaciones locales. Organizaciones ejidales, comunales o privadas que pudieran constituir un foco de motivación, educación y capacitación en la comunidad.

Existen otros factores, principalmente sociales y económicos, además de los políticos y religiosos que son difíciles de cuantificar y que sólo a través de una investigación sociológica sería posible identificar y determinar. Contrariamente, los factores técnicos son los más fáciles de medir. En la siguiente sección, se presentan esquemas o algoritmos sencillos para guiar a los diseñadores durante el proceso de selección del sistema de tratamiento.

El nivel del servicio del abastecimiento de agua en la comunidad es uno de los problemas más importantes relacionados con la factibilidad de las tecnologías que pueden usarse para el tratamiento y disposición de excretas y aguas residuales. Por eso, se ha dividido el esquema de selección en tres partes: una para usarla donde el agua se acarrea en cubetas, otra para la zona en la que hay tomas de agua en los patios y una para las zonas con conexión domiciliaria y múltiples llaves.

❖ ***Saneamiento cuando el abastecimiento de agua es por acarreo***

El consumo de agua varía mucho en las zonas donde ésta debe acarrear, pero lo usual es un consumo que varía de 10 a 15 litros por persona por día.

Sería ideal que la tecnología de saneamiento usada no necesitase de agua para enjuague y arrastre; no obstante, se requerirán pequeñas cantidades para la limpieza.

Generalmente, para este tipo de abastecimiento de agua la tecnología más apropiada para la disposición de excretas es la letrina mejorada de pozo ventilado (MPV). En la mayoría de las condiciones, las letrinas MPV sólo pueden manejar pequeños volúmenes de aguas grises, por ejemplo, la del lavado. Sin embargo, a menudo es necesario hacer instalaciones adicionales a la letrina MPV para el drenaje de esas aguas.

Las letrinas de composteo son una tecnología de saneamiento que no requiere agua en algunas de las cuales se debe contar con inodoros con separación de orina o con dispositivos recolectores de orina en el caso de letrinas de composteo continuo.

Es factible usar inodoros de sello hidráulico con descarga manual reducida en zonas en las que se acarrea agua mediante cubetas a las viviendas, dependiendo esto de la distancia a la que se encuentre la fuente. En estos casos, el agua de lavado es usualmente guardada para enjuagar los inodoros. Estos inodoros requieren de 6 a 10 litros de agua por persona por día y en ellos se puede usar el agua gris. Son más adecuados para las zonas en las que tradicionalmente se usa el agua para la higiene anal. Donde se utilizan materiales voluminosos para la limpieza anal será mejor usar letrinas de composteo.

❖ ***Saneamiento cuando el abastecimiento de agua es por tomas en los patios***

Si se cuenta con una sola llave en el patio para abastecer una familia, el consumo de agua varía entre 40 y 100 litros por persona por día. Con este tipo de abastecimiento de agua a menudo es posible instalar letrinas mejoradas de pozo ventilado o letrinas de composteo.

Los inodoros de sello hidráulico con descarga manual reducida son adecuados si se tiene grifo en el patio; pero, la disposición del agua gris puede constituir un problema. El consumo del agua puede sobrepasar los 50 litros por persona por día, pero sólo un máximo de 10 litros son necesarios para este inodoro.

Las letrinas de pozo anegados, también llamadas letrinas hidráulicas se pueden usar con éxito en este nivel de abastecimiento de agua, pero no deben usarse en zonas en las que el agua se debe acarrear. Es muy caro construirlas, si se comparan con ejemplo con los inodoros de sello hidráulico con descarga manual reducida.

❖ **Saneamiento cuando el abastecimiento de agua es por conexión intradomiciliaria**

Con las conexiones inter-domiciliarias, la disposición de excretas *in situ* se vuelve más difícil debido a la gran cantidad de aguas residuales que se generan. El consumo del agua usualmente excede los 100 litros por persona por día y es necesario disponer por lo menos un 80% de ella.

Bajo condiciones ideales, las letrinas secas pueden ser técnicamente factibles, pero el aumento en las aspiraciones y los niveles de vida probablemente las harán socialmente inaceptables. Un inodoro convencional con tanque de agua (WC), será el sistema que la mayoría de las personas quisiera tener. El uso de un sistema de tanque séptico con pozo de absorción es la opción más sencilla cuando se tengan las condiciones adecuadas de permeabilidad del terreno y no se contemple reusar el agua.

Cuando el nivel de cultura sobre el uso y reúso del agua sea aceptable o se logre transmitir a través de programas de transferencia adecuados, es factible diseñar las instalaciones hidráulicas de la casa separando las aguas grises de las aguas negras para tratarlas en sistemas diferentes. Lo anterior permite por un lado, el reciclamiento de las aguas grises tratadas al tanque de agua del inodoro y el reúso de las aguas negras para el riego de jardines y cultivos o en la acuicultura.

❖ **Arreglos de tratamiento propuestos**

Una vez definidos los sistemas apropiados para las condiciones rurales y de acuerdo a la calidad esperada del efluente según los requerimientos de reúso o descarga de cada caso particular, se formaron y plantean los siguientes arreglos de tratamiento:

1. Letrina ventilada de doble cámara (LVDC) o Letrina ecológica con separador de orina (LESO)
2. Tanque séptico - pozo de absorción (TS+PA)
3. Tanque séptico - lecho de hidrófitas (TS+LH)
4. Tanque séptico - filtros intermitentes de arena (TS+FIA)
5. Tanque séptico - laguna facultativa (TS+LF)
6. Laguna anaerobia – laguna facultativa (LA+LF)

Existe una gran variedad de sistemas de disposición de excretas, sin embargo, en la lista de los arreglos propuestos se consideraron únicamente la letrina ventilada de doble cámara y la letrina ecológica, debido a que son letrinas aboneras y por lo tanto, la materia fecal ya degradada se pueden utilizar como composta para mejoramiento de suelos y la orina como fertilizante, además constituyen métodos seguros para el manejo de la excreta ya degradada.

Los cuatro arreglos de tratamiento planteados para agua residual, inician con un tanque séptico debido a que constituye la opción de saneamiento más económica, además de sus bajos requerimientos de área. La instalación del tanque séptico como primer elemento de cada arreglo permite acondicionar las aguas con baja carga de sólidos suspendidos asegurando así una mayor eficiencia en la calidad global del efluente obtenido.

El objetivo al proponer los diferentes arreglos de tratamiento es cubrir una gama de posibilidades para aplicarse según las necesidades de cada comunidad. En este sentido, hay alternativas que resultan más apropiadas o de menor costo a partir de un rango determinado de población, mientras que otras son funcionales para los nueve rangos definidos

En el Cuadro 31 se muestran los arreglos para el tratamiento de excretas, aguas residuales y el rango de población para el que se recomienda cada sistema.

Cuadro 31. Alternativas de tratamiento según el rango de población.

Rango de población	LVDC	TS+PA	TS+LH	TS+FIA	TS+LF	LA+LF
1 a 5		XX	XX	XX		
6 a 10	XX	XX	XX	XX		
11 a 15	XX	XX	XX	XX		
16 a 50	XX		XX	XX	XX	
51 a 500			XX	XX	XX	XX

Es importante observar que el arreglo TS-PA se propone a un limitado número de habitantes, esto debido a que el pozo de absorción constituye únicamente un método de disposición que no permite el reúso del efluente. Dentro de este contexto, el efluente del resto de los sistemas puede usarse para diferentes tipos de reúso y descarga dependiendo de la calidad obtenida con cada tren.

La calidad del efluente puede variar de acuerdo a la tecnología seleccionada, por lo cual se tienen diferentes posibilidades para reusar el efluente. En el Cuadro 32 se muestra la eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y coliformes fecales (CF) calculada para cada uno de los arreglos, en función de la carga de DBO y SS que entra y sale del sistema, así como el tipo de reúso a que puede destinarse el efluente. Para el caso de los arreglos cuya función sea principalmente la remoción de sólidos suspendidos (SS), por ejemplo el TS-PA, en el mismo Cuadro se mencionan los porcentajes de remoción para este parámetro.

Cuadro 32. Comparación del efluente obtenido por los diferentes trenes de tratamiento.

Tren de tratamiento	Eficiencia de remoción (%)			Disposición
	DBO	SS	CF	
TS-PA	30	60	-	Infiltración en el terreno
TS-LF	80	-	99.2705	Descarga a cuerpos receptores
TS-LF-LM	92	-	99.9900	Agricultura
TS-LF-FIA	99.8	-	99.9862	Agricultura y acuacultura
TS-LH	95.6	62	96.4000	Descarga a cuerpos receptores
LA-LF-LM	92.8	-	99.9900	Agricultura y acuacultura
TS-FIA	99.1	90	99.1000	Agricultura o descarga
LA-LF	81.4	-	99.2665	Agricultura

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Letrinas

La disposición sanitaria de excretas humanas es una parte fundamental de saneamiento básico en las zonas rurales para mejorar la salud y calidad de vida. Otras acciones de saneamiento básico son: protección de fuentes de abastecimiento, acceso domiciliario del agua, potabilización o desinfección del agua de consumo, control de desechos sólidos y educación en higiene personal.

Existe una amplia gama de tecnologías de confinamiento, control y tratamiento de excretas cuya selección debe hacerse sensatamente, teniendo en cuenta el costo, conveniencia social y cultural, localización requisitos operativos y recursos locales. Para seleccionar la tecnología adecuada es importante la participación comunitaria y la organización institucional.

Esta sección se algunas opciones tecnológicas para la disposición adecuada de excretas en comunidades rurales, aplicables para el rango de población de 1 a 40 habitantes y se consideran tanto para casas-habitación individuales sin alcantarillado, como para casas y pequeñas comunidades que van a ser servidas o que ya cuentan con alcantarillado.

Las letrinas para la disposición sanitaria de excretas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Eliminar olores desagradables, si huelen mal no serán usadas
- Controlar la proliferación de insectos para evitar la transmisión de enfermedades.
- Disminuir la contaminación del agua.
- Mejorar las condiciones sanitarias y/o de salud pública.

Clasificación

Una primera clasificación de letrinas está relacionada con los requerimientos de agua:

- Sistemas secos, de los cuales las letrinas de composteo constituyen el mejor ejemplo.
- Sistemas húmedas, emplean agua, en los que se mezcla agua con la excreta mediante algún mecanismo manual de inundación.

Tomando en cuenta lo anterior y que el tratamiento o disposición final de las excretas puede ser *in situ* o a distancia, en los que se transporta la excreta a otro punto, la clasificación se puede reconstruir así:

- Sistemas húmedos, de tratamiento y disposición fuera del sitio:
 - Letrinas con excusados de sifón. Con alcantarillado convencional.
- Sistemas húmedos, de tratamiento en el sitio:
 - Letrinas con excusados de sifón.
 - Letrinas de pozo anegado.
 - Tanque séptico.
- Sistemas secos, de tratamiento y disposición fuera del sitio:
 - Letrinas de cubo con acarreo de excreta.
 - Inodoro de tierra de tule.
- Sistemas secos, de tratamiento en el sitio:
 - Letrinas de pozo seco.
 - Letrinas de composteo

a) Letrinas de pozo seco, son aquéllas que funcionan sin necesidad de agua, excepto una pequeña cantidad para aseo de la taza y el piso. Algunos tipos de letrinas que pertenecen a esta categoría, son:

- Letrina de pozo ventilado.
- Letrina de cubo movable.
- Letrina de composteo.
 - Letrina abonera.
 - Letrina ventilada de doble cámara (LVDC).

b) Letrinas con suministro de agua:

- Letrina con excusado de sifón.
- Letrina de pozo anegado.

Al seleccionar el tipo de evacuación de excretas se deben tomar en cuenta las preferencias sociales y los medios existentes para costear la tecnología. La población y en particular la de zonas rurales, utilizarán la letrina que no le desagrade, que permita un aislamiento adecuado y pueda conservarse limpia.

En cuanto al tipo de letrina que debe elegirse, la encuesta sanitaria y sociológica preliminar permitiría conocer los sistemas que se utilizan en la región si es que hay alguno. Se procurará pues, como objetivo primordial, mejorar el sistema existente, conservando en lo posible sus características sociológicas.

De las Figuras 25 a 30 se ilustran las partes constitutivas de una letrina, diferentes tipo de letrinas y su ubicación correcta dentro del patio o solar de una vivienda rural.

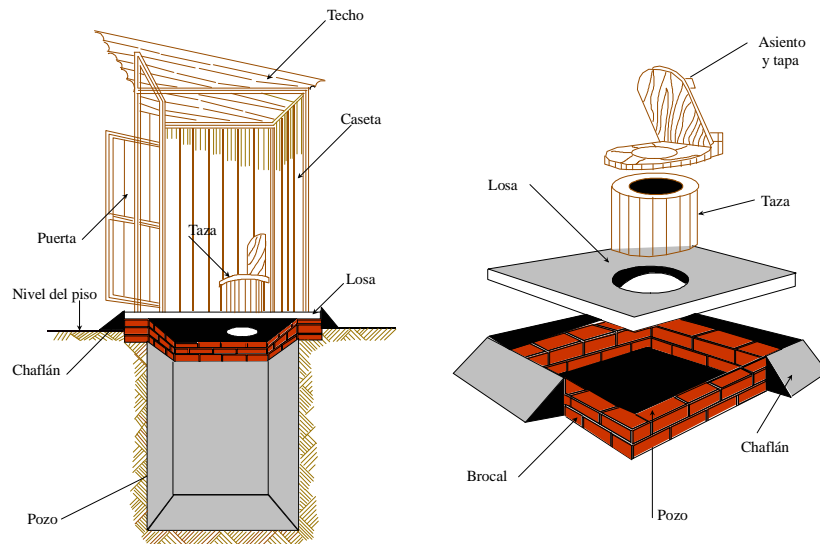


Figura 25. Elementos constitutivos de una letrina sanitaria.

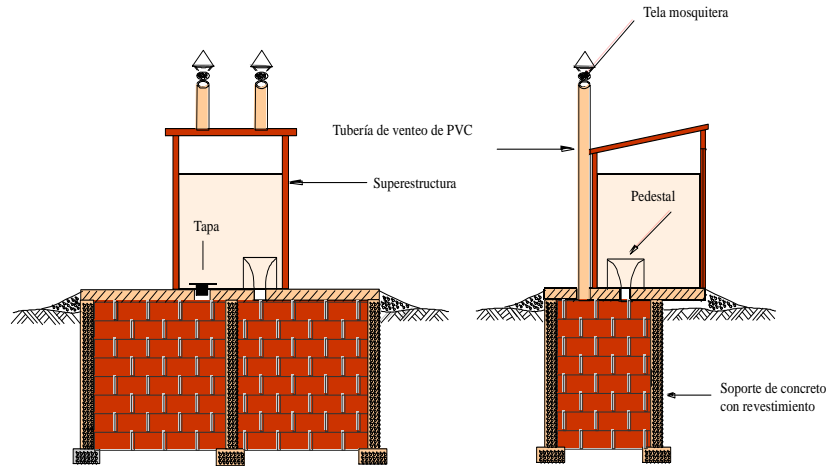


Figura 26. Letrina ventilada de doble cámara.

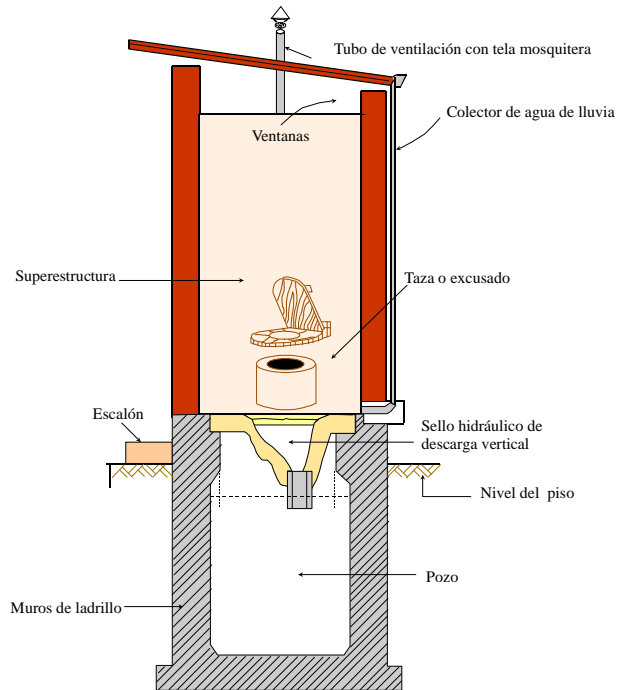


Figura 27. Letrina de pozo anegado de descarga vertical.

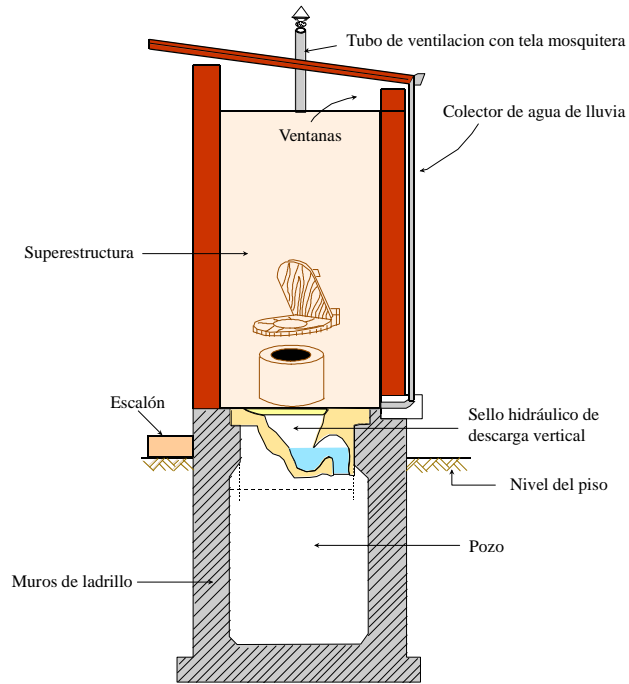


Figura 28. Letrina de pozo anegado con excusado de sifón.

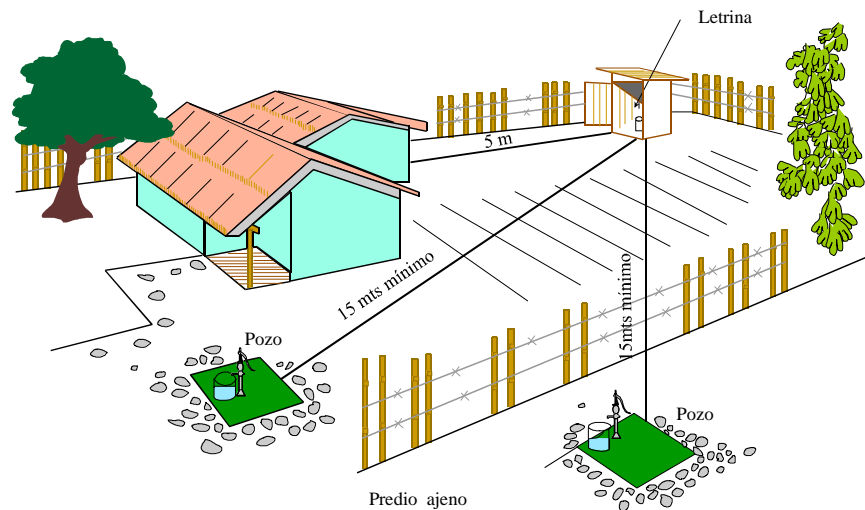


Figura 29. Localización adecuada de una letrina dentro de un predio (SSA, 1990).

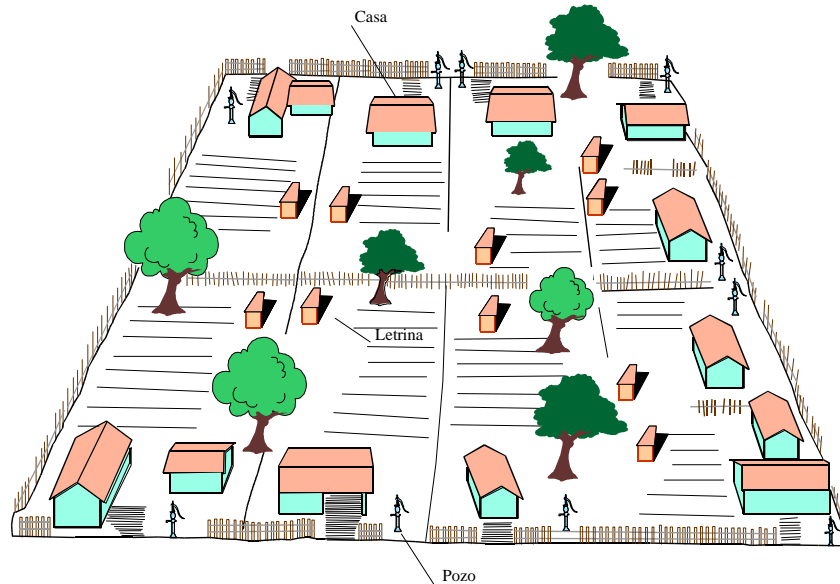


Figura 30. Localización adecuada de una letrina dentro de una comunidad rural (SSA, 1990).

Tanques sépticos

Un tanque séptico es un depósito (que puede ser de uno o más compartimientos), impermeable, de escurrimiento continuo y forma rectangular o cilíndrica que recibe, además de la excreta y agua residual proveniente de los inodoros aguas grises de origen doméstico. Su construcción es generalmente subterránea y puede hacerse de piedra, ladrillo, concreto u otro material resistente a la corrosión.

La acción séptica es un proceso biológico natural en el que las bacterias y otros microorganismos en ausencia de oxígeno transforman la materia orgánica (que se encuentra en el agua residual principalmente como proteínas, carbohidratos y grasas) a materiales poco oxidados, entre ellos metano, anhídrido carbónico, nitritos y nitratos.

Para mejorar la calidad del agua tratada, es necesario considerar un otro tratamiento para reducir aún más la materia orgánica y el contenido de microorganismos patógenos. Existe una amplia gama de posibilidades para oxidar el efluente, sin embargo, con el objeto de establecer un arreglo de tratamiento sencillo pero que además sea seguro en cuanto al efluente que se descargue, se propone un arreglo tipo tanque séptico- pozo de absorción. Cuando se use el tanque séptico como pretratamiento, los arreglos podrán ser los siguientes: tanque séptico-lecho de hidrófitas, tanque séptico-filtro intermitente de Arena, tanque séptico-laguna facultativa.

Elementos constitutivos

Los sistemas sépticos constan básicamente de dos partes:

- Tanque séptico, elemento donde se desarrollan los procesos de sedimentación y anaerobio;
- Una instalación para oxidar el efluente del tanque séptico, generalmente se emplean campos de infiltración o pozos de absorción.

Dependiendo de las características del agua residual, en algunas ocasiones es recomendable instalar una trampa para grasas y aceites, sobre todo cuando la concentración de grasas es superior a 150 mg/l. Por otro lado, cuando se construyen campos de oxidación o varios pozos de absorción para recibir el efluente del tanque séptico, es necesario instalar una caja de distribución de la que se sacarán las tuberías necesarias de acuerdo a los requerimientos de cada caso particular.

Funcionamiento

El tanque séptico está diseñado para cumplir con tres funciones importantes: sedimentación, almacenamiento y digestión de sólidos. En agua residual fluye por gravedad desde la vivienda hasta el tanque por medio de una T que descarga verticalmente a una profundidad no inferior a 0.35 m del nivel del agua. Una vez en el interior del tanque, el agua fluye lentamente para permitir que la materia sedimentable se precipite y acumule en el fondo, mientras que la mayoría de los sólidos ligeros como la materia grasa permanece en el interior, formando en la superficie del agua una capa de nata o espuma que ayuda a reducir movimientos bruscos del fluido además de aislarlo de aire que pudiera entrar (Figuras 31 y 32).

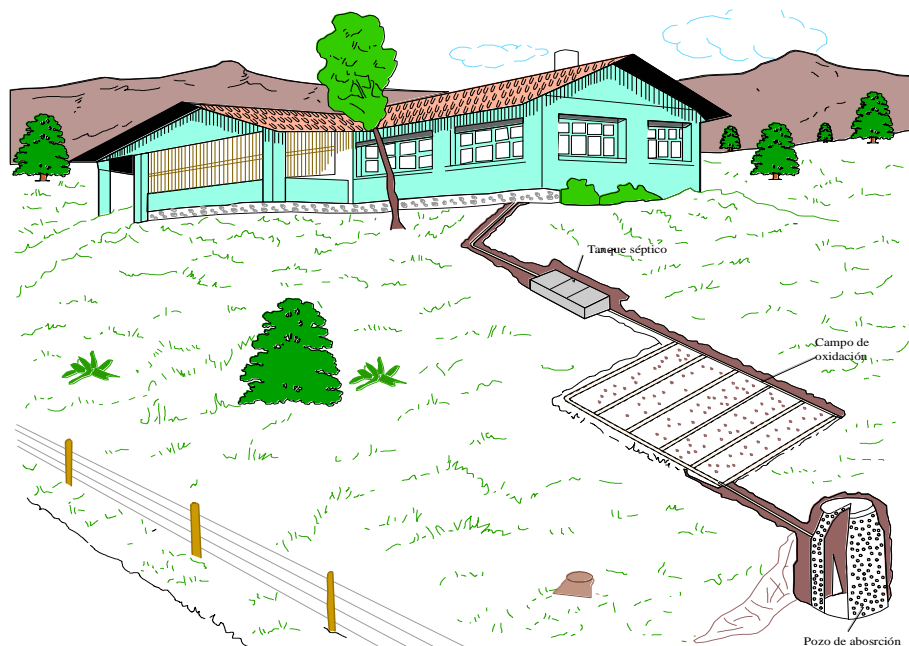


Figura 31. Elementos de un sistema séptico (SSA, 1990).

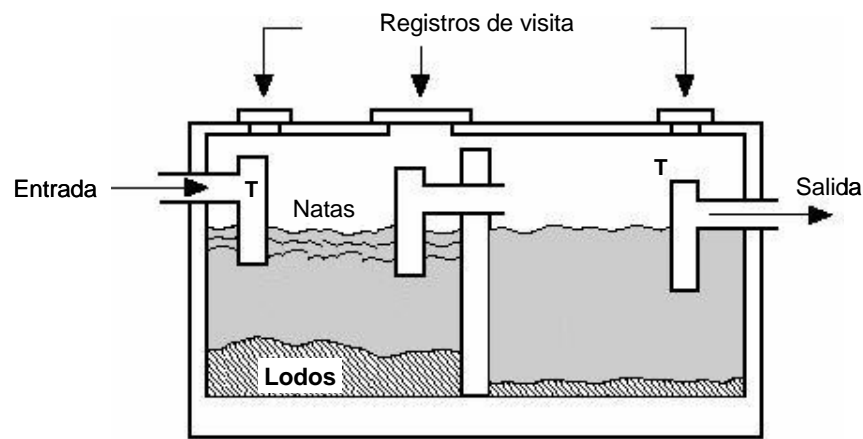
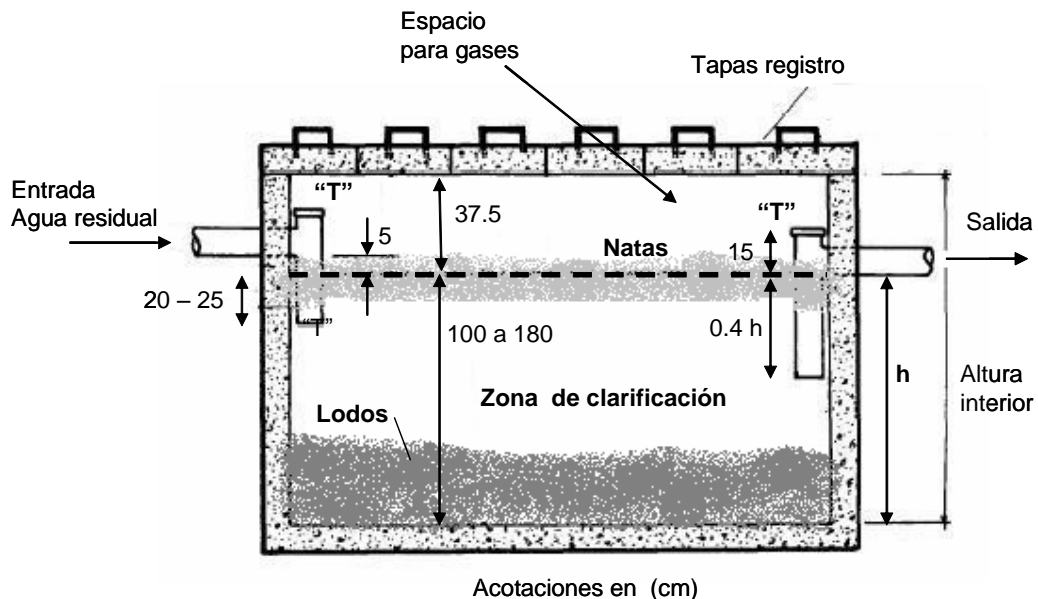


Figura 32. Tanque séptico de dos compartimientos.

Los sólidos retenidos en el tanque séptico permanecen en el interior del sistema durante un período de tiempo, dependiendo de la capacidad del pozo, de dos a tres años para que se establezca la digestión anaeróbica. Como resultado de lo anterior, una parte de la materia orgánica en suspensión pasa de la forma sólida a la líquida gaseosa reduciendo la cantidad de lodo acumulado que, sin embargo, constituye una cantidad finita que puede disminuir el volumen efectivo del tanque séptico y, por consiguiente, el tiempo de retención.

Finalmente, el líquido clarificado fluye por gravedad a través de una T colocada en el extremo opuesto a la entrada y penetra hasta un 40% del nivel del agua. Es posible utilizar tabiques difusores o pantallas en reemplazo de las T de entrada y salida con la ventaja que ofrecen un medio efectivo para retener la capa de espuma en el interior del tanque logrando una mayor

sedimentación. La cabeza superior de la tubería se deja destapada y colocada en el espacio libre existente entre la cara inferior de la cubierta y el nivel del agua, a fin de que permita el escape de gases por la cañería del efluente del tanque. El íntimo contacto del agua residual con la espuma y el lodo en conjunto con la agitación de este último por el gas que asciende, tiende a hacer que el efluente del tanque tenga un alto contenido de nutrientes, gérmenes entéricos y en general, materia orgánica finamente dividida y maloliente. La disposición del efluente dependerá de la disponibilidad de terreno o de la cercanía de un cuerpo receptor, puede efectuarse a pozos de absorción, campos de oxidación o zanjas de infiltración entre otros.

El uso de tanques sépticos como sistema de saneamiento ofrece una serie de ventajas y desventajas que se listarán a continuación.

Ventajas

- Debido a que no tienen partes mecánicas, necesitan muy poco mantenimiento y un grado reducido de atención.
- Flexibilidad y adaptabilidad a una amplia variedad de necesidades en la disposición de los desechos de cada vivienda.
- Puede tratar cualquier agua residual doméstica como la procedente de baños y cocinas, sin riesgo de alterar su funcionamiento normal.
- La cantidad de lodo generado durante su operación es poco significativa

Desventajas

- Son más caros que otros sistemas de tratamiento in situ.
- Necesitan un suelo con área suficiente y de naturaleza permeable que permita la absorción del efluente.

Lagunas de estabilización

La descarga directa de agua residual tratada a un cuerpo receptor generalmente requiere el cumplimiento de cierta calidad que sólo pueden ofrecer las tecnologías de alto costo. Sin embargo, en países en vías de desarrollo, así como en las pequeñas y medianas comunidades, estas tecnologías han tenido gran dificultad de implantarse debido principalmente a los requerimientos técnicos y económicos, que las hacen tecnologías complicadas.

Como alternativa de tratamiento tenemos a las lagunas de estabilización, que son tecnologías de bajo costo, han probado su factibilidad de utilización, sobre todo en lugares con climas cálidos o semicálidos y donde no existen recursos económicos suficientes para instalar sistemas de tratamiento mecanizados.

Las lagunas de estabilización tienen capacidad para remover patógenos (bacterias y protozoarios que pueden causar enfermedades a los humanos) y helmintos (gusanos que se

desarrollan en los intestinos), por lo que no es necesario adicionar cloro al efluente para su desinfección, lo que los hace más atractivos por la reducción de costos, tanto en partes mecánicas como en la operación y mantenimiento.

Los principales objetivos del tratamiento mediante lagunas de estabilización son los siguientes:

- Minimizar la descarga de materia orgánica.
- Reducción de organismos patógenos
- Remoción de nutrientes
- Reúso del efluente tratado en agricultura o piscicultura

Clasificación

De acuerdo a su contenido de oxígeno, las lagunas de estabilización se clasifican como:

- Anaerobias Ausencia de oxígeno (O_2) en todo el estanque. Proceso de biodegradación con microorganismos anaerobios (Figura 33).
- Facultativas Presencia de O_2 en la superficie de la masa líquida. Ausencia de O_2 en el fondo de la laguna. Proceso con microorganismos aerobios, anaerobios y facultativos (Figura 34).
- Aerobias o de oxidación Presencia de O_2 en toda la masa líquida. Proceso con microorganismos aerobios

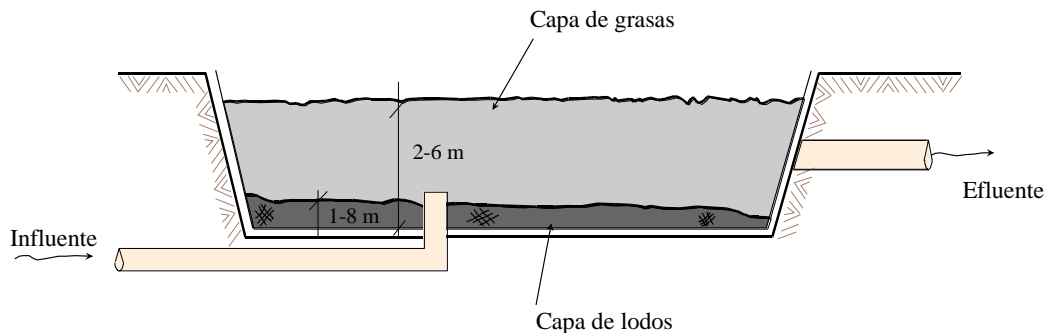


Figura 33. Laguna anaerobia.

En función del lugar que ocupan con relación a otros procesos, las lagunas se agrupan como:

- Primarias o de aguas residuales crudas.
- Secundarias si reciben efluentes de otros procesos de tratamiento.
- De maduración si su propósito es disminuir el número de organismos de patógenos

En relación a la secuencia de las unidades pueden clasificarse en:

- Lagunas en serie
- Lagunas en paralelo

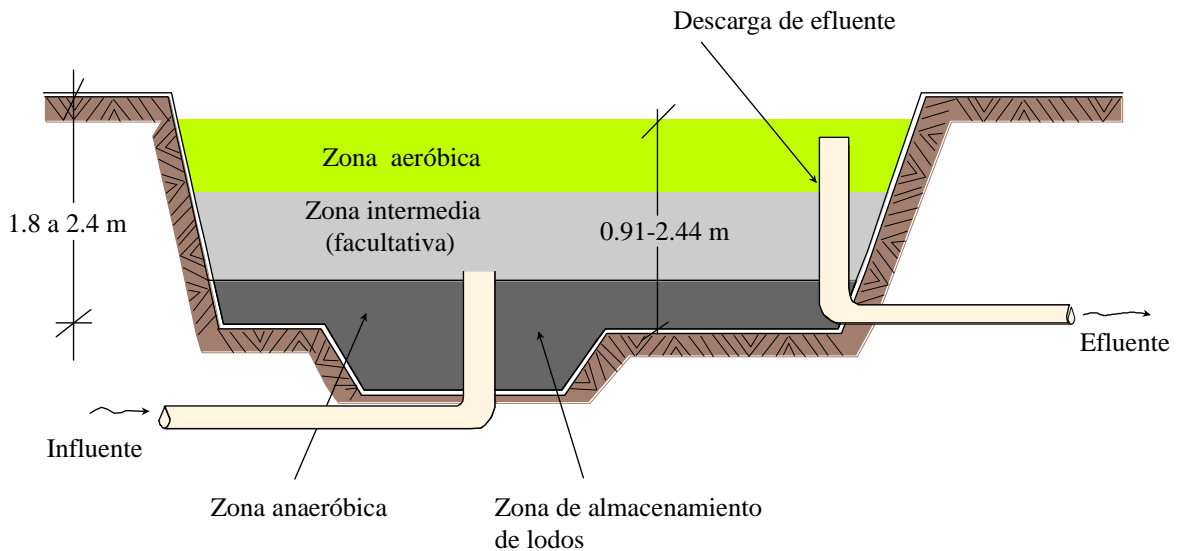


Figura 34. Laguna facultativa.

Los arreglos de un sistema lagunar puede comprender una laguna única (facultativa) o lagunas en serie (anaerobia, facultativa y de maduración). Dependiendo de la capacidad del sistema, en lugar de la laguna anaerobia se puede colocar un tanque séptico.

Descripción

Las lagunas de estabilización son sistemas de tratamiento de desechos que consisten en estanques abiertos (construidos en tierra pero impermeabilizados), usualmente de 1.0 a 5.0 m de profundidad y reciben aguas residuales crudas o tratadas parcialmente. El grado de tratamiento recibido está en función del número de lagunas en serie y del tiempo de retención del agua residual en cada sistema.

Los procesos físicos, químicos y biológicos son similares a los que suceden en los cuerpos de agua natural, el sistema contiene bacterias y algas fotosintéticas que absorben los nutrientes solubles y fijan la energía del sol para formar la biomasa inicial, además contiene protozoarios o consumidores primarios y hongos o levaduras que ayudan a la descomposición de esta biomasa (IMTA, 1994).

Estos sistemas producen en pequeña escala los procesos naturales de oxidación o mineralización de la materia orgánica utilizando como fuente de energía la luz del sol. Su funcionamiento está determinado por factores tales como radiación solar, temperatura, pH,

carga orgánica, profundidad, tamaño, configuración, orientación, contenido mineral del agua, macro y micronutrientes (IMTA, 1994).

Funcionamiento

Las lagunas de estabilización son cuerpos de agua creados artificialmente, diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante la interacción de la masa biológica o biomasa, la materia orgánica del desecho y procesos naturales tales como mecánica del fluido y factores físicos, químicos y meteorológicos (Collí et. al., 1994).

En estos sistemas se lleva a cabo la oxidación de la materia orgánica mediante una combinación de sedimentación, digestión y conversión de desechos orgánicos por bacterias y algas, el proceso puede ser anaerobio, aerobio o una combinación de ambos. En el caso de la digestión y conversión de desechos orgánicos por bacterias y algas, el proceso puede ser anaerobio, aerobio o una combinación de ambos.

En el caso de la digestión anaerobia las bacterias producen biogás, una mezcla de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y una pequeña cantidad de ácido sulfhídrico (H_2S) e hidrógeno (H_2).

En el proceso aerobio, las algas producen oxígeno (O_2) con la energía del sol durante el proceso de fotosíntesis y por su reproducción generan nueva biomasa algal, mientras que las bacterias aerobias usan este oxígeno para transformar los desechos orgánicos existentes en el agua residual en nuevas bacterias. Estos sistemas pueden alcanzar altas eficiencias de remoción de materia orgánica soluble. Las concentraciones de los sólidos suspendidos dependen del tipo de laguna, la forma en que opera y su funcionamiento. Los patógenos originalmente presentes en las aguas residuales se remueven en gran proporción, haciéndose innecesaria la desinfección de los efluentes (IMTA, 1994; IMTA, 1996).

Ventajas y desventajas

Las lagunas de estabilización ofrecen las siguientes ventajas:

- Son un proceso sencillo que no requiere de personal altamente capacitado para su operación y mantenimiento.
- Tienen los menores costos de capital, construcción, operación y mantenimiento que cualquier otro proceso de tratamiento a nivel secundario.
- No requieren de equipo de alto costo.
- Requieren de poca energía eléctrica (bombeo de agua residual).
- Tiene capacidad amortiguadora para las variaciones en las cargas hidráulicas y orgánicas.
- Ofrecen altas eficiencias en la remoción de microorganismos patógenos.
- Presentan pocos problemas en el manejo y disposición de lodos.
- Aplicación del agua tratada para reúso en agricultura y acuicultura.
- En climas cálidos tienden a ser más eficientes.

Las desventajas de este proceso son:

- Requieren de extensas áreas de terreno área su ubicación.
- En lagunas anaerobias existe la potencialidad de proliferación de olores desagradables en caso de existir alta carga orgánica mayor que la carga de diseño y sulfatos mayores a 500 mg/l.
- Pueden contaminar el manto freático si no están impermeabilizadas
- Pueden entregar un efluente con gran cantidad de sólidos suspendidos.
- Requieren de una ubicación lejana a la población.
- En climas fríos tienden a ser menos eficientes.

Filtración intermitente en arena

Los filtros intermitentes son lechos profundos de arena o de algún otro material finamente granulado, usados para el tratamiento de aguas residuales municipales que han recibido pretratamiento, es decir, que han sido tratadas por un tanque séptico o una laguna facultativa.

Si bien, aun cuando estos sistemas requieren grandes superficies de terreno que elevan los costos de construcción y mantenimiento, ofrecen un tratamiento sencillo que puede producir un efluente claro, incoloro y estable, además son bastante eficientes en la remoción de microorganismos, sólidos suspendidos (SS), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y nitrógeno (N), lo que permite al efluente una amplia gama de posibilidades para su reúso.

El tratamiento del agua residual mediante la acción físico-biológica de los filtros intermitentes de arena es una opción eficiente que se adapta a las condiciones y necesidades del medio rural, ya que no necesita de un equipo y manejo complicado.

Descripción

La filtración intermitente de arena es un proceso de purificación del agua, el cual consiste en hacer pasar el agua residual a través del lecho filtrante de arena u otro material finamente granulado, reteniéndose de esta manera la materia orgánica y los sólidos suspendidos presentes en el agua residual.

La aplicación del líquido sobre la superficie de arena se lleva a cabo por un sistema de distribución superficial y opera aplicando el efluente del tanque séptico o laguna de facultativa en forma periódica o intermitente, hasta una predeterminada diferencia de presión limitada por la carga máxima disponible. En este punto el lecho es drenado y limpiado, el líquido tratado es colectado en el sistema de drenaje localizado en el fondo del filtro. Comúnmente el efluente del filtro se descargada en un campo agrícola o en algún cuerpo de agua receptor.

Los sólidos suspendidos gruesos se acumulan en la cima del filtro y obstruyen la superficie evitando una efectiva filtración del agua. Cuando esto sucede, el lecho se puesto fuera de servicio para remover la capa de arena colmatada. La arena removida puede ser lavada y

reusada o reemplazada. Un diseño apropiado de los filtros puede proporcionar de cuatro a seis meses de operación libre de mantenimiento.

La mayoría de estos filtros se construyen por debajo del nivel del suelo, aunque también han sido usados filtros superficiales abiertos. Los filtros abiertos muchas veces están provistos con una cubierta para mejorar el mantenimiento e incrementar la temperatura con calor solar en climas fríos. En la Figura 35 se presenta el esquema de un filtro intermitente de arena.

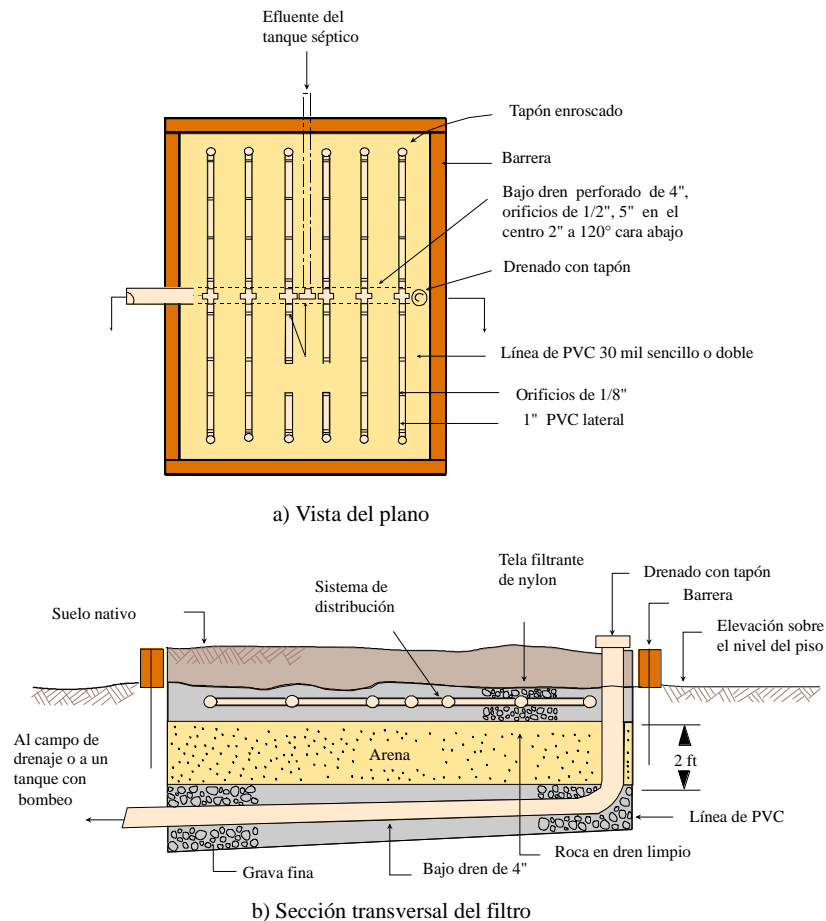


Figura 35. Esquema de un filtro intermitente, a) vista del plano, b) sección transversal del filtro.

Funcionamiento

Los procesos de tratamiento en los filtros intermitentes de arena son físicos o mecánicos y biológicos; el funcionamiento mecánico ocurre en el lecho de arena por la acción de la gravedad y la retención de partículas al paso del flujo por los poros del lecho; estas partículas pueden ser sólidos suspendidos, materia orgánica coloidal y bacterias presentes en el agua residual. El

proceso biológico se lleva a cabo por los organismos desarrollados en los lodos acumulados permitiendo la acumulación y degradación de materia biológica sobre la superficie de la arena o por debajo de ésta, ayudando así al proceso físico en la remoción de materia orgánica y microorganismos.

La operación intermitente del filtro consiste en llenar el tanque con un volumen de agua, de manera que cuando la zanja se drene completamente podrá ser admitido el siguiente volumen. Esta forma de suministro facilita la introducción de aire en el lecho de arena. Este proceso aeróbico es fundamental para la oxidación de la materia orgánica.

Considerando que la oxidación que se lleva a cabo en el tratamiento secundario por medio de microorganismos aeróbicos, en el lecho de arena se ofrecen las condiciones óptimas para la remoción de DBO y la conversión de nitrato de amonio (nitrificación). Por la acción bacteriológica la conversión de nitrato a gas nitrógeno (denitrificación), ocurre con una significativa pérdida de nitrógeno (arriba del 45%). La denitrificación se lleva a cabo por bacterias anaerobias que coexisten en microambientes anaerobios entre el lecho filtrante. Otros constituyentes específicos son removidos por adsorción (química y física).

Ventajas y desventajas

Las principales ventajas de un sistema de filtración intermitente de arena son las siguientes:

- Puede utilizarse como un arreglo en sistemas lagunares para pulir efluentes.
- Costos relativamente bajos.
- Operación sencilla al alcance de las comunidades rurales.
- El efluente tratado no requiere sedimentación posterior.
- Adaptable a comunidades pequeñas.
- Obtención de una alta calidad del efluente apta para reúso agrícola.

Entre las principales desventajas del sistema se pueden mencionar las siguientes:

- Requiere áreas extensas de terreno.
- Mantenimiento complicado para limpiar o cambiar la arena
- Aplicación de tasas de filtración bajas.
 - Requiere cantidades de arena considerables.

Lechos de hidrófitas

En la búsqueda de soluciones económicas al problema de las descargas de aguas residuales de origen doméstico de las pequeñas comunidades del país, se ha reconocido como necesidad fundamental el adaptar sistemas alternos de tratamiento adecuados a las condiciones nacionales, en el reconocimiento pleno de sus limitaciones y potencialidades propias en los campos técnico económico y humano.

En años recientes se ha renovado el interés en el uso de lechos de hidrófitas. El concepto básico de este tipo de tratamiento es relativamente sencillo: los contaminantes presentes en el

agua residual descargada dentro o sobre el lecho, son inmovilizados y degradados por procesos físicos y biológicos naturales que operan en el ecosistema de los lechos.

Los lechos de hidrófitas son económicamente atractivos; con un diseño y operación adecuados, se obtienen altas eficiencias de tratamiento de agua residual, capaces aun de mejorar, o al menos mantener, la conservación del medio ambiente, particularmente en poblaciones aisladas.

Estos sistemas se dividen de acuerdo a su diseño en:

- Sistemas de flujo superficial (Free Water Surface, FWS)
- Sistemas de flujo subterráneo (Subsurface Flow, SF)
- Sistemas de flujo subterráneo vertical (Vertical Subsurface Flow, VSF).

Actualmente, en México se han desarrollado sistemas de flujo subterráneo y se ha reportado una alta eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos (SS), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno (N) y patógenos.

Así también, dada la variedad de plantas acuáticas útiles para la remoción de nutrientes, éstas se clasifican de acuerdo a su forma de vida en los lechos de hidrófitas en: flotantes, emergentes y sumergidas.

En el presente documento se presenta un diseño de lechos de hidrófitas de flujo subterráneo que se adapta a pequeñas comunidades de hasta cien habitantes, en este caso se propone un pretratamiento con tanque séptico. Se eligió el sistema de flujo subterráneo debido a que se evitan los malos olores producidos por el agua proveniente de un tanque séptico y la proliferación de mosquitos (Figura 36). Además, se obtiene mayor remoción de coliformes y sólidos suspendidos que con los sistemas de flujo superficial.

Ventajas y desventajas

Los lechos de hidrófitas de flujo subterráneo pueden tener en algunos lugares varias ventajas comparados con los sistemas de tratamiento convencionales y avanzados. Algunas de ellas son:

- Bajo costo de construcción operación y mantenimiento.
- Bajo requerimiento de energía.
- No requieren de personal altamente calificado para su operación.
- Proporcionan un tratamiento efectivo y confiable.
- Ambientalmente son aceptables con potencial para la conservación de la vida silvestre.

Por otro lado, las principales desventajas de este tratamiento son:

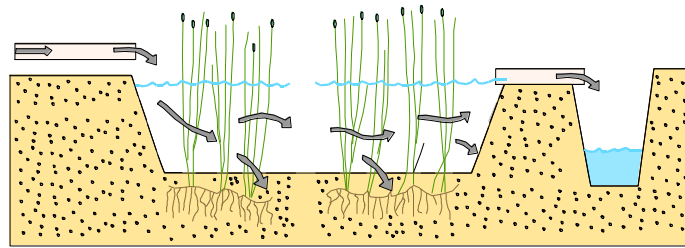


Figura 2a Lecho de hidrófitas con plantas emergentes y flujo superficial

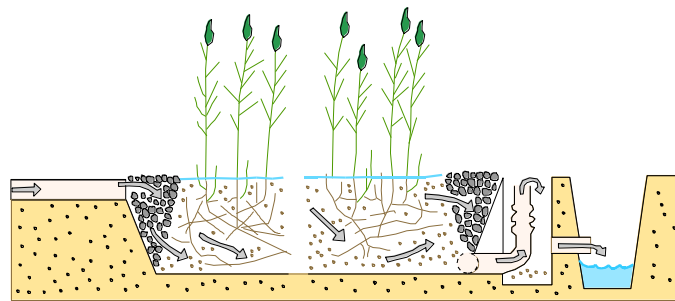


Figura 2b Lecho de hidrófitas con plantas emergentes y flujo subterráneo horizontal

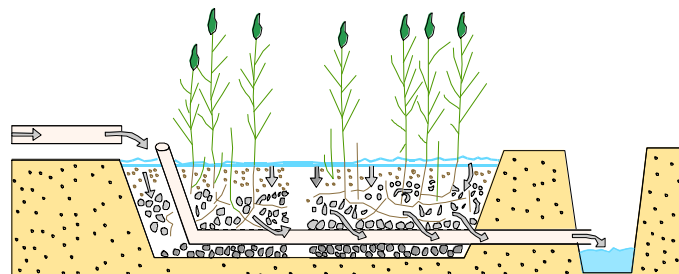


Figura 2c Lecho de hidrófitas con plantas emergentes y flujo subterráneo vertical

Figura 36. Representación esquemática del lecho de hidrófitas con plantas emergentes y tipos de flujo.

- Utiliza una mediana extensión de terreno para su construcción
- Baja eficiencia en su funcionamiento durante invierno en ciertas regiones por la muerte de las hidrófitas.
- La operación puede requerir dos o tres periodos de crecimiento antes de que se logren las eficiencias óptimas.
- Si no se operan correctamente, existe el riesgo de acumulación de sólidos en la entrada.

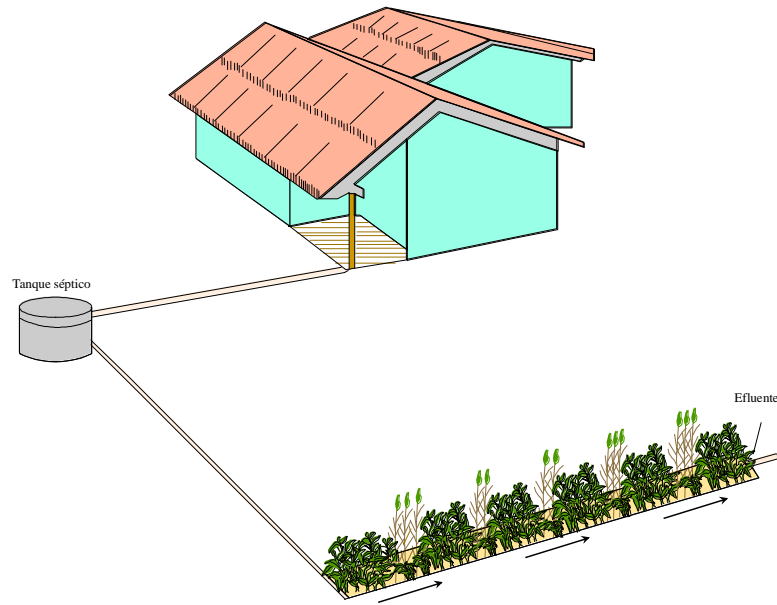


Figura 37. Ejemplo de localización de lecho de hidrófitas de flujo subterráneo.

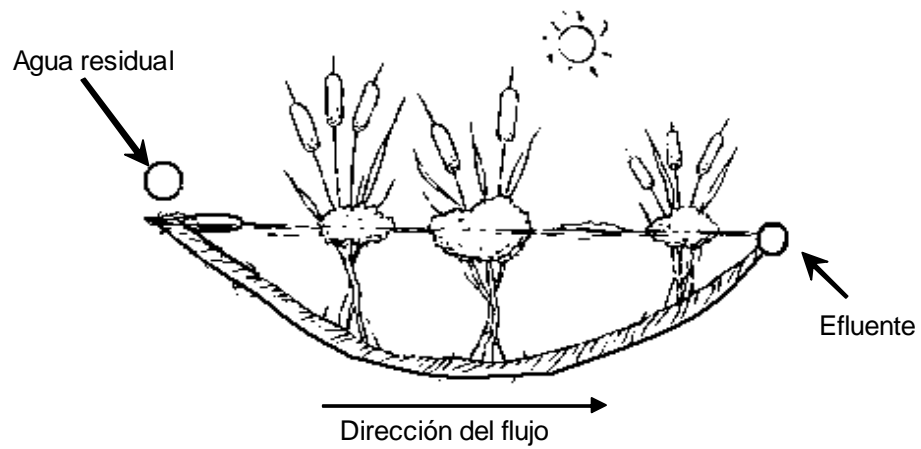


Figura 38. Situación de plantas y dirección de flujo en un lecho de hidrófitas.



Figura 39. Lecho de hidrófitas para una vivienda rural.

Plantas paquete para tratamiento de aguas residuales para pequeñas poblaciones

Generalidades

El tratamiento de aguas residuales (o agua residual doméstica) incorpora procesos físicos, químicos y biológicos los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos del uso humano cotidiano del agua. El objetivo del tratamiento es producir agua residual ya limpia (o efluente tratado) sustituido por descargas o reutilizables hacia el ambiente, y una basura sólida o lodos también convenientes para la futuros propósitos o reúsos.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales es alcanzado por la separación física inicial de sólidos gruesos de la corriente de aguas residuales, seguido por la conversión progresiva de materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias fijas en algún medio o suspendidas. Una vez que la masa biológica es separada o removida, el agua tratada puede experimentar una desinfección adicional mediante procesos físicos o químicos. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a aun cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (tierras húmedas, cursos de golfo, caminos verdes, etc.). Los sólidos biológicos (lodos) segregados experimentan un tratamiento adicional de espesamiento, secado y neutralización antes de la descarga o reutilización apropiada.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario: separación de grasas, aceites, sólidos flotantes y sedimentables
- Tratamiento secundario: tratamiento biológico de materia orgánica (sólidos suspendidos y disueltos)
- Tratamiento terciario: pulimento y desinfección.

Descripción

Las aguas residuales domésticas provienen de tocadores, regaderas, cocinas (aguas grises) y baños (aguas negras) que se descargan en las alcantarillas. Las aguas residuales municipales también incluyen algunas aguas sucias provenientes de industrias y comercios. El agua gris se puede usar en riego de plantas o para ser reciclada en el uso de baños. Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales de los techos o áreas estancadas.

Tratamiento primario

En el tratamiento mecánico, el afluente del agua residual se filtra para remover todos los objetos grandes que son depositados en el sistema de alcantarilla, tal como, trapos, barras, condones, toallas sanitarias, tampones, latas frutas, etc. Éste es el usado más comúnmente mediante una pantalla rastrillada automatizada mecánicamente.

Para la eliminación de arena se requiere un canal donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y otros sólidos gruesos se depositen en el fondo pero manteniendo a la mayoría del material orgánico suspendido en el flujo. La arena y las piedras necesitan ser quitadas en el proceso para prevenir daño en las bombas y otros

equipos en las etapas restantes del tratamiento. La arena puede ser removida manualmente o mecánicamente.

Sedimentación

Muchas plantas tienen una etapa de sedimentación primaria donde el agua residual se pasa a través de tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. El propósito principal de la etapa primaria es producir generalmente un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y de un lodo que puede ser tratado separadamente. Los tanques primarios se equipan generalmente con raspadores mecánicos que conducen continuamente el lodo recogido hacia una tolva en la base del tanque donde mediante una bomba puede llevar a éste hacia otras etapas del tratamiento (Figura 40).



Figura 40. Tanque de sedimentación secundaria en una planta rural (Wikipedia).

Tratamiento secundario

La mayoría de las plantas municipales e industriales tratan las aguas residuales usando procesos biológicos aeróbicos. Para que sea efectivo el proceso biótico, requiere oxígeno y un substrato en el cual vivir. Hay un número de maneras en la cual esto está hecho. En todos estos métodos, las bacterias y los protozoarios consumen contaminantes orgánicos solubles biodegradables (por ejemplo: azúcares, grasas, moléculas de carbón orgánico, etc.) y unen muchas de las pocas fracciones solubles en partículas de floculo. Los sistemas de tratamiento secundario son clasificados como película fija o biomasa suspendida. En los sistemas fijos de película –como los filtros granulares o de soportes sintéticos - la biomasa crece sobre la superficie del medio y el agua residual pasa a través de él. En el sistema de biomasa suspendida –como lodos activados- la biomasa está dispersa y mezclada con las aguas residuales. Típicamente, los sistemas de de biomasa suspendida tienen mayor capacidad para tratar picos o variaciones de carga orgánica que los sistemas de película fija, además proporcionan mayor eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y de los sólidos suspendidos (SS).

Torres de filtración. Estos biofiltros o torres de filtración se utilizan para tratar particularmente cargas orgánicas fuertes o variables, típicamente industriales, como primera etapa del proceso biológico. Son filtros típicamente altos, filtros circulares abiertos, empacados con material sintético. El diseño de los filtros permite alta carga hidráulica y alto flujo de aire. En instalaciones más grandes, el aire es forzado a través del medio usando sopladores. El contenido de DBO en efluente está usualmente con el rango adecuado para los procesos convencionales de tratamiento.

Lodos activados. Las plantas de lodos activados usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que degradan o transforman la materia orgánica. También pueden, bajo condiciones especiales, convertir amoníaco en nitrito y nitrato, y en última instancia a gas nitrógeno. Entre algunas de las modalidades que existen de lodos activados, tenemos: aireación extendida, aireación intermitente, reactores secuenciales batch y zanjas o canales de oxidación, estos dos últimos con capacidad para eliminación de nutrientes.

Filtros percoladores. Se utilizan lechos filtrantes donde las aguas residuales son rociadas sobre la superficie; el lecho de poca profunda se compone de coque, piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos (Figura 41). Tales medios deben tener altas superficies para soportar la biomasa que se forma. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central. El líquido filtrado se recolecta en el fondo mediante tuberías perforadas. Estos drenes también proporcionan un flujo de aire que se infiltra hacia arriba a través del lecho, manteniendo un medio aerobio. La película biológica formada por bacterias, protozoarios y hongos transforma y reduce la materia orgánica.



Figura 41. Filtro percolador en una planta rural (Wikipedia).

Sedimentación secundaria

El paso final de la etapa secundaria del tratamiento es eliminar por sedimentación los floculos biológicos del efluente y producir agua tratada con bajos niveles de materia orgánica y materia suspendida. Los lodos sedimentados se recirculan al reactor biológico.

Tratamiento terciario

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para pulir la calidad del efluente al estándar requerido para reúso o para descarga al cuerpo receptor (mar, río, lago, campo, etc.). Ejemplos de tratamiento terciario: lagunas de estabilización, filtros intermitentes de arena, humedales y la desinfección.

Desinfección

El propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente. La efectividad de la desinfección depende de la calidad del agua que es tratada (por ejemplo: materia orgánica, turbiedad, pH, etc.), del tipo de método que se usa, de la dosis de desinfectante (concentración y tiempo), y de otras variables ambientales. El agua turbia será tratada con menor éxito puesto que la materia sólida puede blindar organismos, especialmente de la luz ultravioleta o si los tiempos del contacto son bajos. El método de desinfección más común y conocido es la cloración; otros métodos usuales son la ozonización y la radiación con luz ultravioleta (UV).

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales debido a su bajo costo, experiencia y poder residual. Una desventaja es que la desinfección con cloro del material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados (como los trihalometanos) que pueden ser carcinógenos o dañinos al ambiente.

La luz ultravioleta (UV) se está convirtiendo en el medio más común de la desinfección en países desarrollados debido a las preocupaciones por los impactos a la salud y al medio ambiente. La radiación UV daña la estructura genética de las bacterias, virus, y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción. Las desventajas dominantes de la desinfección UV son la necesidad del mantenimiento y del reemplazo frecuentes de la lámpara y la necesidad de un influente de baja turbiedad y bajo contenido de materia orgánica para evitar que cualquier sólido presente en el agua a desinfectar pueda proteger a los microorganismos de la luz UV.

El ozono (O₃) es generado a partir del oxígeno con un potencial de alto voltaje. El ozono es muy inestable y reactivo y oxida la mayoría del material orgánico con que entra en contacto, de tal manera que destruye muchos microorganismos. El ozono se considera ser más seguro que el cloro porque genera menor cantidad de subproductos. Una desventaja de la desinfección del ozono es el alto costo del equipo de la generación del ozono e instalaciones.

Plantas paquete de tratamiento de aguas residuales para pequeñas poblaciones

Se han producido las plantas del paquete para tratar las aguas residuales de pequeñas poblaciones con la idea de utilizar menos espacio, operar con flujo intermitente o alcanzar estándares ambientales más altos. Tales plantas combinan a menudo todas o por lo menos dos o tres etapas principales del tratamiento convencional.

Las plantas paquete son un alternativa viable para fraccionamientos, centros comerciales, hoteles, etc. La capacidad de tratamiento de plantas chicas puede ir desde 3 m³/día hasta 30 m³/día (40 a 200 personas), o hasta 5 Lps para plantas más grandes (3,000 personas). Las plantas más chicas generalmente constan de una sola unidad mientras que las medianas o grandes se constituyen de dos o tres unidades. Estas plantas tienen la flexibilidad para adaptarse a un crecimiento modular. El efluente será capaz de cumplir con los valores permisibles de las normas para descargas de aguas residuales al alcantarillado o cuerpos de agua nacionales.

Los sistemas más comunes son los que aplican alguna modalidad de lodos activados en combinación con sedimentación, filtración y desinfección con cloro. Las plantas más grandes incorporan también tratamiento de lodos. Están equipadas con bombas para impulsión o transferencia del agua, controles automáticos de operación, sopladores y difusores de aire y dosificadores de cloro.

Algunos ejemplos de plantas paquete de lodos activados se presentan en las Figuras 42 y 43.



Figura 42. Planta paquete de 3 m³/día: lodos activados, sedimentación y filtración (Bioséptic).

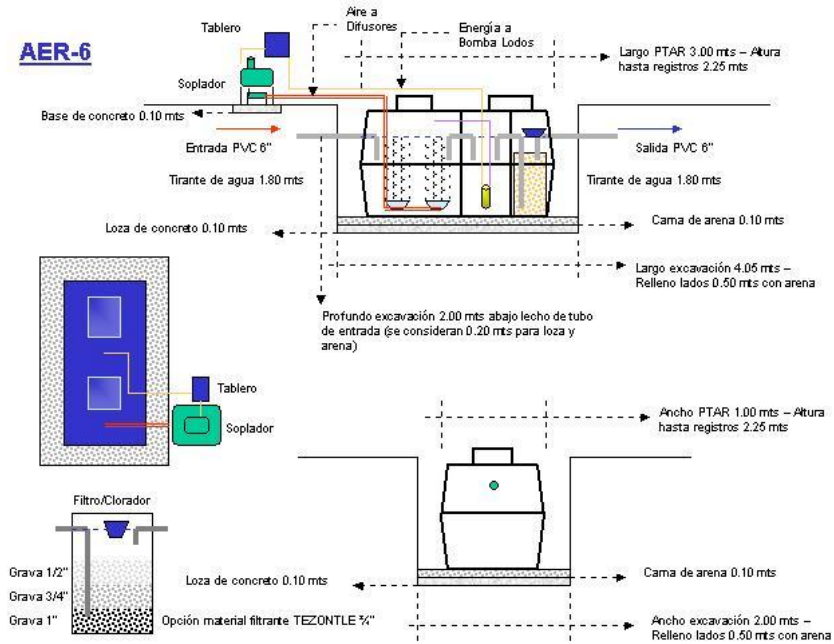


Figura 43. Diagrama de una planta paquete de 3 m³/día basada en lodos activados (Bioséptic).

Elementos constitutivos y procesos para una planta paquete de 30 m³/día (Planta paquete mediana con pretratamiento anaeróbico y tratamiento secundario de lodos activados en dos etapas (Bioséptic).

1. Cámara para pre-tratamiento anaerobio y eculización de cargas orgánicas
2. Cámara para aireación primaria
3. Cámara para aireación secundaria
4. Cámara para sedimentación
5. Cámara de filtración ascendente (gravas graduadas)
6. Cámara de cloración

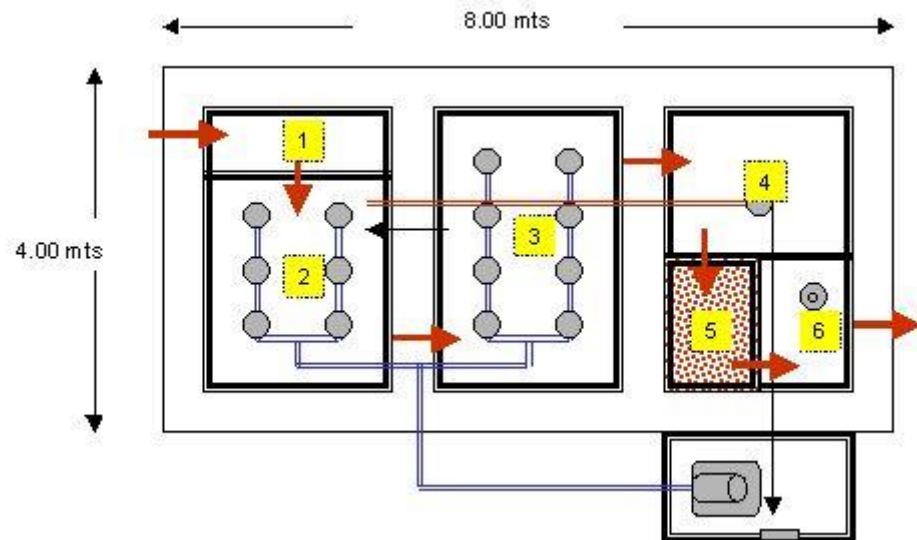


Figura 44. Planta paquete mediana con pretratamiento anaeróbico y tratamiento secundario de lodos activados en dos etapas (Bioséptico).

Con los principios básicos y procesos que la planta paquete anterior, existen otros tamaños con mayor capacidad de tratamiento, por ejemplo 3 *Lps* como la mostrada en la Figura 45. Por su sistema de construcción modular esta planta tiene dos trenes de tratamiento de 1.5 *Lps* cada uno (Planta paquete para 3 *Lps* con pretratamiento anaeróbico, lodos activados, filtración y tratamiento de lodos (Bioséptico).

Elementos constitutivos y procesos:

1. Desarenador
2. Criba
3. Distribuidor de Flujo principal y pre-tratamiento anaerobio (tanque séptico)
4. Distribuidores de Flujo secundarios y pre-tratamiento anaerobio (tanque séptico)
5. Cámaras de aireación o biodigestores (lodos activados)
6. Sedimentadores
7. Cámaras de filtración con filtros externos de arenas silíceas y carbón activado
8. Cámaras de Cloración
9. Digestores de lodos
10. Lechos de secado de lodos

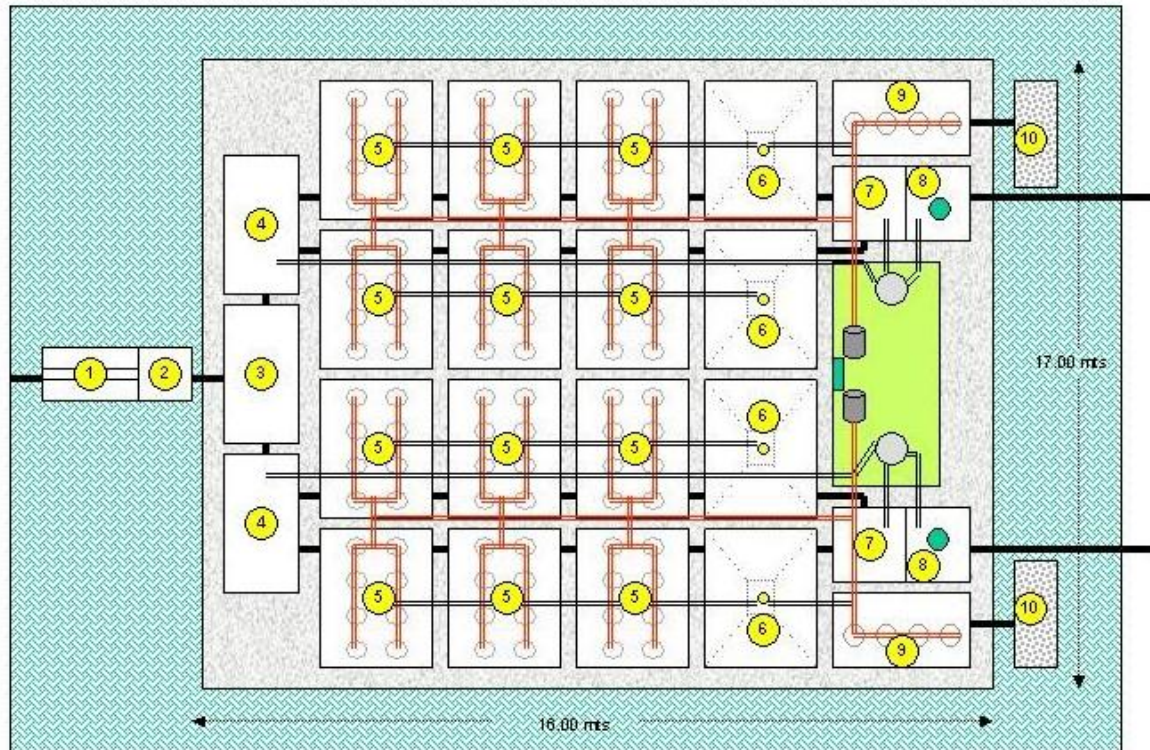


Figura 45. Planta paquete para 3 Lps con pretratamiento anaeróbico, lodos activados, filtración y tratamiento de lodos (Bioséptico).

Otros sistemas de plantas paquetes combinan tratamiento anaerobio y aerobio. Un ejemplo de esto es el reactor secuencial batch (SBR, por sus siglas en inglés). El agua residual cruda influente se mezcla con el lodo activado ya existente en el tanque y se mantiene en agitación con o sin aireación, durante ciertos periodos de tiempo, según se requieran etapas aeróbicas, anóxicas o anaeróbicas. Después, se paran la agitación y la aireación y se deja que los flóculos sedimenten para posteriormente decantar el agua sobrenadante. El proceso se repite consecutivamente (Reactor secuencial batch en planta paquete (Bistec)).

La desventaja de este proceso es que requiere un control estricto, y por lo mismo automático, lo que lo hace un sistema complejo y de alto costo.

Existen plantas con capacidades de 1.9 a 56.8 metros cúbicos por día. Se construyen en fibra de vidrio y concreto, con tuberías y Accesorios de PVC y acero inoxidable.



Figura 46. Reactor secuencial batch en planta paquete (Bistec).

Otra opción tecnológica es un tren conformado por los siguientes procesos:

- Rejillas, desarenador, trampa de grasas
- Tratamiento biológico anaeróbico: reactores UASB
- Tratamiento biológico aeróbico: filtros percoladores
- Sedimentadores secundarios

Esta planta entrega una agua transparente y sin olor, con remoción del 90 % de la DBO, y que contiene más de 1 mg de oxígeno por litro, Requiere de una área de solo 0.1 m² por habitante. La producción de lodo es de solo 0.5 m³ para cada 1.000 m³ de aguas residuales, y se trata de un lodo fermentado y de fácil deshidratación en lechos de secado. Plantas paquete de este tipo tienen capacidad para tratar las aguas residuales de 20 hasta 250 viviendas y se construyen en fibra de vidrio.

Dentro de las plantas paquete basadas en lodos activados de biomasa fija, están los biocontactores rotativos (Figura 47).

El proceso es sencillo, de muy bajo costo de operación y alta eficiencia. El tren básico de tratamiento consiste en un tanque de sedimentación primaria, biocontactores rotativos y clarificador.

La tecnología basada en los biocontactores rotativos aplica en el principio de oxigenación biológica de materia contaminante por medio de biomasa que crece de manera natural y espontánea sobre la superficie en rotación. Este movimiento de los biocontactores, suministra a los microorganismos adheridos sobre la superficie, el "alimento" y el oxígeno necesarios para su crecimiento.



Figura 47. Biocontactor rotatorio (ACS Medio Ambiente).

Sobre la superficie del biocontactor, se desarrolla una capa biológica que llega a tener grosor de 2 a 4 mm. Las unidades rotan a diferentes velocidades dependiendo del diámetro. Por lo general va de 2 a 4 revoluciones por minuto con un 42% de la superficie sumergida.

La rotación de los biocontactores, alterna con la exposición de la biomasa al aire y al agua, que son condiciones indispensables para su desarrollo. La biomasa desprendida de la superficie sedimenta en el clarificador donde forma lodos secundarios. Los lodos gradualmente se estabilizan y retiran en forma periódica para su depósito final.

Estos sistemas de tratamiento de aguas residuales aunque pueden ser muy eficientes en remoción de materia orgánica, tradicionalmente han tenido problemas mecánicos y no son de fácil mantenimiento. Las partes electromecánicas y mecánicas que forman la planta son: un motorreductor, flecha con biocontactores, chumaceras, baleros, cadenas, etc.

Ventajas:

- Arranque rápido espontáneo sin necesidad de sembrar cultivo
- Capacidad de manejar amplio rango de flujo y carga contaminante
- Muy bajo costo de operación debido al bajo consumo de energía (60% debajo de lodos activados)
- No se requiere personal especializado para la operación del equipo
- No genera aerosoles
- Facilidad de crecer y/o operar de manera modular
- Baja producción de lodo y excelente control del proceso

El tratamiento del lodo

Los sólidos primarios gruesos y los biosólidos secundarios generados durante el tratamiento de aguas residuales se deben tratar y disponer de una manera segura y eficaz. Este material a menudo se contamina inadvertidamente con los compuestos orgánicos e inorgánicos tóxicos (por ejemplo: metales pesados). El propósito del tratamiento es reducir el volumen de agua, la

cantidad de materia orgánica y el número de los microorganismos presentes en los sólidos. Las opciones más comunes del tratamiento incluyen la digestión anaerobia, la digestión aerobia, el espesamiento, el secado, el composteo tradicional y el vermicomposteo.

Reúso del agua residual tratada para aumentar disponibilidad en fuentes de abastecimiento de agua potable.

En el caso de que la presa la Concepción se usara como fuente de abastecimiento para uso público, se requeriría, además de una planta potabilizadora, considerar lo siguiente:

Para recomendar el reúso potable indirecto como una forma de aumentar los volúmenes de agua disponible en fuentes de abastecimiento, se deben analizar factores importantes como son el crecimiento de la población, fuentes alternativas de abastecimiento escasas y lejanas, el deterioro de la calidad de las fuentes actuales, los costos asociados a cada alternativa y la percepción de los usuarios sobre el tipo de fuente, porque esto incidiría en la aceptación o rechazo público del proyecto. Es necesario aclarar que la potabilización de fuentes con descargas de aguas residuales, aún tratadas, requiere de un tren de tratamiento con mayor número de procesos.

Por otro lado, es sabido que en la historia del tratamiento de aguas residuales, éstas han sido descargadas a los cuerpos de agua cercanos a la ubicación de las plantas de tratamiento y que algunas de ellas descargan a cuerpos de agua que son fuente de abastecimiento aguas abajo de la descarga; el ejemplo más claro en nuestro país es el Río Lerma, que recibe descargas de aguas residuales tratadas y sin tratar que finalmente llegan al Lago de Chapala, que es una fuente de abastecimiento para uso y consumo humano (potable), previa potabilización para la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

Este esquema se observa en muchas partes del mundo y es lo que se conoce como un reúso potable indirecto sin estudios ni planeación. La práctica anterior se ha venido restringiendo por el deterioro cada día mayor de la calidad de los cuerpos de agua y por el avance del conocimiento en los efectos de sustancias tóxicas y cancerígenas, que están presentes en el agua y que se detectan por el avance de los métodos analíticos.

El agua residual tratada ha sido reusada de manera exitosa en un amplio rango de reúsos no potables como son el riego de áreas verdes, riego agrícola, procesos industriales, agua de enfriamiento, agua para excusados, lavado de carros, uso recreacional, protección contra incendios, limpieza de calles y comercios, construcción, etc. En general, estas prácticas son aceptadas actualmente en casi todo el mundo bajo reglamentos y requisitos de calidad, de acuerdo con el reúso propuesto.

En el reúso potable indirecto, planeado, para aumentar las fuentes de abastecimiento, se incorpora el agua residual tratada a la fuente de abastecimiento que a su vez alimenta a la planta potabilizadora.

En este esquema planeado, existe un control estricto en cantidad y calidad del agua tratada, de tal manera que existen diversas barreras de protección para el usuario, tales como derivaciones (*by passes*), colocadas en la planta de tratamiento de aguas residuales para controlar gasto y calidad requeridos en la fuente (normalmente se parte de la base de que la calidad del agua tratada tiene que ser igual o mejor a la de la fuente existente o bien cumplir con la norma de agua potable, en nuestro caso la Norma Oficial Mexicana **NOM-127-SSA1-1994**, “Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse al agua para su potabilización”), así como la mezcla, dilución y dispersión que se pueda lograr en la fuente de abastecimiento. Aún así, la aceptación pública es un factor importante para implementar este esquema.

La separación física del punto de generación hasta el punto de entrega, el tiempo de retención, la mezcla, la dilución y la dispersión, implican un beneficio debido a que el agua residual tratada recibe una purificación adicional de los ecosistemas naturales presentes en los cuerpos receptores, ejemplos de estos sistemas, incluyen el decremento en población de microorganismos por muerte natural o depredación, pérdida de compuestos volátiles orgánicos (VOCs) en la superficie del agua, dilución y dispersión de contaminantes específicos, que presupone que el agua de dilución es de mejor calidad que el agua residual tratada, esto no siempre es cierto pues en algunos proyectos propuestos de reúso potable indirecto, los resultados de calidad del agua, indican que el agua tratada es de mejor calidad que el agua del cuerpo receptor o fuente de abastecimiento. Es cierto también que algunos cuerpos de agua, al recibir agua residual tratada, presentan efectos adversos como es el crecimiento de algas y la degradación de la calidad.

El reúso potable indirecto ha ido ganando terreno, sin embargo, debemos desarrollar este tipo de proyecto cuidadosamente, evaluando algunas consideraciones importantes como son la localización del punto de descarga y el punto de extracción, el estudio hidrológico de la cuenca o del acuífero y el porcentaje que representa el volumen de agua tratada con respecto al total de la fuente, tanto en época de lluvias como en estiaje, detectando los casos extremos para mezcla, dilución y tiempo de retención del sistema; es importante detectar posibles contaminaciones no puntuales en la cuenca que puedan afectar al cuerpo de agua.

Los ejemplos de proyectos de reúso potable directo e indirecto, incluyen diversos aspectos que deben considerarse para tener una base sólida de resultados, se requieren estudios de factibilidad, integral de calidad del agua, hidrológico y de la cuenca receptora y del acuífero, pruebas de tratabilidad para determinar y diseñar esquemas de tratamiento que proporcionen la calidad requerida, similar a la fuente, estudios de evaluación de riesgo a la salud pública, etc.

Los tratamientos de las aguas residuales propuestos en proyectos demostrativos o a escala real para reúso potable indirecto, incluyen, además del tratamiento secundario, un tratamiento terciario como la precipitación química con cal, filtración en lechos profundos de arena, adsorción en carbón activado y desinfección. Otros trenes incluyen micro filtración y ósmosis inversa. Estos tratamientos son probados en plantas piloto, integrando diversos trenes, para después evaluar la calidad del agua de cada uno de ellos, en los parámetros físico – químicos y microbiológicos tradicionales y con pruebas toxicológicas que determinan los efectos potenciales a la salud, asociados con el agua residual tratada.

La infiltración de los efluentes de las plantas de tratamiento, hacia el subsuelo con la finalidad de que la zona vadosa y la zona saturada provean al agua inyectada un tratamiento adicional, se conoce como sistemas de tratamiento acuífero-suelo. Ejemplos de estos sistemas son el proyecto de la región de Dan en Israel, así como proyectos tanto en los estados unidos como en Europa (Holanda y Alemania).

Estos sistemas son capaces de remover orgánicos biodegradables, sólidos suspendidos, y virus y bacterias. También pueden remover gran parte del fósforo y reducir significativamente las concentraciones de nitrógeno y metales pesados. Estos sistemas apropiadamente diseñados y operados pueden producir agua clara y sin olor.

6.1.1.2. Recarga de los acuíferos

La recarga es el proceso de incorporación de agua a un acuífero producido a partir de diversas fuentes: de la precipitación, de las aguas superficiales y por transferencias de otro acuífero o de un acuitardo. Este proceso es de suma importancia, por la magnitud del volumen de agua subterránea utilizada por los principales usuarios en México, y específicamente en la cuenca.

Como se menciona, en el apartado de acuíferos de la Descripción del Medio natural, la mayor superficie (93%) de la cuenca Presa la Concepción se localiza sobre el acuífero Cuautitlán-Pachuca, el cual es uno de los tres acuíferos más sobreexplotados del país. La disponibilidad en 2002 resultó ser de -40,431,762 m³/año, y para el 2009 tiene un déficit documentado de -189.99 millones de metros cúbicos, muy superior al reportado en 2002.

Dicha sobreexplotación ahora obliga a buscar nichos de agua cada vez más profundos, dado que en el año de 1969 el líquido se encontraba a 10 metros de profundidad; para 1996 estaba a 60 metros, pero actualmente hay que excavar más de 150 metros para encontrar el recurso hídrico.

Con base en lo anterior se observa la necesidad de revertir este fenómeno y promover acciones que permitan la recarga natural o artificial de agua a capas subterráneas en la cuenca, ya que a pesar que actualmente en la cuenca existe disponibilidad de agua, en un futuro no muy lejano es probable que el escenario cambie.

Existen diversos factores que intervienen en el proceso de recarga de acuíferos, entre los principales se encuentra el tipo de suelo, la cubierta vegetal, la densidad forestal. Es importante mencionar que las zonas que actualmente continúan propiciando la recarga del acuífero Cuautitlán Pachuca en la cuenca es en las zonas con mayor cobertura vegetal.

En este caso los suelos conservados y con mayor porcentaje de cobertura vegetal se ubican principalmente en las partes altas de la cuenca, donde las zonas han sido decretadas como áreas naturales protegidas. Estas zonas cubren una superficie de 3, 371.63 ha equivalente al 18.6% de la superficie de la cuenca, sin embargo un gran porcentaje de dichas zonas presenta claros por tala ilegal y cambio de uso de suelo.

A pesar de los esfuerzos por conservar las zonas protegidas en la cuenca, estas áreas al igual que las áreas verdes cada vez se ven más reducidas. Por lo cual se pretende incrementar esta recarga con prácticas de reforestación, para aumentar la captación de agua y recarga del acuífero, así como asegurar la conservación de los recursos naturales y la continuidad de los bienes y servicios ambientales que presta la cuenca.

El acuífero de Cuautitlán-Pachuca es de tipo semiconfinado, considerando los materiales de esta unidad: de basaltos, brechas y tobas intercaladas con materiales piroclásticos finos y sedimentos lacustres, se consideran altamente permeables.

6.1.1.2.1. Realizar campañas sustentables de reforestación y su cuidado posterior

En zonas cubiertas con bosques, la mayor parte del agua se infiltra en el suelo recargando los acuíferos o bien es absorbida por la vegetación. En estos ambientes, el escurrimiento superficial sobre las laderas suele ser escaso y el agua infiltrada reaparece en la superficie con un cierto retardo en los cursos de agua como resultado de la descarga.

La reforestación es un proceso que permitirá la disminución de escorrentía y por ende incrementará la infiltración de agua. Es importante cuantificar la superficie susceptible de reforestación y considerar el uso de especies nativas y/o endémicas de la región para la reforestación.

Algunas de las acciones a para reforestación son: la colecta de semilla y producción de planta. En la colecta es necesario considerar la fecha de recolección e identificar las especies de interés, que preferentemente se desarrollan en la cuenca y que entre otras características tengan las siguientes: de rápido crecimiento y amplio poder de adaptación en diferentes suelos degradados.

Respecto a la producción de la planta es necesario considerar el beneficio de la semilla, uso de insumos de calidad y recurrir a un estricto control de la planta, asegurando tener la planta en las fechas indicadas al momento de realizarse la reforestación.

Para reforestar, es necesario tener claramente identificados los sitios o terrenos a utilizar para coordinar los trabajos de conservación de suelo y agua, se recomienda que la plantación sea en el mes de julio considerando la humedad del suelo y época de lluvia. Una vez que se tiene la plantación queda establecida es necesario darle seguimiento al cuidado para asegurar su protección y mantenimiento: vigilancia continua de la reforestación; control del ataque de roedores y hormigas, exclusión del ganado, realización de brechas corta fuego; deshierbes; replantaciones; riegos de auxilio entre otras que nos permitirán la permanencia de los índices de supervivencia deseados.

Cabe señalar que este tema está relacionado con la línea de acción de Conservación del medio ambiente en reforestación.

Actualmente las zonas protegidas en la cuenca permiten la recarga natural del acuífero, pero estas áreas al igual que las áreas verdes cada vez se ven más reducidas, por lo que se deben realizar los estudios pertinentes para valorar la ejecución de los proyectos de recarga artificial.

La recarga intencional representa una importante estrategia para la gestión integral del agua en la cuenca, porque permite almacenar el agua sin pérdidas por evaporación, sirve para disminuir las tasas de sobreexplotación y generalmente sirve para mejorar la calidad de las aguas recargadas. Afortunadamente, existen condiciones geológicas favorables para la recarga intencional en la cuenca, especialmente en las permeables suelos agrícolas y cerros.

El programa requiere una inversión total de 70 MDP (3.5 MDP anuales). Las zonas con mayor inversión se concentran en la parte Otomí-Mexica y en la Sierra de Tepetzotlán, en las cuales se ubican las mayores concentraciones de especies maderables; y el resto para áreas verdes distribuidas dentro de las mayores concentraciones urbanas y áreas con potencial de reforestación.

Las inversiones tienen carácter de inmediato, pero se recomienda efectuarlas una vez que se elaboren programas para tal fin; estos lineamientos deberán favorecer en todo momento el empleo de especies nativas y/o el fomento de plantaciones comerciales. Como primer responsable y cumpliendo las atribuciones con las cuales fue establecida, se recomienda a la entidad estatal PROBOSQUE para el cumplimiento de esta actividad, aprovechando de esta manera la amplia experiencia con la que cuenta su cuadro de profesionistas y técnicos. De forma co-responsable se puede considerar a la Secretaría del Medio Ambiente y a la CONAFOR.

6.1.1.3. Conservación de los manantiales

6.1.1.3.1. Inventariar los manantiales existentes a lo largo de la cuenca

Aunque en la cuenca se tienen identificados ciertos manantiales, no se tiene una idea real de la cantidad de manantiales, así como de su producción de agua actual. Por lo que es necesaria la identificación e inventario de dichos manantiales. Será de utilidad la identificación de manantiales perennes y efímeros.

Al tener inventariados los manantiales se puede conocer el comportamiento de éstos, respecto al gasto producido a lo largo del año y con ello poder aprovecharlos para lograr una mayor cobertura del abastecimiento a las localidades.

En base a este gasto se pueden formular opciones de aprovechamiento como fuentes de abastecimiento de agua potable para localidades cerca de ellos o aguas abajo, o en su caso conservarlos como refugio de flora y fauna silvestres.

Este estudio tendría un costo cercano a los 0.8 MDP a realizarse en 2 años. La responsable para el cumplimiento de esta actividad será la SEMAGEM. De forma co-responsable se puede considerar a la CONAGUA y SAOP,

6.1.1.3.2. Regularizar los manantiales que se emplean para el suministro de los pueblos para el uso doméstico

Además de la identificación de los manantiales, es necesaria la regulación de los mismos. Realizando el registro de los concesionarios y de los volúmenes de agua a que tienen derecho, con la finalidad de tener conocimiento y en determinado grado de un control de dichos aprovechamientos.

En caso de manantiales sin concesiones será de gran importancia su conservación para evitar contaminación por residuos sólidos e invasión por cambio de uso de suelo.

La primera entidad responsable de esta acción será la CONAGUA y como corresponsable se propone a la CAEM. Para realizar esta acción se requerirá un costo de 1 MDP.

6.1.1.4. Suministro de agua potable a comunidades

6.1.1.4.1. Dotación de servicios de agua potable con calidad y eficiencia (costo real e incentivos para quien preserve las áreas de captación)

De acuerdo al diagnóstico que se realizó existen al menos 12 sistemas de agua cubriendo un total de 28 poblaciones en los 4 municipios que conforman la cuenca de la Presa la Concepción. La cobertura de la red de agua potable varía desde un 67% a un 90% en dependiendo de la comunidad, y en la tabla que se muestra a continuación se proporcionan la estimación en número de habitantes que se beneficiaran al invertir principalmente en extender las redes de agua potable.

Como se aprecia en el Cuadro 33 es necesario hacer inversión para la extensión de estas redes para lograr la cobertura al 100% de sus habitantes.

Por otro lado cabe mencionar que algunas de los sistemas ya tienen más de 35 años de antigüedad por lo que se requiere de una inversión fuerte no solo para expandir sus redes sino para fortalecer la red existente actual. Estos sistemas de agua potable son Tepetzotlán, Santa Cruz y Cahuacán.

Otra de las deficiencias en el servicio de agua potable es la falta de dotación con calidad y eficiencia. Lo anterior se debe como ya se mencionó a la cobertura del sistema, en gran parte a la falta de la actualización del padrón de usuarios e instalación de medidores, por otro lado es claro que existen muchas pérdidas por fugas por lo que se requiere mejor la red de conducción. Algunos sistemas como en el sistema que opera en Cahuacán no se efectúa ningún tipo de tratamiento para potabilizar el agua como lo sería la cloración. El agua que se capta en los manantiales llega tal cual a los usuarios.

Cuadro 33. Relación de poblaciones de la cuenca que requieren ampliar la red de agua potable.

Nombre de la población	Número de Habitantes (estimado)	% de cobertura de población en agua	% de Red de agua potable faltante	Número de habitantes estimado a cubrir con expansión
Municipio de Cuautitlán Izcalli				
Santa María Tianguistenco y Ejido El Rosario	2120	90	10	212
San Pablo de Los Gallos	780	90	10	78
Huilango	3100	90	10	310
Municipio de Tepotzotlán				
Axotlán, Ejido Axotlán, El Cerrito y Cuatro Milpas	2500	90	10	250
Tepotzotlán (Barrio de Texcacoa, Barrio San Martín y Barrio La Luz)	50000	90	10	5000
Cañada de Cisneros	3100	95	5	155
Santiago Cuautlalpan y Santiago El Alto	15000	95	5	750
San Mateo Xoloc	7000	70	30	2100
Santa Cruz	1500	90	10	150
Municipio de Nicolás Romero				
San José El Vidrio y Ejido San José	2500	90	10	250
Santa María Magdalena Cahuacán y Ejido Cahuacán	6000	67	33	1980
San Francisco Magú, Los Pilares, Ejido Magú, El Esclavo, Barrio La Luz, San José, Puerto Magú y Colonia El Mirador	15000	100	0	0
Municipio de Villa del Carbón				
Tamanacoya	46	0	100	46

En la cuenca, el uso Público Urbano tiene más concesiones de aprovechamiento las cuales son 7, principalmente destinadas al abastecimiento de agua potable, sin embargo, de acuerdo al diagnóstico existe una tendencia a la escasez de agua.

Por lo anterior se sugiere actualizar el padrón de usuarios de los sistemas de agua potable, así como la instalación de medidores para realizar un cobro eficiente y real. Con lo anterior también se pretende fomentar una cultura hacia el cuidado del agua, promoviendo el uso racional de la misma.

De igual forma se determinarán criterios y se implementará un sistema para el otorgamiento de incentivos a quienes preserven y conserven áreas de captación principalmente en la cuenca alta y media.

Estas acciones tienen un costo de 196 MDP a desarrollarse durante el periodo de 2010 a 2030, con una inversión anual de 9.8 MDP y estará a cargo de los Ayuntamientos.

6.1.1.4.2. Identificar aprovechamientos clandestinos (de aguas superficiales y subterráneas)

La falta de registro de los pozos inhibe la regularización voluntaria por parte de los usuarios de la situación administrativa y fiscal en materia de derechos de agua, al enfrentarse éstos a la posibilidad de ser fuertemente sancionados por las autoridades del agua.

Asimismo, la no inscripción de aprovechamientos de agua en el registro correspondiente impide que la autoridad en materia de agua realice eficientemente su tarea de identificar el universo de quienes usan o aprovechan aguas nacionales, así como los volúmenes de aprovechamiento.

Por ello, es necesario inscribir sus pozos o aprovechamientos de agua en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), así como regularizar la situación fiscal y administrativa en materia de derechos de agua, sin ser objeto de multas, recargos o sanciones de ningún tipo durante el plazo perentorio para registro.

Por tanto, y a efecto de continuar impulsando y fortaleciendo las actividades de los sectores agrícola, silvícola, pecuario y agrícola, a la vez de facilitar a las autoridades del agua la eficiencia de sus actividades y el desarrollo e implementación de una política en materia hidráulica acorde a las necesidades de los nuevos tiempos.

Por lo anterior será necesaria la identificación de aprovechamientos no regularizados para su registro o cancelación de acuerdo a los lineamientos pertinentes. El REPGA tiene una base de registro de quienes tramitan, conforme a la LAN, concesiones y asignaciones, pero es necesario actualizar sus inventarios para disminuir las tomas clandestinas tanto las superficiales como subterráneas, con el fin de contar con un registro de volúmenes por uso y descargas confiables.

Es indispensable alcanzar una comunicación fluida entre los habitantes de la cuenca y las autoridades de los 3 niveles de gobierno para hacer cumplir la LAN (Ley de Aguas Nacionales).

Es decir, se debe fomentar la “denuncia ciudadana” acerca de la existencia de explotaciones de aguas nacionales o descargas fuera de la ley, pero también las autoridades deben actuar con la debida prestancia y firmeza para ejercer sus atribuciones en el marco de la ley y corregir las anomalías denunciadas; el no hacerlo fomenta la comisión de estos ilícitos y desalienta la participación ciudadana.

La Comisión de Cuenca coordinará esta acción apoyada de la CONAGUA y con personal de organismos operadores. Se estima un costo de 3 MDP para realizar esta acción en un año.

6.1.1.4.3. Realizar el balance hídrico de la cuenca

Dentro de los métodos útiles para llevar a cabo una evaluación de los recursos de agua de una región se encuentra el del cálculo del balance hídrico. Con ello, se contribuye a conocer el ciclo hidrológico y a predecir cambios en el régimen de los ríos y arroyos.

Para la cuenca se realizó el balance hídrico, sin embargo es necesario realizar un balance general conociendo el volumen total de los usos con el recarga anual estimada. Es necesario estimar con mayor exactitud el balance, por lo que se propone concluirlo e incluir el análisis de opciones viables para el abastecimiento futuro del agua en la cuenca, que podrían incluir el aprovechamiento de agua superficial liberada de la contaminación, así como, información del aforo de los ríos y de los manantiales.

El análisis del balance hídrico tiene un costo estimado de 0.75 MDP a realizarse en un año y como responsable estaría la CONAGUA.

6.1.1.4.4. Instrumentación de la cuenca

Es necesario resaltar que en la actualidad se cuenta con pocas estaciones climatológicas dentro de la cuenca (de hecho solo existen tres estaciones) y es importante mencionar que en la zona en donde la precipitación pluvial toma sus mayores valores es necesario contar con estaciones para realizar los registros. Por lo que se propone la instalación de estaciones climatológicas.

La inversión para las estaciones climatológicas propuestas es de alrededor de 0.1 MDP por cada una. Es necesario delimitar un área restringida de 2 x 2 metros, con maya ciclónica para evitar el vandalismo y otros factores que puedan dañar el equipo de medición, considerando el establecimiento de ocho estaciones es costo aproximado sería de 0.8 MDP. También se propone la contratación de personal que se encargue de la toma de lecturas o la recolección de la información, o recurrir a los alumnos de las instituciones educativas como parte de su servicio social.

También es necesario establecer estaciones hidrométricas pues las que existen están localizadas aguas debajo de la cortina de la presa La Concepción, lo que puede ayudar en un posible estudio de correlación lluvia, escurrimiento, almacenamiento en la presa. La medición de las variables hidroclimatológicas son las que nos van a indicar la oferta de agua superficial

que se genera en la cuenca provocada por la precipitación pluvial y de cierta cantidad de agua subterránea emanada por los manantiales existentes dentro de la cuenca.

Es importante mencionar las ventajas de contar con estaciones, pues conociendo el comportamiento de la precipitación pluvial y el escurrimiento superficial provocado por ella, es posible determinar la infraestructura necesaria para la protección contra inundaciones, así como que tan viable es la práctica de la cosecha de agua en la cuenca.

Mediante el auxilio de un operador que reside o trabaja en las proximidades de la estación o como en el caso de las estaciones climatológicas apoyarse en alumnos de las instituciones educativas, se registra en planillas los niveles observados a horas preestablecidas y todo evento relevante para el funcionamiento de la estación. Estas planillas se remitirán mensualmente al Servicio Meteorológico Nacional y a la Comisión de Cuenca de la Presa la Concepción.

Existen también formas de medición automática, donde es posible o necesario, por la topografía del lugar, la existencia de infraestructura y accesos mínimos o la importancia de la sección de medición, se colocan además instrumentos automáticos de registro continuo (limnógrafo), de funcionamiento mecánico o electrónico. Esta automatización de las estaciones permite tener una mayor continuidad de datos y reducir factores de falla por factor humano, pero en cambio aumenta drásticamente el volumen de información a almacenar y requiere mayor especialización en la instalación, operación y mantenimiento de los instrumentos.

La inversión para este caso es de aproximadamente 0.1 MDP por estación y se propone la instalación de 10 estaciones en toda la cuenca, lo que da una inversión aproximadamente de 1.0 MDP.

La CONAGUA será la encargada de la instalación de las estaciones climatológicas e hidrométricas y la operación puede recaer en personal de la CCPC o instituciones que apoyen a la Comisión de Cuenca.

El costo global de instrumentar la cuenca ascendería a 1.8 MDP.

6.1.1.4.5. Identificar las áreas donde hay mayor sobreexplotación del recurso agua procurando el equilibrio del acuífero

Mediante la realización del balance hídrico e identificación de aprovechamientos se detectarán las áreas de mayor sobreexplotación con la finalidad de no exceder los suministros viables y disponibles de agua potable.

Las Autoridades Federales y Estatales serán las encargadas de asegurar el legal aprovechamiento de las fuentes de abastecimiento, tomando en cuenta dicho balance y procurando un balance entre recarga y extracción. Lo anterior para asegurar un suministro permanente y evitar la sobreexplotación.

Se estima un costo de 0.8 MDP y la responsable para realizar esta acción sería la CONAGUA con apoyo de la CAEM en un periodo aproximado de 2 años.

SANEAMIENTO DE CUERPOS DE AGUA

6.1.1.5. Saneamiento de barrancas

6.1.1.5.1. Identificar las barrancas y cuantificar los volúmenes de desechos sólidos

Como ya se ha mencionado en este estudio, una de las principales problemáticas de la cuenca Presa La Concepción es la contaminación del agua, donde adicional a la descarga de aguas residuales a los arroyos también se debe a la disposición de residuos sólidos a cuerpos de agua, barrancas, arroyos, canales y ríos. Se observan diversos lugares clandestinos en donde se han vuelto depósitos de basura.

Es común observar en barrancas la presencia de diversos residuos, entre los que se encuentran plásticos, generalmente bolsas de polietileno, las cuales dan un mal aspecto y contribuyen a la contaminación de cuerpos de agua (Figura 48), pues son transportados por la lluvia o el viento, provocando inundaciones en las partes bajas.



Figura 48. Contaminación de barrancas en la cuenca alta de la Presa La Concepción, por desechos sólidos.

Factores ambientales como el aire y la lluvia favorecen al transporte de los residuos hacia diversos sitios, siendo uno de ellos el cauce del Río Tepotzotlán.

Es importante por lo anterior realizar la identificación de barrancas cuya problemática se centre en contaminación por residuos sólidos. Una vez conociendo los sitios más afectados por este problema se puede atender y atacar el problema.

Adicionalmente a lo anterior se requiere conocer el volumen generado de residuos sólidos, con la identificación de las barrancas se puede realizar la cuantificación del volumen de estos desechos o en su caso una estimación de los mismos. Actualmente se generan más de 53 toneladas por día de desechos sólidos en la cuenca, y es obvio que un gran porcentaje es depositado en lugares no establecidos. Sin embargo no se tiene precisión del volumen depositado en barrancas.

El costo estimado para la identificación y cuantificación de desechos sólidos en barrancas es de 1.2 MDP a realizarse en un año. Actividad que estaría a cargo de la Comisión de Cuenca.

6.1.1.5.2. Identificar los cuerpos de agua y cuantificar los volúmenes de desechos sólidos

Aunado a la actividad anterior, se propone también identificar los cuerpos de agua así como el volumen de desechos sólidos en ellos depositados. La recolección de basura no se realiza en todas las localidades y gran cantidad de residuos sólidos es transportado hacia cuerpos de agua como presas, arroyos y canales (Figura 49).



Figura 49. Contaminación de barrancas en la cuenca alta de la Presa La Concepción, por desechos sólidos.

El incremento de la población traerá como consecuencia el aumento de consumo de productos y por ende una mayor generación de basura. Actualmente ya es común observar gran cantidad de desechos sólidos a lo largo de la red hidrográfica de la cuenca, pero si no se toman medidas correctivas eficientes la contaminación aumentará.

Con base en lo anterior se propone la identificación de cuerpos de agua y el volumen de desechos sólidos en ellos vertido. Toda vez que con esta información se facilite la limpieza y saneamiento de cuerpos. Como se mencionó anteriormente, actualmente se generan toneladas

de desechos sólidos en la cuenca, y en zonas rurales donde no hay sistema de recolección de basura, esta es quemada, sin embargo mucha de esta tendrá como destino final los cauces.

El costo estimado para la identificación y cuantificación de desechos sólidos en cuerpos de agua es de 1.2 MDP a realizarse en un año. La responsable de esta acción sería la Comisión de Cuenca con el apoyo de Ayuntamientos, la SEMAGEN, la CAEM y la CONAGUA.

6.1.1.5.3. Limpieza de barrancas y cuerpos de agua de la cuenca

Una vez cuantificados los volúmenes de desechos sólidos, así como los sitios de mayor impacto, se procederá a la limpieza de barrancas.

Esta actividad debe estar en coordinación con la actividad de desazolve de cuerpos de agua, ya que muchos de los sedimentos a remover en los cuerpos de agua también contienen desechos sólidos.

Al realizar el saneamiento de barrancas y cuerpos de agua, incluyendo cauces ayudará a prevenir obstrucciones en los cauces, desbordamientos, inundaciones y percances a los vecinos que habitan cerca de ríos y barrancas.

Es importante en esta actividad considerar a la población que se sumará al trabajo de limpiar, así como trabajadores y maquinaria pesada, para retirar azolve, botellas de plástico y animales muertos que arroja la población a los cauces.

Para esta actividad se tiene un costo estimado de 1 MDP, y considerando que se realice inversión cada diez años el costo para los tres periodos del 2010 a 2030 asciende a 3 MDP. Como instancia responsable se propone a la Comisión de Cuencas con el apoyo de Ayuntamientos, SEMAGEM y CAEM.

6.1.1.5.4. Desazolve de cuerpos de agua

En la cuenca una de las problemáticas adicionales a la contaminación del agua es el azolve de las presas y en general de los cuerpos de agua, es decir el depósito de los sedimentos acarreados por el agua. El azolve ha reducido la capacidad original de almacenamiento de las presas.

Las causas del azolve son la deforestación que se presenta en las partes altas de la cuenca impidiendo la protección del suelo y arrastre de sedimentos por las lluvias. Aunado a lo anterior las descargas de agua a los ríos y arroyos con grandes cantidades de sedimentos incrementa el azolve de cuerpos de agua.

Existen varias medidas para prevenir esta situación; entre éstas se pueden encontrar la reforestación, por medio de la cual se replantan árboles y se ayuda a combatir los efectos que se puedan dar por su ausencia. Otra opción es realizar las actividades agrícolas apropiadas,

implementando nuevos sistemas que no afecten de manera agresiva la movilización regular de sedimentos.

Sin embargo considerando el alto nivel de azolve en las presas presentes de la cuenca (Presa La Concepción, Presa El Rosario y Laguna de Axotlán) se propone el desazolve y remoción de sedimentos mediante el método del dragado, el cual consiste en remover el azolve y sedimentos por medio de maquinaria pesada (Figura 50).



Figura 50. Dragado de cuerpos de agua

Existen dos formas de remoción del sedimento sin vaciar los cuerpos de agua: dragado húmedo y seco. El primero de los métodos se realiza mediante succión del sedimento desde el fondo y posterior deposición en una balsa flotante. El sedimento se deposita rápidamente, mientras que el agua sobrante escurre directamente a la presa. Durante el proceso de dragado seco en cambio, el material removido es transportado a una planta de lavado donde el lixiviado se deposita en lagunas de sedimentación. El método de dragado seco otorga mejores resultados, ya que la presa no permanece turbia.

Es necesario conocer la cantidad de sedimentos para lo cual es indispensable realizar estudios técnicos más precisos que puedan determinar con certeza el nivel crítico de almacenamiento del volumen así como la cantidad de sedimentos que se encuentra en el fondo de las presa para que de esta manera se puedan iniciar acciones precisas para el desazolve de las mismas.

En cuerpos de agua de dimensiones menores, así como canales, arroyos y de desazolve puede emplearse el método mencionado anteriormente o puede apoyarse también de forma manual mediante faenas y con el cuidado necesario.

Para esta actividad se tiene un costo estimado para el periodo de 2010 a 2030 es de 30 MDP, considerando que se realizará cada 10 años. Serán los Ayuntamientos los responsables de esta acción con el apoyo de la CAEM, la CONAGUA y SAOP.

Los sedimentos muchas veces pueden ser reutilizados por los agricultores como un muy eficiente fertilizante; sin embargo, hay que tener en cuenta que este “lodo” no contenga sustancias contaminantes riesgosas.

Este método es solamente correctivo ya que, transcurrido suficiente tiempo, el azolve volverá a acumularse. Por lo que con las actividades mencionadas anteriormente y que se proponen en el plan hídrico como reforestación, prácticas de conservación de suelo y agua entre otras los sedimentos depositados disminuirán considerablemente.

DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL

Una de las problemáticas presentes en la cuenca es la invasión de zonas federales. Los canales, ríos y cuerpos de agua han sido invadidos por diversos usos como se menciona en el Informe de Descripción del Medio Social y Económico. De igual forma en las Áreas Naturales Protegidas la situación es similar por el desconocimiento por parte de los habitantes y público en general, de sus límites; es decir, existe un desconocimiento de en donde empiezan y donde terminan dichas extensiones de terreno.

Por lo anterior es importante establecer indicadores físicos de demarcación (mojoneras y anuncios) para solventar esta situación de invasión. Los elementos que deben ser considerados son: manantiales, zonas de recarga de acuíferos, zonas de veda y protección especial, áreas de avistamiento y refugio de aves, zonas de riesgo, etc.

6.1.1.6. Delimitación de la zona federal en zonas relacionadas con agua

La delimitación efectiva de aquellas zonas federales relacionadas con el agua es necesaria en la cuenca ya que existen cuerpos de agua, arroyos y canales que han sido invadidos por diversos usos principalmente por agricultura y asentamientos humanos, solo 194.65 ha son de bosque de galería, superficie muy inferior a la que debería ser conservada considerando la longitud de los cauces.

Esta delimitación dará certeza jurídica y patrimonial a los habitantes de la zona. Su delimitación deberá contemplar los estudios jurídicos necesarios así como gestión correcta en términos sociales y políticos.

6.1.1.6.1. Delimitación de la Zona Federal en los ríos de la cuenca

Aproximadamente son km de longitud de los ríos de la cuenca donde se realizará la delimitación de acuerdo a la norma correspondiente, a través de técnicas de geoposicionamiento o levantamiento topográfico.

Dicha delimitación será un instrumento para evitar el establecimiento de asentamientos y construcciones irregulares. De igual forma permitirá la adecuada gestión de saneamiento de los cauces en la cuenca.

La instancia responsable de esta acción es la CONAGUA con el apoyo de la CAEM, SEMAGEN y Autoridades municipales. Se estima un costo de 1 MDP para realizar esta acción en 2 años.

6.1.1.6.2. Delimitación de la Zona Federal en los cuerpos de agua de la cuenca

Se realizará la delimitación en las presas La Concepción, El Rosario y la Laguna de Axotlán mediante la aplicación de la norma correspondiente.

Tal delimitación permitirá un mayor control sobre los asentamientos irregulares y conservación de dichos cuerpos.

Se estima un costo de 1 MDP para realizar esta acción en 2 años. La CONAGUA será responsable con el apoyo de la CAEM, SEMAGEN y Autoridades Municipales.

6.1.1.6.3. Delimitación de la zona federal en las barrancas de la cuenca

De igual forma se procederá a realizar la demarcación y delimitación mediante técnicas adecuadas de la zona federal en barrancas de acuerdo a la ley en las correspondientes normas.

Lo anterior permitirá un control sobre posibles asentamientos irregulares, contaminación y/o apropiación.

La responsable directa de esta acción será la CONAGUA con el apoyo de la CAEM, SEMAGEN y Autoridades Municipales. Se estima un costo de 1 MDP para realizar esta acción en 2 años.

6.1.1.6.4. Delimitación de la zona federal en los canales de riego de la cuenca

Los canales cuyo fin es distribución de agua de riego suman una longitud mayor de 38 km, donde una de las principales problemáticas aparte de su contaminación es la invasión y apropiación para construcción. De tal forma que se realizará la delimitación de la zona federal en tales canales primarios y secundarios de acuerdo a la norma correspondiente.

La ubicación de sitios donde se ubicaran dichas estructuras podrá ser establecida a partir del empleo de las diversas técnicas actuales de geoposicionamiento o levantamientos topográficos y el empleo de materiales de alta resistencia al intemperismo ambiental.

Se estima un costo de 1 MDP para realizar esta acción en 2 años. La instancia responsable de esta acción es la CONAGUA con el apoyo de la CAEM, SEMAGEN y Autoridades Municipales.

AGUAS DE RIEGO

6.1.1.7. Mejora de la infraestructura de riego y eficiencia en la aplicación con tecnificación

En la agricultura, la aplicación del agua en tiempo y cantidad adecuadas juegan un papel fundamental en el rendimiento de los cultivos; sin embargo, en los últimos años la disponibilidad del agua para riego se ha reducido debido a la intensidad y duración de las sequías, teniendo como consecuencia una importante escasez de agua para el riego.

Tomando en cuenta que la eficiencia global del uso del agua en las zonas de riego en México es menor al 50%, de tal manera que la mitad del agua que sale de las fuentes de abastecimiento con fines agrícolas se pierde, ya sea en la red de conducción y distribución o por cualquier otro factor. Es necesaria la modernización de los sistemas de riego, partiendo de la premisa que establece que un proyecto de riego moderno es aquel que incorpora un proceso de técnicas y mejoras administrativas de los planes de riego combinada con reformas institucionales, con el objetivo de incrementar la eficiencia en la utilización del recurso (mano de obra, agua, economía y medio ambiente, entre otros) y el servicio de entrega del agua a los usuarios.

Un diseño moderno de riego es el resultado de un proceso pensado que selecciona la configuración y los componentes físicos considerando un bien definido y realista plan de operación que se basa en el concepto de servicio. Un diseño moderno de riego no debe estar definido exclusivamente por componentes específicos y controles lógicos. Los conceptos más avanzados de la ingeniería hidráulica, ingeniería de riego, agronomía y ciencias sociales, deben ser usados para llegar a la más simple y factible solución que un proyecto de riego requiere.

6.1.1.7.1. Identificar las fuentes de abastecimiento de los canales de riego

La mayor parte de la producción agrícola de México se genera en las zonas denominadas distritos y unidades de riego. En la cuenca se ubica el distrito de riego 073 "La Concepción", donde obviamente la principal fuente de abastecimiento es la Presa La Concepción. Otras fuentes de abastecimiento son la Presa el Rosario y la Laguna de Axotlán.

Es importante identificar las fuentes de abastecimientos de los canales de riego, para la regulación de los mismos y optimación del proceso de conducción y distribución del agua desde la fuente de abastecimiento hasta los sitios de utilización para satisfacer la demanda evapotranspirativa de los cultivos existentes en una zona de riego.

El costo para la identificación de las fuentes de abastecimientos de los canales de riego se estima en 0.5 MDP a realizarse en un año, a cargo de la CONAGUA, con apoyo de la SEDAGRO y SAGARPA.

6.1.1.7.2. Contar con el diagnóstico del estado que guardan los canales de riego

La gran mayoría de los sistemas de conducción y distribución del agua para riego agrícola están formados por una red de canales con estructuras de control operadas manualmente, resaltando entre las principales, las compuertas deslizantes y radiales.

En muchos sistemas de riego tradicional, los flujos son gobernados por la gravedad y la conducción del agua se realiza a través de canales, donde la distribución de las condiciones del flujo está influenciada por las estructuras hidráulicas. En la gran mayoría de los casos, la operación de estos sistemas se basa en estructuras operadas manualmente por técnicos empíricamente preparados, lo que origina un inadecuado manejo del agua en conducción y distribución y con esto, una de las principales causas de pérdidas. La operación de los canales con fines de riego agrícola, está basado en un sistema encargado de transferir el agua desde las fuentes de abastecimiento hasta los puntos de distribución y desvío, para finalmente hacer llegar el agua al usuario.

Debido al uso y operación de dichos canales, existe deterioro que puede provocar una baja eficiencia en la operación y uso mismo del agua, por lo que es necesario un diagnóstico del estado que guardan dichos canales. Con un presupuesto de 0.7 MDP se realizará esta acción en un año. La CONAGUA será responsable directa con el apoyo de SEDAGRO y SAGARPA.

6.1.1.7.3. Depuración y actualización de padrón de usuarios de los canales de riego

En complemento con el conocimiento del estado que guardan los canales de riego es importante saber quién y para qué se usa dicho sistema. Para poder zonificar y planear el desarrollo de distintas actividades en la cuenca referente a la zona agrícola de riego, se debe conocimiento claro de usuarios. Probablemente esta información ya existe en distintas dependencias, pero es necesario que se unifique y se valide para que sirva de soporte para cualquier planificación.

Tener conocimiento del padrón de usuarios y difundir los resultados, dará transparencia y agilizará que se hagan los cambios que sean necesarios en cuanto a tecnificación con el fin de

organizar mejor el espacio y dar paso a los distintos proyectos planeados por zonas y tipos de usuarios.

Aunado a lo anterior se puede aprovechar el estudio para la identificación de la superficie por tipo de cultivo, los costos de producción, rendimientos, volumen de agua, destino de la producción. La finalidad es contar con la base de datos con la tipología de usuarios que permita proponer acciones y mejoras en el sistema de riego.

Para tener conocimiento claro de los usuarios se actualizará el registro que contiene la información de los usuarios e inmuebles que disponen del servicio de riego, con la finalidad de brindar un mejor servicio. Estas acciones tienen un costo de 1 MDP, a realizarse en un año a cargo de la SAGARPA.

6.1.1.7.4. Determinación del uso actual del agua de los canales de riego

El aumento de la demanda de agua para usos distintos al riego de cultivos está disminuyendo el volumen de agua destinado a los regadíos. Otra de las principales problemáticas referente a los canales de riego, es que el agua no es usada para su objetivo inicial. El manejo adecuado del agua puede conducir a excelentes resultados en la producción agrícola, por lo que es suma importancia no sólo para alcanzar las cosechas esperadas, sino para garantizar la subsistencia de su población.

La región se ha visto afectada por el rápido crecimiento de su población, y la reducción de áreas destinadas a la agricultura de riego es evidente, generando insuficiente producción de alimentos, degradación de las tierras de cultivo, contaminación de sus recursos hidráulicos y recursos humanos escasos. Por otro lado la operación de los canales con fines de riego agrícola, está basado en un sistema encargado de transferir el agua desde las fuentes de abastecimiento hasta los puntos de distribución y desvío, para finalmente hacer llegar el agua al usuario.

Debido a la disminución de zonas agrícolas e incremento de la población se requiere mayor demanda de recursos. Por ello, para alcanzar un desarrollo agrícola sostenido, el riego tendría que planearse y manejarse con criterios adecuados iniciando con la determinación del uso actual de los canales de riego así como del agua que a través de ello se conduce.

Para lo cual se tiene un costo estimado de 0.8 MDP donde la SAGARPA será la instancia responsable de dicha acción a realizarse en un año.

6.1.1.7.5. Destino final de las aguas de riego

El manejo adecuado del agua puede conducir a excelentes resultados en la producción agrícola. Una vez conociendo el uso actual del agua de los canales de riego es necesario redestinar dichas aguas al sector productivo, en caso que los sistemas de riego no estén cumpliendo dicho fin. Para poder zonificar y planear el desarrollo en el sector agrícola de

distintas actividades en la cuenca, se debe tener conocimiento de la situación actual de la tenencia de la tierra y el uso del suelo.

Es necesario identificar a los usuarios, la superficie por tipo de cultivo, de tal forma que el volumen de agua destinado sea el más adecuado para garantizar la producción. Para lo que se tiene calculado un costo aproximado de 0.5 MDP a realizarse en 1 año. La instancia responsable será la SAGARPA con el apoyo de la SEDAGRO y la CONAGUA.

6.1.1.7.6. *Tecnificación de las áreas de riego para uso eficiente del agua*

La eficiencia global del uso del agua en las zonas de riego en México es menor al 50% (CNA, 2006), la mitad del agua que sale de las fuentes de abastecimiento con fines agrícolas se pierde, ya sea en la red de conducción y distribución o por cualquier otro factor. Es necesaria la modernización de los sistemas de riego con el objetivo de incrementar la eficiencia en la utilización del recurso (mano de obra, agua, economía y medio ambiente) y el servicio de entrega del agua a los usuarios.

Las principales pérdidas de agua se deben fundamentalmente al exceso de tiempo de riego, fugas en los canales y por escurrimiento superficial. El efecto de la evaporación, del viento y las pérdidas debido a la infiltración, se consideraron iguales tanto para las eficiencias reales como para las potenciales. Para alcanzar un desarrollo agrícola sostenido, el riego tendría que planearse y manejarse con criterios de conservación, tanto del agua como de la energía. De tal forma que una tecnificación de las áreas de riego permitirán un uso más eficiente del agua, desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, a fin de reducir los volúmenes empleados en el riego y contribuir en el incremento de la productividad agrícola. Se podrá contribuir al mejoramiento de la productividad del agua mediante un manejo eficiente, eficaz y sustentable del recurso agua en la agricultura de riego.

De igual forma, las áreas productivas de los posibles riesgos derivados de fenómenos hidrometeorológicos y sus efectos serán protegidas mediante la construcción de obras de infraestructura de protección en ríos como: Rectificaciones, Encauzamientos, Desazolves, Protecciones Marginales, Bordos de Protección, espigones entre otras.

Así mismo, se requiere de manera urgente asesoría tecnológica apropiada, que considere el concepto de uso eficiente del agua y de la energía en todas las actividades de riego dentro de un marco económico completo, especialmente para proyectos de pequeña irrigación. Es importante que los productores agrícolas se capaciten para hacer un mejor uso de paquetes tecnológicos y busquen alternativas más productivas según la disposición natural del suelo y clima.

El costo del proyecto es de 26 MPD y la superficie considerada es de 1,290.9 ha. Se buscará que haya un ordenamiento en las zonas agrícolas para que no invadan áreas naturales protegidas o estratégicas para la infiltración de agua como lo son las áreas forestales. El tiempo de ejecución será de 5 años y los encargados de llevarlo a cabo serán la CONAGUA, en coordinación con SEDAGRO y SAGARPA.

6.1.2. Contar con un desarrollo económico sustentable de la cuenca

Un desarrollo económico sustentable de la cuenca, implica la búsqueda de oportunidades económicas alternativas favoreciendo el manejo forestal sustentable. El desarrollo económico sustentable es una prioridad para las comunidades que conforman la cuenca y que dependen de numerosos recursos.

Sin embargo, no siempre es fácil contar con los datos necesarios para elegir opciones apropiadas de actividades económicas. Para que los interesados puedan tomar decisiones bien fundamentadas es necesario que tengan acceso a la información sobre las alternativas disponibles, los usos de recursos no tradicionales, los procesos más sustentables de extracción de recursos naturales, así como un conocimiento de las consecuencias que algunas actividades económicas tienen para el paisaje.

Se plantean siete líneas estratégicas para el cumplimiento de este objetivo. Se estima que la inversión total para este objetivo será de 230 MDP, en el periodo 2010–2030 (Cuadro 34).

Cuadro 34. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 2.

Línea estratégica	Inversión (Miles de pesos)
Mayor rentabilidad de la tierra	112,000.00
Aprovechamiento de residuos	18,000.00
Uso de energías alternativas	20,000.00
Reactivar las actividades productivas	13,000.00
Incentivar la producción de alimentos orgánicos	24,000.00
Generar ecoturismo	33,000.00
Generación de cadenas productivas	10,000.00
Total	230,000.00

6.1.2.1. Mayor rentabilidad de la tierra

6.1.2.1.1. Implementación de paquetes tecnológicos

Un elemento esencial para la innovación es la integración del paquete tecnológico. Éste deberá contar, de acuerdo a las necesidades del usuario, tanto conocimientos científicos y empíricos, como ingeniería básica y de detalle, además de proporcionar los ajustes necesarios para que el producto salga al mercado.

La elaboración del paquete es el resultado de la participación de uno o varios organismos en conjunto, ya sean universidades, institutos de investigación o empresas. Mientras que las universidades pueden ser fuente del conocimiento tecnológico, las empresas buscan la manera

de aplicar dicho conocimiento en productos viables de comercialización. Sin embargo, para que el paquete tenga éxito en el mercado deberá ofrecer un buen valor de cambio.

Hemos considerado necesario incluir algunas reflexiones sobre este concepto que nos permita identificar su importancia y utilidad, con respecto a la búsqueda de innovaciones, nos muestran que un alto porcentaje de los fracasos se debe al hecho de haber partido de una concepción parcial de lo que significa la generación de tecnología. Para unos, la tecnología está asociada exclusivamente con el saber cómo, o con la información contenida en patentes, manuales, fórmulas, planos, diagramas, etc. Para otros, la tecnología se encuentra simplemente integrada a la maquinaria y a los equipos empleados en la producción.

La tecnología engloba todas estas ideas y algo más, ya que es "un paquete de conocimientos organizados de distintas clases (científico, técnico, empírico, etc.) provenientes de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc.) a través de métodos diferentes (investigación, desarrollo, adaptación, copia, espionaje, expertos, etc.)". Dicha definición es, entonces, lo que nos lleva a hablar del paquete tecnológico. Este modelo de explicación del cambio técnico permite identificar e incorporar todos los elementos o insumos que intervienen en dicho cambio, haciéndolo además sin perder de vista las características inherentes a cada elemento y su interacción con las otras partes del paquete. Esto nos da una visión multidimensional e integradora acerca de cómo desarrollar la tecnología realmente vinculada con la estructura productiva.

Se estima un costo de 100 MDP para realizar esta acción, donde la SEDAGRO será responsable y la inversión anual será de 5 MDP.

6.1.2.1.2. Comercialización de la producción

La comercialización de bienes agrícolas tiene un papel fundamental pues la cadena del valor (producción-distribución y comercialización) de la agricultura se diferencia del resto de los sectores y lo hacen más vulnerable: En los países en vía de desarrollo está constituido generalmente por pequeñas y medianas empresas, escasamente integrado, que emplea un alto porcentaje de la población activa fundamentalmente en los países en vías de desarrollo, no siendo así en el caso cubano y por consiguiente, con fuertes implicaciones no sólo económicas sino también sociales y medioambientales, es una rama en la que la calidad tiene un papel fundamental, pues se pone en juego la salud de las personas, es decir, que el consumidor no se dispondría a aceptar riesgos en su alimentación y los estados están prestos a tomar las medidas necesarias para salvaguardar la salud de los consumidores.

Estamos acostumbrados a verlo de forma aislada, pero sin embargo: Si bien la producción es una actividad económica necesaria, algunas personas exageran su importancia con respecto a la comercialización. El caso es que la producción y la comercialización son partes importantes de todo un sistema comercial destinado a suministrar a los consumidores los bienes y servicios que satisfacen sus necesidades.

El comercio es una actividad de la economía de los pueblos, destinada a relacionar a los sectores producción y consumo, que se realiza tanto en el área nacional como internacional, la

moneda de cada uno de los países se utiliza para medir las transacciones y en el campo internacional hay que correlacionar el valor de las diferentes monedas para facilitar la medida de compra y venta de bienes y servicios.

Las funciones universales de la comercialización son: comprar: La función de compra significa buscar y evaluar bienes y servicios, vender: La función venta requiere promover el producto, transportar: La función de transporte se refiere a trasladar, almacenar: La función de almacenamiento implicar guardar los productos de acuerdo con el tamaño y calidad, estandarizar y clasificar: incluyen ordenar los productos de acuerdo con el tamaño y calidad, financiar provee el efectivo y crédito necesarios para operar (producir, vender, comprar, almacenar), correr riesgos y lograr información del mercado: La toma de riesgos entraña soportar las incertidumbres que forman parte de la comercialización.

Se estima una inversión de 0.6 MDP anuales donde el costo para 2010-2030 asciende a 12 MDP y la instancia responsable sería la SEDAGRO.

6.1.2.2. Aprovechamiento de residuos

6.1.2.2.1. Impartición de cursos-talleres sobre ecotecnias, lombricultura, composta, fertilizantes orgánicos e insecticidas orgánicos, entre otras

Las ecotecnias son instrumentos desarrollados por el hombre a través del tiempo, caracterizado por aprovechar eficientemente los recursos naturales y materias primas para dar paso a la elaboración de productos y servicios; también es el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria.

Por ecotecnias se entiende, a todas aquellas tecnologías que garantizan una operación limpia, económica para generar bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la vida diaria. Entre algunas de ellas existen las siguientes:

Pintura Natural: Consiste en utilizar la baba extraída de raquetas de nopal, diluida en agua y mezclada con cal cemento blanco y sal, además de algún color vegetal si se requiere. La mixtura resultante se aplica en muros como pintura con excelentes resultados.

Impermeabilizante Natural con Baba de Nopal: Es un compuesto semejante a la pintura anterior, que adicionada con elementos como el pega azulejo, arena gris jabón de pasta y alumbre, aplicados en capas sucesivas, permiten la impermeabilización económica de techos y azoteas.

Composta (Abonos Orgánicos): Es un fertilizante natural y mejorador de suelos que estimula la diversidad y actividad microbiana del mismo, mejorando su estructura y favoreciendo la filtración del agua; de color café oscuro y olor y apariencia de la tierra formada por los suelos boscosos, que resulta del reciclaje de los residuos orgánicos producidos en los hogares.

El proceso de compostaje consiste en la descomposición de materiales orgánicos como verduras, frutas, hierbas y pasto entre otros, que se acelera acumulando los materiales en una pila, añadiendo agua y revolviendo para permitir la aireación. La composta puede hacerse al aire libre en pilas o en contenedores para el caso, también conocidas como composteras.

Lombricomposta (Humus de Lombriz): Se denomina humus de lombriz vermicomposta o lombricomposta al material que resulta (excrementos de lombrices) de la transformación de residuos orgánicos como restos de cosecha, desperdicios de cocina, estiércol de animales domésticos y ceniza o cal, además de lombrices y composta como alimento de las mismas.

Biodigestor: El digestor anaerobio o biodigestor consiste en un depósito aislado en su totalidad, donde con la acción de microorganismos anaerobios, se transforman los residuos orgánicos; se utiliza para el tratamiento de excretas animales, la producción de biogás, la purificación de aguas residuales y la elaboración de biofertilizantes.

El Biodigestor surge como una alternativa que permite disminuir el uso de leña, que funciona mediante la fermentación de materia orgánica, considerada como una energía renovable.

Estufa de Aserrín: Es una alternativa para el ahorro de combustible, ya que se utiliza únicamente aserrín seco compactado en un bote rectangular metálico de 20 litros de capacidad, con un conducto en forma de "L" que hace la función de una chimenea durante la combustión, y que dura encendida aproximadamente 5 horas.

Deshidratador Solar: Es uno de los procedimientos más sencillos para conservar hortalizas, frutas y plantas aromáticas; constituyen un medio sencillo, económico y eficaz de utilizar el calor solar para extraer el agua de frutas, vegetales y carnes.

Bomba de Mecate: Es una tecnología mecánica y manual para sacar agua de pozos superficiales. En los últimos años su uso se ha hecho popular; recomendándose para uso familiar pero no para servicio comunal.

Captación de Agua de Lluvia: Un procedimiento necesario para el ahorro y aprovechamiento del recurso agua proveniente de la lluvia, consiste en su recolección y almacenamiento para su posterior utilización para lavar carros, lavar trastos, limpiar vidrios, trapear la casa, regar jardines y macetas, entre otros; lo único para lo que está prohibido utilizarse es para beber o preparar comida.

Cama Biointensiva de Hortalizas: La diferencia de hortalizas en surco y la intensiva, radica en que esta es más profunda y se coloca una cubierta plástica para captar el calor (Micro túneles), el cultivo es muy abundante y nutritivo, por lo tanto es recomendable ocupar un espacio muy pequeño.

Esta acción estaría a cargo de la Comisión de Cuenca y se estima un costo de 18 MDP (0.9 MDP anuales). Los encargados de llevarlo a cabo serán la Comisión de Cuenca, en coordinación con la CONAFOR, SEMAGEM, CONANP y ONG'S.

6.1.2.3. Uso de energías alternativas

6.1.2.3.1. Implementación de energías alternativas

Se denomina energía alternativa, o más propiamente fuentes de energía alternativas, a aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales o clásicas. No obstante, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto, y la definición de "energía alternativa" difiere según los distintos autores: en las definiciones más restrictivas, *energía alternativa* sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran *energías alternativas* a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo); en estas definiciones, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear o incluso la hidroeléctrica.

Las fuentes renovables de energía se basan en los flujos y ciclos naturales del planeta. Son aquellas que se regeneran y son tan abundantes que perdurarán por cientos o miles de años, las usemos o no; además, usadas con responsabilidad no destruyen el medio ambiente. La electricidad, calefacción o refrigeración generadas por las fuentes de energías renovables, consisten en el aprovechamiento de los recursos naturales como el sol, el viento, los residuos agrícolas u orgánicos.

Las energías renovables tienen como característica central el hecho de que no emiten gases de efecto invernadero o que —como en el caso de la bioenergía—tienen un efecto neutro ya que su aprovechamiento es un ciclo cerrado de emisión y captura de gases de combustión.

Las energías renovables ofrecen un número de beneficios que van más allá de proveer energía, a pesar de su desarrollo en el Mundo, México ha permanecido casi inactivo en este campo. Se reconoce que México cuenta con un vasto potencial de energía renovable, sin embargo, con excepción de la geotermia y las grandes hidroeléctricas, ese potencial permanece intacto. Son muchas las razones que generan este panorama y la preocupación por el medio ambiente no ha alcanzado la prioridad que debería tener en la sociedad mexicana; el costo de las energías renovables se percibe aún muy alto comparado con la energía convencional. No obstante, conforme la economía del país crezca se incrementarán los niveles de vida y las preocupaciones ambientales, entonces también crecerá la necesidad de más energía, que además sea limpia.

Actualmente, las energías renovables representan alrededor del 10.1% de la oferta interna bruta de energía en México. Poco menos de la tercera parte viene de la leña, utilizada en áreas rurales para cocinar y/o calentar viviendas.

Los recursos energéticos renovables de México son abundantes, sin embargo, la disponibilidad de información detallada sobre los sitios específicos en donde se encuentran es muy limitada. En México, el inventario de tecnologías nacionales para el aprovechamiento de las energías renovables es casi nulo; la mayoría de los proyectos de este tipo son modestos.

En la zona es posible aprovechar la luz del sol para producir calor, el cual puede utilizarse para generar electricidad, o bien, como fuente de energía para algún proceso industrial.

El biogás y los rellenos sanitarios

Utilizar la basura municipal como fuente de energía para la generación eléctrica tiene ventajas de tipo energético, ambiental y económico.

Los biocombustibles

A pesar de la reciente publicación de la Ley de Fomento de los Biocombustibles, el rumbo de estos energéticos todavía no está definido. El tema central es el impacto que pueda tener el uso de insumos como el maíz, la caña de azúcar o las semillas oleaginosas, para la producción de bioetanol o biodiesel, en la cadena alimenticia.

Las energías renovables ofrecen al país beneficios potenciales que van más allá del suministro energético, ya que son benignas con el medio ambiente y pueden ayudar a resolver problemas recurrentes de muchas ciudades, como es el caso de la basura que puede ser utilizada para generar electricidad, o bien, plantar *Jatropha curcas* para producir biodiesel y ayudar a recuperar suelos degradados.

Hasta la fecha existe poco trabajo sistemático para pronosticar la su penetración, para evaluar los impactos de su implementación masiva en México, y tampoco se han implementado programas nacionales para su fomento. Sin embargo su implementación puede darse en pequeña escala a nivel municipal o local, mediante el fomento de uso de calentadores solares de agua, sistemas de bombeo solar agua, aerogeneradores,

En México una familia promedio consume cerca de 340 kilogramos de gas LP al año, equivalente a cerca de un kilogramo por día. Esto representa a un consumo de cerca de 1 m³ de gas natural por día. Aunque este último emite menos gases de efecto invernadero que el LP, no deja de ser adecuado aprovechar formas alternas de tener agua caliente. En cada 2.5 m² de techo de las casas mexicanas se recibe en promedio una cantidad de energía solar equivalente a la que produce 1 kg de gas por día; es decir, con 0.7 m² de área de colección de calor solar se puede captar la energía suficiente para un baño diario por persona.

Energía eólica

La energía eólica requiere condiciones de intensidad y regularidad en el régimen de vientos para poder aprovecharlos. Se considera que vientos con velocidades promedio entre 5 y 12.5 metros por segundo son los aprovechables.

El viento contiene energía cinética (de las masas de aire en movimiento) que puede convertirse en energía mecánica o eléctrica por medio de aeroturbinas, las cuales están integradas por un arreglo de aspas, un generador y una torre, principalmente.

Energía solar

Esa radiación solar se puede transformar directamente en electricidad (solar eléctrica) o en calor (solar térmica). El calor, a su vez, puede ser utilizado para producir vapor y generar electricidad.

La energía del sol se transforma en electricidad mediante celdas fotovoltaicas, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. El material base para la fabricación de la mayoría de las celdas fotovoltaicas es el silicio. La eficiencia de conversión de estos sistemas es de alrededor de 15%. Aun así, un metro cuadrado puede proveer potencia suficiente para operar un televisor mediano.

Para poder proveer de energía eléctrica en las noches, las celdas fotovoltaicas requieren de baterías donde se acumula la energía eléctrica generada durante el día.

En la actualidad se están desarrollando sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red eléctrica, evitando así el uso de baterías, por lo que la energía que generan se usa de inmediato.

Energía geotérmica

La energía geotérmica se obtiene aprovechando el calor que emana de la profundidad de la Tierra. Nuestro país ocupa el tercer lugar mundial, después de Estados Unidos y Filipinas, en generación eléctrica geotérmica con 855 MW de potencia instalada. La energía geotérmica se produce cuando el vapor de los yacimientos es conducido por tuberías. Al centrifugarse se obtiene una mezcla de agua y vapor seco, el cual es utilizado para activar turbinas que generan electricidad.

En términos estrictos no es una energía renovable, pero se le considera como tal debido a que existe en tan grandes cantidades que el ser humano no verá su fin y con un mínimo de cuidados es una energía limpia. Este calor también se puede aprovechar para usos térmicos.

Biomasa

La biomasa se refiere a la madera, a las cosechas, a los residuos de la cosecha o a la basura del arbolado urbano que se quema para hacer girar las turbinas y obtener electricidad. Biogás se le llama al metano que se puede extraer de estos residuos en un generador de gas o un digestor.

El biogás se puede también extraer del abono animal y puede ser quemado para producir electricidad. Los combustibles de la biomasa y del biogás se pueden almacenar para producir energía.

La biomasa es potencialmente carbón neutro porque el dióxido de carbono que se emite cuando es quemado es igual a la cantidad que fue absorbida de la atmósfera mientras que la planta

creció. Hay bastante biomasa para proporcionar un porcentaje significativo de la electricidad generada. Usar este combustible podría también reducir el consumo del combustible fósil y la contaminación atmosférica. Desafortunadamente, la mayoría de los residuos agrícolas se quema actualmente al aire libre.

De ninguna manera se incluyen como biomasa los desechos sólidos, peligrosos, hospitalarios u otro tipo de basura que produzca contaminación atmosférica, como la quema llantas. De igual forma, por la incertidumbre que rodea el tema, se descartan los residuos de cosechas modificadas genéticamente.

No obstante, algunos sistemas de energía renovable generan problemas ecológicos particulares. Así pues, los primeros aerogeneradores eran peligrosos para los pájaros, pues sus aspas giraban muy deprisa, mientras que las centrales hidroeléctricas pueden crear obstáculos a la emigración de ciertos peces, un problema serio en muchos ríos del mundo (en los del noroeste de Norteamérica que desembocan en el Océano Pacífico, se redujo la población de salmones drásticamente).

La Comisión de Cuenca y la Secretaría de Economía serán las encargadas de llevarlo a cabo esta acción, en coordinación con la Secretaría de Energía, SEMAGEM. Se estima un costo de 1 MDP anuales, lo que asciende a una inversión total para el periodo 2010-2030 de 20 MDP.

6.1.2.4. Reactivar las actividades productivas

6.1.2.4.1. Reactivar las actividades agropecuarias y forestales

Para poder planear el desarrollo de distintas actividades en la cuenca, se debe elaborar un diagnóstico de la situación actual de la tenencia de la tierra y el uso del suelo, y difundir sus resultados. Probablemente esta información ya existe en distintas dependencias, pero es necesario que se unifique y se valide para que sirva de soporte de la regularización de la propiedad social y privada.

Difundir los resultados del estudio, dará transparencia y agilizará que se hagan los cambios que sean necesarios con el fin de organizar mejor el espacio y dar paso a los distintos proyectos planeados por zonas y tipos de usuarios.

Actualmente hay información de INEGI a nivel municipal, pero se desconoce con precisión el porcentaje de superficie que hay dentro de la cuenca. Es necesario identificar la superficie por tipo de cultivo, los costos de producción, rendimientos, volumen de agua, destino de la producción. La finalidad es contar con la base de datos con la tipología de productores que permita proponer acciones para mejorar sus canales de comercialización y formas de producción, esto es mediante la difusión de los programas de apoyo al campo, reconversión de cultivos, mejoras en los sistemas de riego, u otros afines a sus necesidades, tipos y uso de suelo.

Una actividad productiva en el sector forestal es la alianza entre los diversos actores con el fin de obtener beneficios colectiva e individualmente. Bajo este esquema, las partes interactúan de

forma complementaria para hacer posible la producción, transformación y comercialización de los productos provenientes del bosque natural y de las plantaciones forestales comerciales, siempre buscando ser competitivos en calidad y cantidad.

La Comisión Nacional Forestal solventa y facilita la vinculación operativa y administrativa de los actores a través de los Talleres de Planeación Participativa y de Diseño.

Se pretende que esta acción se realice en 3 años y el costo se estima en 10.5 MDP. Estaría a cargo de la SEDAGRO y PROBOSQUE en coordinación con la CONAFOR, CIMMYT, SAGARPA y productores.

6.1.2.4.2. Reactivación de la Apicultura y Acuicultura

Apicultura

El financiamiento en esta actividad, al igual que en toda la actividad agrícola en general, es un tanto escaso y caro, por lo que productores padecen la ausencia de tal y por ello en muchos de los casos se sufre una descapitalización que no permite la inversión en las unidades productivas.

La producción aún es muy limitada y aunque existe la tendencia a incrementar, actualmente no representa mayor importancia para el sector.

Se debe de contar con un sistema de producción de más avanzado, e identificar los programas de gobierno que apoya a los apicultores.

Prevalece como forma tradicional de trabajo de los productores el esquema individual, requiriéndose de esquemas adecuados de organización para enfrentar de manera eficiente y competitiva los retos del mercado nacional y mundial.

Acuicultura

Es necesario realizar un programa de acuicultura para la cuenca y tomar en cuenta los apoyos federales y estatales para la puesta en marcha del mismo.

Donde se busca aportar recursos para la capacitación de los productores, el desarrollo de obras de cabecera e Infraestructura de mercado, así como para la formulación y ejecución de proyectos productivos que promuevan y fomenten el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos acuícolas.

El principal objetivo es elevar el nivel de vida de los productores acuícolas.

Inclusive a nivel de escenarios futuros en materia de tecnología se considera que en el año 2014 el desarrollo de la acuicultura en el mundo será una de las fuentes de proteína más importantes.

A partir de este contexto, se plantea el desarrollo responsable de la acuacultura en un esquema en el que se deben observar los siguientes principios:

- a) El establecimiento, mantenimiento y desarrollo de un marco jurídico y administrativo adecuado.
- b) La promoción del desarrollo y la ordenación responsable incluyendo la evaluación previa de sus efectos sobre la diversidad genética y la integridad del ecosistema.
- c) La formulación y actualización regular de planes y estrategias para el desarrollo de la acuacultura.
- d) El desarrollo de la acuacultura no deberá perjudicar el sustento de las comunidades locales ni dificultará su acceso a las zonas de pesca.
- e) El establecimiento de procedimientos efectivos para realizar la evaluación y seguimiento con el fin de reducir al mínimo los cambios ecológicos perjudiciales y las consecuencias económicas y sociales derivadas de la extracción de agua, la utilización de la tierra, la evacuación de efluentes, el empleo de medicamentos y sustancias químicas y otras actividades acuícolas.
- f) La conservación de la diversidad genética y el mantenimiento de la integridad de las comunidades y ecosistemas acuáticos mediante una ordenación adecuada; en particular, se deberán reducir al mínimo los efectos perjudiciales de la introducción de especies no nativas o poblaciones alteradas genéticamente.
- g) La adopción de prácticas adecuadas en el mejoramiento genético, la introducción de especies no nativas y la producción, venta y transporte de huevos, larvas o crías, reproductores u otros materiales vivos, con el fin de reducir al mínimo los riesgos de transmisión de enfermedades y otros efectos negativos para las poblaciones silvestres y cultivadas.
- h) La promoción de prácticas acuícolas responsables en materia de cultivo y salud de los peces, con el fin de apoyar las comunidades rurales, las organizaciones de productores y los acuicultores mediante la participación activa de los mismos.

Se estima un costo de 2.5 MDP para realizar esta acción, en un periodo de tres años. La instancia responsable será la SEDAGRO, en coordinación con la SAGARPA, CONANP y Secretaría de Economía.

6.1.2.5. Incentivar la producción de alimentos orgánicos

Los alimentos orgánicos son definidos como un “Sistema de Producción” que evita el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores de crecimiento, aditivos o colorantes en la alimentación del ganado. Los sistemas de agricultura orgánica se apoyan en la forma más extensa posible, en la rotación de cultivos, residuos de cosecha, estiércol de animales, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos, labores mínimas mecánicas de los cultivos, control biológico de plagas y enfermedades.

6.1.2.5.1. Impulsar el potencial comercial y nutricional de la producción de alimentos orgánicos

Se propone el fomento de la agricultura orgánica como una fuente de ingresos a los habitantes de la región, principalmente en las comunidades rurales y en la periferia de la zona urbana, en hogares que cuenten con espacio suficiente para el desarrollo de la misma. Aproximadamente 33.1% de la superficie de la cuenca es destinada a la agricultura de temporal y parte de esta puede ser utilizada para implementar agricultura orgánica, aprovechando el hecho de que muchas de estas zonas se han escapado del empleo de químicos y la agricultura orgánica es factible de desarrollarse.

Como se ha mencionado en el diagnóstico, las tierras de cultivo se han abandonado por pérdida de fertilidad y los campesinos han dejado de trabajar sus tierras para incorporarse al sector terciario o secundario. Aunado a lo anterior, la mancha urbana ha ido absorbiendo tierras que inicialmente eran destinadas a la agricultura y cada vez esta actividad ha perdido importancia, pasando a depender en gran medida de productos que llegan de otra región.

Por lo anterior, es importante implementar la agricultura orgánica, la cual es un sistema de producción agrícola que, formulado con una base ecológica, evita el uso de productos sintéticos tales como fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas y otros que puedan causar contaminación de alimentos o del ecosistema, de tal forma que aparte de existir una fuente de ingresos, estos alimentos aseguren la salud en la alimentación de la población, pues como se ha mencionado también la principal problemática es la contaminación de la cuenca. Consistente con lo anterior, el cuidado de la salud y la protección del medio ambiente son los principales motivos por los cuales los consumidores prefieren los productos orgánicos, que están libres de residuos tóxicos, modificaciones genéticas y aguas negras (Figura 51).



Figura 51. Implementación de agricultura orgánica

Es importante considerar que el fomento de este tipo de agricultura debe apegarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995 en la cual se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos y a la Ley de Productos Orgánicos.

El interés de producir en forma orgánica es más notorio en aquellos agricultores que cultivan productos que enfrentan crisis económicas agudas. Sin embargo, para la región se pueden cultivar diversos productos, hortalizas como calabaza, lechuga, acelga, betabel, cilantro, ejote,

elote; especies como tomillo, menta, orégano. Además se pueden considerar otros cultivos con potencial en la región. Es importante diversificar, pues el depender de un solo cultivo, no solamente debilita al sector, sino obstaculiza el desarrollo de mercados domésticos y regionales que pudieran favorecer a la población.

Uno de los grandes *mitos* de la producción orgánica, es el supuesto de que al dejar de utilizar insumos de síntesis química se bajan los rendimientos. La experiencia indica que eso no necesariamente es cierto y que es posible obtener rendimientos mayores que en la producción convencional cuando se logran concretizar esfuerzos colectivos para cubrir las necesidades de formación y capacitación, y se rescatan los conocimientos ancestrales de tecnologías de producción.

El costo estimado para este programa es de 14 MDP (0.7 MDP anuales), donde las estancias responsables podrán ser SEDESOL, en coordinación con SAGARPA y SEDAGRO.

Finalmente, cabe destacar que la importancia de la agricultura orgánica para el país radica en que se encuentra vinculada a los sectores del ámbito rural, a los grupos indígenas y productores de escasos recursos; a la producción sustentable de alimentos; a la recuperación y conservación ecológica de los recursos naturales; al mejoramiento de los ingresos y la calidad de vida de los productores, y, en general, con un desarrollo rural más incluyente.

6.1.2.5.2. Impulsar la avicultura

De acuerdo al Diagnóstico Municipal de Tepetzotlán, en la Región destacaba aun la actividad pecuaria con especies de aves de corral a nivel familiar. Esta actividad ha ido disminuyendo por la mancha urbana y disminución de terrenos para dicha actividad. El abandono del trabajo de la tierra y su lotificación han incrementado el minifundismo en los ejidos con lo cual se dificulta más la permanencia de la ganadería.

A pesar de lo anterior, en las partes menos urbanizadas de los municipios de Nicolás Romero y Tepetzotlán la ganadería figura en la economía regional con más notoriedad. En la mayoría de los ejidos abundan las parcelas de 3, 4, 5 y 10 ha donde se puede aprovechar para impulsar esta actividad.

Existe población rural que habita en 28 localidades (Cuadro 35). En 7 de ellas se concentran el 16.46% de la cuenca. En otras 13 localidades se concentran el 10.02%. Donde en primera instancia la población objetivo es mayor al 27% de la población total de la cuenca. Sin embargo la población potencial también es aquella que vive en las periferias de la zona urbana y aquellas familias que cuentan con espacio suficiente para establecer dicha actividad.

Cuadro 35. Población rural objetivo para impulsar la avicultura en la cuenca Presa la Concepción.

Municipio	Localidad	Población 2005 (hab)
Cuautitlán Izcalli	Ej. Sta. Ma. Tianguistenco (Ej. el Rosario)	19
Nicolás Romero	Ranchería los Durazos	20
Tepotzotlán	Lanzarote	42
Tepotzotlán	Peña Colorada	44
Nicolás Romero	Los Pilares	45
Villa del Carbón	Temanacoya (Barrio de Temanacoya)	46
Tepotzotlán	Casas Hogar Fidel Velázquez	52
Nicolás Romero	Las Espinas	56
Tepotzotlán	Barrio de Texcacoa	56
Tepotzotlán	Santiago el Alto	73
Nicolás Romero	Ejido Magú	76
Tepotzotlán	Fraccionamiento Club Virreyes	93
Tepotzotlán	El Jagüey	115
Tepotzotlán	Ejido Santiago	150
Tepotzotlán	Barrio de la Luz	196
Nicolás Romero	Barrio de la Luz	270
Nicolás Romero	Pueblo Nuevo	317
Nicolás Romero	Colonia el Mirador	436
Nicolás Romero	Joya del Tejocote	443
Nicolás Romero	Miranda	493
Cuautitlán Izcalli	El Cerrito	518
Nicolás Romero	Colonia los Tubos	606
Nicolás Romero	San José	658
Tepotzotlán	La Luz	659
Nicolás Romero	Puentecillas Cahuacán	679
Nicolás Romero	Caja de Agua	861
Nicolás Romero	El Esclavo	1,049
Cuautitlán Izcalli	San Pablo de los Gallos	1,100
	Total	9,172

En la generalidad de los casos el destino de la producción básicamente será de autoconsumo, puesto que se realiza a nivel de traspatio. Si se tienen pequeños excedentes se pueden comercializar localmente. Sin embargo será necesario también realizar un estudio de factibilidad de algún proyecto de avicultura intensiva para abastecer el mercado local y/o regional.

Las aves de traspatio en las comunidades rurales son fundamentales para la alimentación de la familia y también en su economía. Las gallinas y guajolotes criollos para la obtención de carne y huevo son los componentes de este sistema de producción donde los insumos de producción son principalmente el maíz, desperdicios de cocina y vegetales, alimento comercial y algunos complementos como la cebolla, hierbas o pastos.

De acuerdo a la caracterización del medio social, en Santiago Cuautlalpan, aproximadamente 50 ejidatarios se dedican a la ganadería. En el ejido de San Francisco Magú, 50 ejidatarios viven solamente de las actividades agropecuarias. En el ejido de Santa María Tianguistengo sólo 15 ejidatarios viven de la agricultura y la ganadería. Por lo que el impulso de esta actividad puede contribuir al ingreso de las familias y evitar la venta de la tierra y de su urbanización.

Esta actividad tiene un costo de 0.5 MDP anuales, equivalente a un total de 10 MDP (2010-2030). La instancia responsable será la SEDAGRO en coordinación con SAGARPA y SEDESOL, principalmente.

6.1.2.6. Generar ecoturismo

México es un país que posee un enorme patrimonio tanto natural como cultural, el cual debe ser conservado para sus generaciones posteriores y que a la vez puede constituirse, a través de su aprovechamiento racional y sostenido, en un importante factor de desarrollo socioeconómico a los niveles local, regional y nacional. Por otra parte, México tiene una gran tradición turística y, en general, una buena infraestructura turística y de comunicaciones.

Para llevar a cabo un proyecto de ecoturismo se debe considerar lo siguiente:

Área temática	Herramienta
Planificación y Manejo del Recurso	Planes de manejo Planes operativo Inventario de recursos Capacidad de manejo del visitante Estudio de impacto ambiental Estudio de factibilidad Estudio de mercado Leyes y regulaciones
Planificación Física del Ecoturismo	Zonificación Diseño del Sitio Diseño Arquitectónico Ambientación
Diseño del Programa del Ecoturismo	Planificación del Ecoturismo Organización del Ecoturismo Operación del Ecoturismo Recursos Humanos Interpretación ambiental Investigación Regulaciones Monitoreo
Manejo Administrativo	Servicios Administrativos Gestión y Control de Ingresos Operación Mercadeo Monitoreo y Control Relaciones Comerciales Relaciones Interinstitucional

6.1.2.6.1. Planificación y manejo del recurso

El Plan de Manejo es un documento técnico que, basado en un riguroso estudio de los recursos y condiciones del área y su entorno, planifica su desarrollo a largo plazo, sirviendo como base para la toma de decisiones sobre la operación de la misma. Idealmente, toda área silvestre protegida debe contar un Programa de Manejo que guíe su funcionamiento sobre una base de conocimiento técnico y científico.

Muchos administradores y planificadores pueden estar más familiarizados con el término “plan maestro” para referirse a lo que aquí se describe como “plan de manejo”; los dos términos son esencialmente sinónimos. Mientras más simple sea el plan, más fácil será desarrollarlo y aplicarlo.

Se estima un costo de 20 MDP para realizar esta acción para el periodo de 2010 a 2030, con una inversión anual de 1 MDP. La Comisión de Cuenca será la responsable directa con el apoyo de CONAFOR, CONANP y Secretaría de Economía.

6.1.2.6.2. Planificación física para el desarrollo turístico

La zonificación general para un área protegida es el proceso de aplicar diferentes objetivos de manejo y relaciones de uso a sitios particulares. Por supuesto, sólo se consideran aquellas zonas aplicables a cada área, en función de los objetivos de manejo estipulados.

A manera de ejemplo, los siguientes tipos de zonas se usan en algunas áreas protegidas:

- Zona de refugio o núcleo
- Zona silvestre
- Zona de uso semi-intensivo de visitantes
- Zona de uso intensivo
- Zona de amortiguamiento

La Zonificación Turística, por su parte, consiste en identificar y agrupar áreas con potencial turístico, es decir, zonas en las que existen primeramente, atractivos turísticos suficientes en términos de calidad y cantidad como para justificar el desarrollo de la actividad. En segunda instancia, tales áreas o zonas deberán contar también real o potencialmente con una serie de condiciones tales como accesibilidad, disposición de servicios básicos, infraestructura básica, etc., las cuales posibiliten el desarrollo.

Finalmente, cabe acotar que el proceso de zonificación turística debe estar totalmente integrado al de zonificación del área en general y debe ser compatible con los objetivos planteados para las demás zonas identificadas.

La Comisión de Cuenca estará a cargo y se estima un costo de 3 MDP para realizar esta acción.

6.1.2.6.3. Diseño del programa de ecoturismo

La planificación es la dirección consciente y la integración colectiva de todas aquellas actividades que se basan en el uso de la tierra como asentamiento, recurso o estructura. Todo buen proceso de planificación debe empezar con un levantamiento de los recursos existentes en una región o localidad: el paisaje, los recursos naturales, la población humana y las actividades socioeconómicas de las comunidades existentes.

La planificación del ecoturismo dentro de un área silvestre protegida es un proceso relativamente complejo (aunque no por ello irrealizable) que debe partir de la definición de los objetivos (o la misión) por cumplir por parte del Programa respectivo; su integración dentro de la estructura administrativa y organizativa existentes; la estructura del propio programa; sus normas, reglamentos y regulaciones; programas de acción (Planes Estratégicos; Planes Anuales Operativos) y estrategias específicas (Estrategia de Mercadeo, Estrategia Financiera, etc.). Según sea el caso, el Programa puede dividirse en distintos subprogramas, los cuales pueden dar origen a varias actividades y éstas a una serie de tareas.

Los diferentes procesos de planificación que en materia de ecoturismo se pueden llevar a cabo dentro de un área protegida, dependerán de una serie de factores, mismos que definirán a su vez, el grado de profundidad y complejidad del análisis requerido. Entre otros, tales factores incluyen:

- El ámbito geográfico de la planeación: local, regional, nacional, internacional.
- La naturaleza de la planificación: si es de aplicación obligatoria y vinculante o si es tan sólo indicativa.
- Si es sectorial o intersectorial.
- Si se trata de un proceso parcial de planificación o si por el contrario se trata de un plan integral.
- El horizonte de planeación: corto, mediano o largo plazo.

Por otra parte, las labores de planificación del ecoturismo, independientemente de su complejidad, deberán abarcar en su análisis el campo social, económico, financiero, ambiental, histórico-cultural y tecnológico para garantizar su viabilidad, factibilidad y sostenibilidad en cada uno de estos ámbitos.

Se estima un costo de 5 MDP para realizar esta acción. Donde la Comisión de Cuenca será la responsable directa, apoyándose de las Universidades principalmente de la región.

6.1.2.6.4. Manejo administrativo y financiero

La adecuada conducción de este tipo de actividad requiere idealmente de un reajuste del aparato administrativo con que cuenta el área. Este ajuste deberá responder a un sistema más ágil y eficiente que permita responder a la dinámica y necesidades propias del ecoturismo por ejemplo: contratación de personal de apoyo para temporadas altas, mantenimiento de los

servicios, manejo de caja chica y moneda extranjera, etc. Por lo tanto, los servicios administrativos, se entenderán, pues, como aquellas funciones y/o actividades administrativas que se llevan a cabo para apoyar la operación y administración de los servicios que se ofrecen, así como para la planificación y desarrollo de nuevas actividades.

Dentro de las funciones básicas de la administración y, por ende, de los servicios que la administración del área debe satisfacer, figuran:

- Planeación: Fijación de objetivos, estrategias, políticas, programas, procedimientos y toma de decisiones.
- Organización: estructura, agrupación de actividades, autoridad y responsabilidad, coordinación.
- Integración de personal: Requerimientos de mano de obra, selección, evaluación, remuneración y entrenamiento, etcétera.
- Dirección: motivación, liderazgo, comunicación.
- Control: estándares, mediciones, corrección.

Adicionalmente y dada la naturaleza intrínseca de las áreas silvestres protegidas, se espera que su administración se desarrolle bajo un enfoque integral y a largo plazo que tienda hacia la sustentabilidad del área en los campos económico, social, ambiental y tecnológico.

Se estima un costo de 0.25 MDP para realizar esta acción, que estará a cargo de los Ayuntamientos con el apoyo de instancias como la CONAFOR, CONANP y Secretaría de Economía.

6.1.2.7. Generación de cadenas productivas

6.1.2.7.1. Consolidar y generar cadenas productivas

Para lograr el objetivo de contar con un desarrollo económico sustentable de la cuenca, se establecieron propuestas de reactivación productivas, agropecuarias y forestales, como avicultura, acuicultura, ecoturismo, agricultura orgánica; sin embargo, otro aspecto importante es asegurar que dicha producción, aparte de emplearse para autoconsumo, los excedentes lleguen al mercado y se garantice su comercialización.

Atendiendo este punto, se propone consolidar y generar cadenas productivas. El concepto de cadenas productivas se refiere a las etapas comprendidas en la elaboración, distribución y comercialización de los productos agropecuarios y forestales que se produzcan en la cuenca hasta su consumo final. Algunas concepciones también integran aquí la financiación, desarrollo y publicidad del producto, considerando que tales costos componen el costo final y que por tanto le incorporan valor que luego será recuperado gracias a la venta del producto.

Una cadena agroproductiva no existe físicamente, este concepto solo es una abstracción que permite examinar e identificar el comportamiento de los flujos de capital y materiales: las transacciones socioeconómicas, la distribución de los productos agropecuarios y forestales y

las limitaciones y/o restricciones al desempeño de los diferentes segmentos que participan a lo largo del proceso productivo. La reorganización solidaria de las cadenas productivas busca sustentar el consumo en las propias redes y, respecto de la lógica de la abundancia, amplía los beneficios sociales de los emprendimientos en función de la distribución de la riqueza lograda (Figura 52).

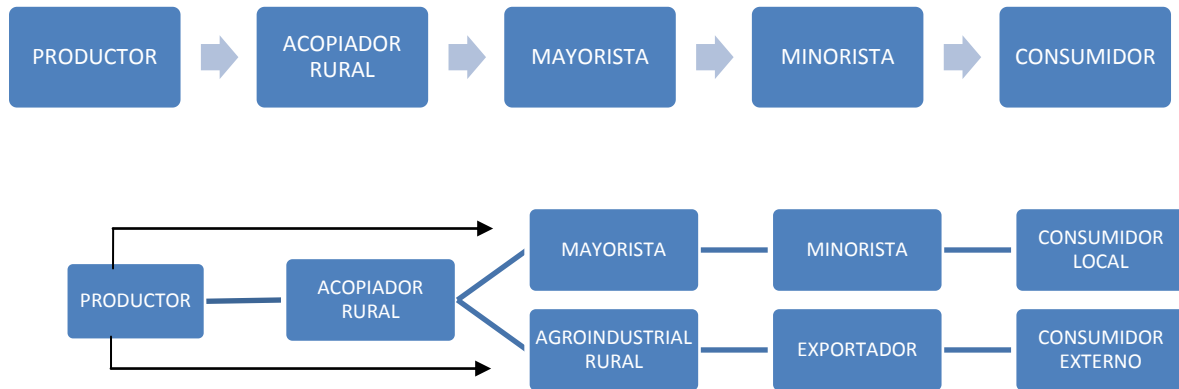


Figura 52. Ejemplos de cadenas productivas

Asimismo, una cadena agroproductiva mantiene relaciones de intercambio con su entorno inmediato, el cual está representado por el ambiente organizacional y el institucional que sirven de apoyo y/o afectan el funcionamiento y el desempeño de la cadena.

Es importante que se considere el desarrollo del mercado interno, se debe impulsar a través de una fuerte coordinación entre productores, comercializadoras, instituciones gubernamentales, universidades, organizaciones no gubernamentales, cadenas comerciales y consumidores. Así mismo, es necesario desarrollar espacios comerciales para la venta de estos productos, y de redes de producción que permitan un abasto continuo y diverso de los productos.

Inicialmente se podría fomentar la creación de redes de consumo o cooperativas de consumo regional que relacionen a productores y consumidores, de tal forma que los consumidores puedan obtener estos productos a través de canales directos, lo que reduciría los costos de distribución.

Para llevar las acciones de esta línea estratégica se requiere una inversión de 10 MDP (0.5 MDP anuales). Las instancias responsables serán la SEDAGRO y PROBOSQUE.

6.1.3. Tener un marco jurídico de la cuenca

Para la correcta administración y manejo de la cuenca, de una forma sostenible también es necesaria la aplicación del marco jurídico. Tener un marco jurídico de la cuenca facilitará su manejo favoreciendo un desarrollo sustentable.

Se plantean siete líneas estratégicas para el cumplimiento de este objetivo (Cuadro 36).

Cuadro 36. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 3.

Línea estratégica	Inversión (Miles de pesos)
Análisis y estudio de las Leyes Municipales y otras autoridades Estatales y Federales	2,400.00
Creación de Reglamento de la Comisión de Cuenca Presa La Concepción	1,000.00
Detección de asentamientos y descargas irregulares	200.00
Promover la denuncia de infracciones a las Leyes Ambientales ante autoridades competentes	4,000.00
Correcta aplicación de la sanción	4,000.00
Jornada de vigilancia permanente	5,000.00
Total	16,600.00

El costo total de las acciones para el objetivo 3 asciende a 16.6 MDP.

6.1.3.1. Análisis y estudio de las Leyes Municipales y otras autoridades Estatales y Federales

Se creará un Grupo de Trabajo de Especialistas en la materia, incluyendo academia, industria, sociedad civil, Gobierno en sus tres poderes; quienes procederán a realizar un análisis de la legislación ambiental, a efecto de someter al cabildo su publicación en el Bando Municipal.

Líneas de acción

1. Conocer y analizar el marco jurídico en materia ambiental aplicable a la cuenca (costo de 0.1 MDP).
2. Detectar deficiencias e insuficiencias en la legislación para elaborar anteproyectos de reforma (costo de 0.1 MDP).
3. Crear grupo de especialistas que difundan la legislación ambiental (costo de 0.2 MDP).
4. Promover su publicación (costo de 0.1 MDP anuales, es decir, 2 MPD total).

Se estima un costo total de 2.4 MD y la instancia responsable de dichas acciones será la Comisión de Cuenca, con el apoyo de Congresos, la Procuraduría, CONAGUA e Instituciones Educativas.

6.1.3.2. Creación del Reglamento de la Comisión de Cuenca Presa La Concepción

Se creará una Comisión de Especialistas para la elaboración del Reglamento, mismo que deberá de apegarse a la Legislación vigente, sin embargo buscará adecuarse a las necesidades de la cuenca.

Líneas de acción

1. Determinar el marco de actuación (costo de 0.4 MDP).
2. Elaborar el proyecto de la Comisión y de los Comités de Usuarios y Sectores (costo de 0.4 MDP).
3. Aprobación e instrumentación de las reglas (costo de 0.2 MDP).

Estas acciones estarán a cargo de la Comisión de Cuenca, Ayuntamientos y Jefaturas. Se estima un costo de 1 MDP.

6.1.3.3. Detección de asentamientos y descargas irregulares

Junto con las Autoridades y una Subcomisión de la Cuenca, se desarrollará un Programa de Trabajo con el objeto de ubicar asentamientos y descargas irregulares, esto con el objeto de que eventualmente las Autoridades desarrollen las acciones de recuperación y delimitación. Por lo que respecta a descargas, proceder a su regularización, entendiéndose por ello, que las descargas cumplan con la Normatividad Aplicable o en su caso se realice solo a red municipal.

Línea de acción

1. Localización y eliminación de descargas a través de barridos catastrales, Consejos de vigilancia ciudadana, Brigadas de localización y eliminación de descargas.

Se considera que se tendrá que realizar una inversión aproximada de 0.2 MDP para un periodo de 4 años. Esta acción estará a cargo de los Ayuntamientos, con el apoyo de la CONAGUA, PROFEPA y PROPAEM.

6.1.3.4. Promover la denuncia de infracciones a las Leyes Ambientales ante autoridades incompetentes

Se desarrollarán diversas acciones para difundir la Denuncia Ciudadana consagrada en la Legislación, con el objeto de tener una herramienta más, para erradicar la comisión de infracciones y delitos ambientales; para tal objeto se utilizarán diversos medios de comunicación, incluyendo foros y congresos de localidad. Así mismo se buscará que las Autoridades ambientales desarrollen por sí esta labor.

Línea de acción

1. Utilizar los medios de difusión (Impresa, Radio, Perifoneo y TV) para denuncia de infracciones.

Se estima que el monto aproximado sería de 4 MDP (0.2 MDP anuales). La Comisión de Cuenca en coordinación con la Ciudadanía serán los responsables de esta acción.

6.1.3.5. Correcta aplicación de la sanción

En coordinación con las Autoridades en sus tres órdenes se buscará la difusión sobre la correcta aplicación, donde además se buscará la realización de foros con Tribunales Locales y Federales, Academia, Autoridades administrativas y Especialistas Ambientales.

Línea de acción

1. Difusión de las sanciones en materia ambiental (montos, acciones de remediación, reparación del daño, etc.).

Los Ayuntamientos serán los responsables de esta acción. Se estima que el monto aproximado sería de 4 MDP (0.2 MDP anuales).

6.1.3.6. Jornada de vigilancia permanente

Se revisará con las Autoridades en sus tres ámbitos de Gobierno la cobertura en vigilancia de la Policía montada y el Consejo de Vigilancia, en base a ello se establecerán acciones concretas.

Línea de acción

1. Programa de Verificación Oficial y también de la Ciudadanía.

Estimamos un costo aproximado de 5 MDP (0.25 MDP anuales). Donde la Instancia responsable sería la Comisión de Cuenca, en coordinación con las Jefaturas y con el apoyo de la PROFEPA, PROPAEM, SEDENA y SEMAGEM.

6.1.4. Llegar a conservar el medio ambiente

En este objetivo de llegar a conservar el medio ambiente se han determinado 5 principales rubros que conforman la gestión integral del agua:

- a) Suelo
- b) Residuos Sólidos
- c) Educación ambiental
- d) Equilibrio ecológico
- e) Organización y transversalidad

Para lograr una gestión integrada del agua se plantean 22 líneas estratégicas (Cuadro 37).

Cuadro 37. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 4.

Rubro	Línea estratégica	Inversión (Miles de pesos)
Suelo	Plan de Manejo de la Cuenca	3,000.00
	Programa de Manejo Forestal	52,300.00
	Reforestar	5,000.00
	Plan de contingencia ante siniestros (forestales, incendios, sequías)	3,000.00
	Proyecto de establecimiento de técnicas de recuperación y conservación de suelo	110,000.00
	Composteo para abonos	14,000.00
Residuos sólidos	Programa integral de manejo de residuos sólidos	6,000.00
	Limpiar la cuenca	12,100.00
	Centros comunitarios para acopio de residuos	1,000.00
	Control de residuos peligrosos	1,000.00
Educación ambiental	Difusión permanente de cultura ambiental	10,000.00
	Promover la creación de una instancia responsable de la cultura ambiental dentro de la Comisión de Cuenca.	500.00
	Talleres obligatorios de educación ambiental desde la educación preescolar hasta la universitaria	1,000.00
	Promover eventos ecológicos	500.00
	Identificar (o promover la creación de) grupos de equidad de género y ambientales (3ra. Edad)	500.00
	Fomentar y recuperar parcelas escolares y de la mujer	2,200.00
	Promover ecotecnias	6,000.00

Rubro	Línea estratégica	Inversión (Miles de pesos)
Equilibrio ecológico	Manejo de flora	31,500.00
	Manejo de fauna	5,250.00
	Protección y conservación de cuerpos de agua (jagüeyes)	35,250.00
De organización y transversalidad	Involucrar Gobiernos Federales, Estatal, Municipal, Autoridades auxiliares, Instituciones Educativas, Consejos de participación ONG'S.	2,000.00
Total		302,100.00

La inversión que se requiere para cumplir el objetivo 4 es de 302.1 MDP.

SUELO

6.1.4.1. Plan de Manejo de la Cuenca

Un plan de manejo es un programa que integra las variables físicas, biológicas, históricas, socioeconómicas, culturales y ambientales, con la finalidad de planificar un desarrollo sostenible en un área cuyo interés sea manejo, conservación y/o aprovechamiento.

Existen programas de manejo forestales los cuales serán adecuados de implementarse en zonas de la cuenca forestal incluyendo los tipos de vegetación de bosques y matorrales descritos en uso actual del suelo de la cuenca.

Por otra parte, los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas se han conceptualizado como planes o programas de manejo, programas de conservación, programas de conservación y manejo. Los cuales son definidos por Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) como instrumentos rectores de planeación y regulación que establecen las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del área natural protegida respectiva. Por lo que estos serán necesarios para las áreas protegidas ubicadas dentro de la cuenca, que cubren 32.5% de la superficie total de la cuenca y son la Sierra de Tepetzotlán, Zempoala - La Bufa "Otomí-Mexica" y el Santuario del Agua Laguna de Zumpango. De las áreas mencionadas sólo la de Zempoala cuenta con programa de manejo, por lo que es necesario realizar los programa de manejo de las otras áreas protegidas.

De igual forma para el toda la cuenca se establecerá un programa de manejo y un ordenamiento ecológico. La ejecución e implementación de un plan de manejo y/o ordenamiento ecológico territorial para un desarrollo sostenible, requiere de variables, etapas.

Línea de acción

1. Caracterización de la zona: Diagnóstico, Propuestas de Ordenamiento de uso de suelo y Gestión (aplicación).

El costo estimado para esta acción es de 3 MDP, donde la Comisión de Cuenca y la CONAGUA, serían las responsables.

6.1.4.2. Programa de Manejo Forestal

Dentro del programa de Manejo Forestal, se estarían llevando a cabo los subprogramas de:

- Restauración forestal
- Reforestación
- Protección contra incendios forestales
- Sanidad Forestal

6.1.4.2.1. Restauración forestal

Objetivo:

Restaurar áreas degradadas por agentes diversos (tala clandestina, incendios forestales, plagas y la consecuente erosión de los suelos forestales).

Actividades a realizar:

Identificación de las áreas en proceso de degradación para restaurarlas a través de la reforestación con las diversas especies propias de la región con el fin de restablecer y buscar lograr llevarlas al estado original (que existía antes de la degradación). Además, la implementación de trabajos para la conservación de los suelos y así evitar la erosión.

PROBOSQUE sería el responsable directo con el apoyo de CONAFOR y CONAGUA. El costo de esta acción es de 1.8 MDP.

6.1.4.2.2. Reforestación

Objetivo:

Restablecer mediante la reforestación áreas que han sido impactadas por diversos agentes (incendios forestales, cambio de uso del suelo, sobre-pastoreo, tala clandestina, plagas forestales, etc.).

Actividades a desarrollar:

La plantación de árboles con especies de la región con la participación de los dueños y poseedores de los terrenos y la coordinación con diferentes instancias gubernamentales. Se plantea establecer viveros comunitarios en diferentes puntos de la cuenca donde se produzca la planta necesaria para las reforestaciones y donde se produzcan especies nativas que

garantizarán el éxito de prendimiento. El costo de la acción ascendería a los 0.5 MDP, a cargo de PROBOSQUE y SEMAGEM. Aclarando que esto sólo incluye la elaboración del documento del Plan de Manejo Forestal, y debe realizarse en coordinación con las líneas de acción de campañas de reforestación y su cuidado posterior y el de programa anual de reforestación y cuidado de árboles centenarios.

6.1.4.2.3. Protección contra incendios forestales

Objetivo:

Proteger de los incendios a las áreas forestales con el fin de evitar graves deterioros de los ecosistemas y la consecuente contaminación y mala calidad del medio ambiente.

Actividades a desarrollar:

- Capacitación a los dueños y poseedores de los bosques y a la sociedad en general.
- Prevención de los incendios forestales aprovechando los medios de difusión masiva entre otros.

- **Prevención física o de ingeniería.** Se refiere a las diferentes actividades de campo que se realizan para el manejo de combustibles, a fin de reducir su acumulación o modificar su condición: brechas cortafuego, líneas negras, podas, chaponeos, aclareos y quemas prescritas, entre otras. El objetivo de realizar estas medidas es la eliminación total o parcial del combustible, así como romper su continuidad, tanto en forma horizontal como vertical, para evitar la propagación rápida del fuego hacia las áreas forestales.

- **Prevención cultural.** Se refiere a las acciones realizadas para influir en el comportamiento social. Se trata, en general, de promover la conciencia, la valoración y el respeto de las personas hacia los recursos naturales, en especial de los forestales. Cada año se despliega una estrategia en materia de difusión e información con el fin de prevenir los incendios forestales. También se ofrece atención técnica para el uso del fuego a la población rural.

- **Prevención legal.** Se basa en la aplicación de leyes, reglamentos y normas para el uso del fuego en el territorio nacional. En este caso, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997, que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para promover y ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.

- Control y combate de incendios forestales a través de las brigadas oficiales y voluntarias de los grupos cívicos forestales que se constituyen en cada comunidad.

- Coordinación con diferentes instancias gubernamentales y sociales.

La acción tendría un costo de 20 MDP (1 MDP anuales), y estaría a cargo de SEMAGEM y PROBOSQUE con apoyo de SEDENA y CONAFOR.

6.1.4.2.4. Sanidad forestal

Objetivo:

Mantener en buen estado de salud los bosques.

Actividades a desarrollar:

Recorridos para detección de áreas afectadas por plagas y/o enfermedades forestales con el fin de que se evalúen y se realice el saneamiento correspondiente con la participación de los dueños y poseedores de los terrenos y la coordinación con diferentes instancias gubernamentales.

Para realizar esta actividad se estima un presupuesto de 30 MDP (1.5 MDP anuales). Donde las instancias responsables serían la SEMAGEM y PROBOSQUE con apoyo de Ayuntamientos y CONAFOR.

6.1.4.3. Reforestar

6.1.4.3.1. Programa anual de reforestación con especies nativas por medio de campañas de plantación y cuidado de árboles centenarios

Objetivo general

Contribuir al restablecimiento de la cobertura vegetal y restaurar los ecosistemas deteriorados, mediante la reforestación con especies adecuadas a cada localidad, buscando un equilibrio natural entre aprovechamiento y conservación, a través de la vinculación con los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y la población en general.

- **Campañas de reforestación y cuidado de árboles centenarios**

Este proyecto invoca la alianza entre sociedad y los tres órdenes de gobierno para coadyuvar en la conservación y recuperación de los suelos, los recursos hídricos y forestales. Esto se

logrará fomentando la participación social en la reforestación mediante la utilización de especies apropiadas a las condiciones ambientales de cada región de la cuenca.

El objetivo de la reforestación social es promover y fomentar esta actividad entre la ciudadanía para la restauración y conservación de los ecosistemas que generen beneficios ambientales para la población, creando conciencia y cultura ecológica.

Se plantea realizar programas anuales de reforestación que se lleven a cabo en el mes de julio una vez que se haya establecido la temporada de lluvia.

Especial atención tendrían por separado el cuidar a los árboles centenarios para lo cual se propone hacer un proyecto de ubicación e inventario para su posterior cuidado y protección por medio de infraestructura y una ley que ampare y evite la no destrucción por parte de la ciudadanía.

Gran importancia cultural y sobre todo biológica poseen especies arbóreas ubicadas en áreas verdes de la zona urbana, sin embargo muchas de estas han sido removidas y desaparecidas. Esta situación es preocupante para muchos pobladores principalmente de Tepetzotlán, por lo que se plantea la necesidad de realizar un reglamento en torno a la conservación de dichos árboles y así garantizar su cuidado y permanencia.

Esta actividad debe estar coordinada con la de áreas verdes, pues la importancia de tienen para la población dichas áreas no solo por su valor estético, sino también por su contribución en la reducción de costos de enfriamiento del ambiente, absorción de contaminantes y su acción de barrera contra el viento y el ruido. A gran es e incluso mejoramiento de la calidad del aire es relevante.

La acción contempla un presupuesto anual de 0.25 MDP (total de 5 MDP), que sería para realizar la difusión de los programas de reforestación e insumos de apoyo para su realización. La SEMAGEM y PROBOSQUE serán responsables, contando además con el apoyo de CONAFOR y Ayuntamientos.

6.1.4.4. Plan de contingencia ante siniestros (forestales, incendios, sequías)

6.1.4.4.1. Plan de contingencia que incluya diagnóstico, capacitación, brigadas, equipamiento, etc.

El objetivo primordial de este Plan de Contingencias es el de proteger los recursos naturales, núcleos de población asentada en las áreas forestales y el ambiente, a través de la participación de los niveles de Gobierno Federal, Estatal y Municipal, sectores Privado y Social y la Población en general.

Para esto es necesaria la ubicación de los puntos de mayor incidencia de incendios, con información de programa para detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota.

El gobierno federal da apoyo en la formación, capacitación y equipamiento de brigadas comunitarias.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través del Programa Nacional de Prevención y Combate de Incendios Forestales ha establecido estrategias e invertido recursos económicos, materiales y humanos para tratar de reducir los efectos negativos de los incendios forestales en nuestro país. Por ello es prioritario para dicha institución realizar anualmente una evaluación externa con la finalidad de analizar la eficiencia e impactos de dicho programa y estudiar la eficiencia de los apoyos especiales brindados. Ya que corresponde a esta dependencia proteger a la sociedad, vía actividades como la prevención, la detección, el combate, el control y la liquidación. Asimismo, por ley la CONAFOR coordina, capacita y asesora a todas las dependencias que la apoyan en esta tarea. En los años recientes, cada vez es más importante el concurso de apoyos especiales a las actividades referidas.

Se hará una solicitud para obtener el apoyo de este programa, la solicitud se puede hacer por medio de un prestador de servicios técnicos o bien los mismos beneficiarios.

Se formaran brigadas comunitarias, a las cuales se dará una capacitación en combate de incendios forestales y se equiparan.

En materia de prevención y combate de incendios, el ProÁrbol considera apoyos para las siguientes actividades:

- Apertura de brechas cortafuego
- Rehabilitación de brechas cortafuego
- Ejecución de líneas negras, con lo que se busca frenar el avance del fuego hacia el bosque o dentro de éste, y disminuir la superficie afectada.

También se otorgan apoyos para el equipamiento de brigadas forestales. Incluye vestuario y prendas de protección, así como herramienta para brigadas voluntarias existentes o nuevas, con el fin de apoyar en las actividades de combate de incendios forestales.

El costo de esta acción a realizarse en 2 años, sería de 3 MDP. La SEMAGEM y PROBOSQUE serían los responsables directos.

6.1.4.5. Proyecto de establecimiento de técnicas de recuperación y conservación de suelo

6.1.4.5.1. Proyecto de establecimiento de prácticas y obras conservacionistas de agua y suelo

Los suelos, en general están sometidos a erosión constante por procesos naturales, por lo que se reconoce como erosión natural, la cual se altera drásticamente por la influencia del hombre. La erosión de los suelos se ha vuelto cada vez más común, al progresar la tala inmoderada de los bosques y la pérdida de la capa vegetal en las montañas y laderas. Como consecuencia, las montañas pierden su capacidad natural de retención de agua, lo que causa la pérdida masiva de los suelos fértiles, de manantiales y flujos de agua naturales.

Las actividades de recuperación y conservación de suelos, tienen por objeto mitigar y/o controlar la escorrentía superficial, principal causante de la erosión hídrica.

Dentro de los diversos procesos de degradación edafológica, la erosión hídrica se presenta como uno de los eventos de mayor impacto dentro de los ecosistemas. Conceptualizada como la remoción de la capa superficial del suelo, por efectos de la acciones erosiva del viento y agua, la erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden, y en el caso de la cuenca Presa La Concepción, el material sólido que se desprende de la parte media y alta de la cuenca, provocan el azolvamiento de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de caminos en la parte baja.

Para detener el proceso erosivo, existen estrategias como lo es la construcción de presas de piedra acomodada, de geocostales, de gaviones, etc., y terrazas en sus diferentes modalidades como son las de formación paulatina con frutales, maguey, pasto, etc., surcado al contorno, entre otras.

Las presas de gavión se construyen en los barrancos, donde baja mucha agua después de los aguaceros fuertes en la temporada de lluvia. Como esto a lo mejor pasa nada más una o dos veces en el año, resulta a veces poco imaginable, que estas presas se pueden llenar rápidamente en cuestión de minutos.

Las presas de gavión están construidas con cajones de malla que se rellenan con rocas, y se entretejen entre sí, cuando se colocan para formar barreras resistentes. Detienen la velocidad del agua y alcanzan a captar tierra y sedimentos, que de otra manera se perderían por las escorrentías. Las represas detienen el material de transporte, evitando con ello su deposición en diferentes áreas fuera del sitio de remoción. Su importancia estriba en que aun cuando son estructuras que pueden llegar a ser de alto costo, sus resultados son muy efectivos, evitando así salvaguardar áreas de interés para la población, fenómenos de degradación extrema como son la presencia de cárcavas sobre el terreno. Este tipo de estructuras debe tomar en cuenta diferentes variables como son la topografía del terreno, los eventos de lluvia, el caudal generado, presencia de material de relleno para los gaviones a emplear, entre otras cosas más.

Las barreras vivas pueden formarse de muchos diferentes tipos de plantas: En los barrancos pueden ayudar árboles como el sauce para detener el suelo de las orillas. Para la formación de terrazas se puede sembrar pastos, maguey o árboles de la familia de las leguminosas, preferiblemente especies nativas.

En la actualidad existen algunas obras de este tipo en la cuenca, sin embargo, se recomienda establecerlas en toda la cuenca con la finalidad de también controlar avenidas y evitar inundaciones en las partes bajas.

La realización de estas acciones contempla un costo total de 110 MDP con una inversión anual de 5.5 MDP. La CAEM y PROBOSQUE serán los responsables directos, además de contar con el apoyo de la CONAFOR, CONAGUA y SEDENA.

6.1.4.6. Composteo para abonos

6.1.4.6.1. Elaboración de compostas (comunitarias, individuales y escolares)

El 40% de la basura que producimos en la casa se compone de materia orgánica, que al poco tiempo de ser desechada se descompone provocando mal olor y atrayendo fauna nociva como moscas, cucarachas, ratones etc.

El desecho orgánico se puede definir como todo aquello que alguna vez tuvo vida. Estos materiales se pueden aprovechar para la elaboración de la **composta** y así evitar los problemas arriba mencionados además de que nos ayudan a tener un jardín bello y saludable.

COMPOSTA que es un "abono natural", producto de la biodegradación de la materia orgánica, a través de un proceso muy sencillo. Un abono o compost está elaborado basándose en un pleno conocimiento de calidad de los materiales a utilizar y las necesidades nutricionales del suelo. Es una mezcla de estiércoles animales, residuos de cosecha, follajes verdes, tierra, agua, ceniza o cal. Resultado final es un abono orgánico balanceado que puede sustituir fertilizantes químicos y corregir diferencias nutricionales de los suelos.

MÉTODOS PARA ELABORAR COMPOSTA EN CASA

- Método de montón.
- Método de hoyo.
- Método de recipiente.

Materiales a utilizar:

- Materia orgánica.
- Agua.
- Tierra.

- Grava ó paja.

Herramientas a utilizar:

- Pico o talacho.
- Pala.
- Barra de acero.
- Recipiente (tambo 200 lt)
- Regadera manual.
- Manguera

MÉTODO DE MONTÓN

- 1.- Para este método se necesita tener un espacio suficiente para realizar el manejo.
- 2.- Agregar una capa de pasto o grava de unos de unos 15 cm para propiciar la ventilación en el fondo del montón.
- 3.- Deposita los desechos orgánicos o biodegradables como hojas, restos de alimentos, etc. en capas de 20 cm de espesor y cúbrelo con una capa de tierra de 1 a 2 cm, inmediatamente rociar agua hasta humedecer.
- 4.- Repetir el proceso hasta que el montón alcance 1 m de altura por lo menos. Hacer orificios con una barra, por los lados y encima del montón una vez terminado éste. Esto es para facilitar la entrada de aire hasta el centro.

Continúe humedeciendo y aireando y en uno o dos meses ya tendrás tu composta dependiendo de humedad y los materiales que utilices.

MÉTODO DE HOYO

Para hacer un hoyo para composta no se requiere de mucho espacio. Solo se debe seguir el siguiente método.

- 1.- Hacer un hoyo de 1x1 metros por un metro de profundidad. Poner una capa de 20 cm de paja o grava en el fondo del hoyo para facilitar el drenaje de los líquidos. Después tapar con aproximadamente 3 cm de tierra.
- 2.- Depositar la materia orgánica en el hoyo formando una capa de 20 cm de espesor, y después cubrirla con una de tierra de 3 cm y agregar el agua. Recuerde mantenerla húmeda.
- 3.- Repetir el proceso cada vez que deposites materia orgánica en el hoyo, no olvides hacer unos orificios con la barra en la composta periódicamente. Recuerde este es un proceso que requiere aire y humedad.

Una vez que el hoyo esté lleno, deberás apartar los primeros 20 cm. De composta que todavía no está en condiciones de aplicarse, para así vaciarlos en el fondo para volver a empezar con el proceso. La demás composta ya lista para aplicarla en tu jardín ó venderla.

MÉTODO DE RECIPIENTE:

Si no cuentas con el espacio en donde hacer el montón o el hoyo, una alternativa es hacer composta dentro de un tambo de 200 litros, el método es el siguiente:

- 1.- Se le hacen orificios en el fondo del tambo, para facilitar su drenaje.
- 2.- Se deposita una capa de 10 cm de espesor de tierra en el fondo y a continuación se agrega la materia orgánica una relación de 20 cm de espesor por 1 cm de tierra.
- 3.- Repetir el proceso hasta llenar el recipiente, recordando aplicar agua cada vez que se efectúe el proceso para humedecerla, procurar hacerle orificios a la composta para facilitar la aireación y mantener el recipiente con su respectiva tapadera.

Una vez que el recipiente esté lleno, deberá apartar los primeros 20 cm de composta que todavía no está en condiciones de aplicarse, y así vaciarlos en el fondo para volver a empezar con el proceso. La demás composta ya estará lista para su aplicación.

La acción contempla una inversión anual de 0.7 MDP (total de 14 MDP). La instancia responsable será la Comisión de Cuenca en coordinación con la Ciudadanía. Se contará con el apoyo de los Ayuntamientos, SEDAGRO y CONANP.

RESIDUOS SOLIDOS

6.1.4.7. Programa integral de manejo de residuos sólidos

6.1.4.7.1. Plan integral de manejo de residuos sólidos

Es el conjunto de procedimientos y políticas que conforman el sistema de manejo de los residuos sólidos. La meta es realizar una gestión que sea ambiental y económicamente adecuada.

Básicamente el sistema de manejo de los residuos se compone de cuatro subsistemas:

- a) **Generación:** Cualquier persona u organización cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una organización usualmente se vuelve generadora cuando su proceso genera un residuo, o cuando lo derrama o cuando no utiliza más de un material.

- b) Transporte: Es aquel que lleva el residuo. El transportista puede transformarse en generador si el vehículo que transporta derrama su carga, o si cruza los límites internacionales (en el caso de residuos peligrosos), o si acumula lodos u otros residuos del material transportado.
- c) Tratamiento y disposición: El tratamiento incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos peligrosos o de sus constituyentes. Respecto a la disposición la alternativa comúnmente más utilizada es el relleno sanitario.
- d) Control y supervisión: Este subsistema se relaciona fundamentalmente con el control efectivo de los otros tres subsistemas.

Riesgo asociado al mal manejo de los residuos sólidos

Gestión negativa:

- a) Enfermedades provocadas por vectores sanitarios: Existen varios vectores sanitarios de gran importancia epidemiológica cuya aparición y permanencia pueden estar relacionados en forma directa con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas en el manejo de los residuos sólidos.
- b) Contaminación de aguas: La disposición no apropiada de residuos puede provocar la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua, además de contaminar la población que habita en estos medios.
- c) Contaminación atmosférica: El material particulado, el ruido y el olor representan las principales causas de contaminación atmosférica
- d) Contaminación de suelos: Los suelos pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos percolados dejándolos inutilizados por largos periodos de tiempo
- e) Problemas paisajísticos y riesgo: La acumulación en lugares no aptos de residuos trae consigo un impacto paisajístico negativo, además de tener en algunos casos asociados un importante riesgo ambiental, pudiéndose producir accidentes, tales como explosiones o derrumbes.

Beneficios de un buen manejo de residuos sólidos:

- a) Conservación de recursos: El manejo apropiado de las materias primas, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos traen como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales. Por ejemplo puede recuperarse el material orgánico a través del compostaje.

- b) Reciclaje: Un beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente.
- c) Recuperación de áreas: Otros de los beneficios de disponer los residuos en forma apropiada un relleno sanitario es la opción de recuperar áreas de escaso valor y convertirlas en parques y áreas de esparcimiento, acompañado de una posibilidad real de obtención de beneficios energéticos (biogás)

Se plantea contar con un programa integral que contemple el establecimiento de unidades de separación, programación de recolección de basura clasificada, etc.

El Plan de Manejo será el instrumento de gestión integral de los residuos sólidos, que contiene el conjunto de acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar el acopio y la devolución de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos sólidos, cuyo objetivo es lograr la minimización de la generación de los residuos sólidos y la máxima valorización posible de materiales y subproductos contenidos en los mismos, bajo criterios de eficiencia ambiental, económica y social, así como para realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen.

Como actividad estratégica para el control y disminución de la contaminación dentro de la cuenca Presa Concepción se conjuntarán esfuerzos para definir un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, que contemple la adecuada coordinación entre los diferentes municipios involucrados en la región, independientemente de que cada uno de ellos cuente con sus respectivos programas de manejo. Dicho plan deberá contar con los estudios previos suficientes para la toma correcta de decisiones en cuanto a los mecanismos de recolección, transporte, tratamiento, y disposición final. Su objetivo será definir las acciones necesarias para reducir y controlar la generación de basura y disposición en sitios no autorizados como cañadas, áreas verdes, cauces, etc.

Las zonas de basureros deben contar con los estudios necesarios para poder establecerlos, estos son los ambientales, y de concertación con la sociedad, a fin de proteger los recursos existentes y de involucrar a la sociedad en la toma de decisiones.

La contaminación es muy fácil de filtrarse y de afectar a las zonas de reserva del agua subterránea.

Es importante también, definir los esquemas de cooperación administrativa, operacional y técnica entre municipios con la finalidad de que aquellos con la menor capacidad en términos de inversión, personal y estructura en el manejo de residuos sólidos, reciban apoyo de los municipios más avanzados en este aspecto.

Se podrá evaluar y contemplar, las opciones de concesionamiento en estas actividades, así como definir estrategias de cooperación con organismos nacionales e internacionales enfocadas en este tema.

Reconociendo que la generación de residuos sólidos representa una de las problemáticas más representativas y de que ésta ofrece áreas de oportunidad para la recuperación de materiales, control de enfermedades, generación de fuentes de trabajo, mejoramiento en la calidad de vida de los ciudadanos, etc., el presente proyecto tiene la finalidad de crear las bases suficientes para el correcto diseño del reciclamiento de residuos sólidos dentro de la cuenca Presa La Concepción. Deberá sentar las bases técnicas y económicas suficientes para que dicho programa tenga los mejores resultados.

Por otra parte, el estudio debe incluir el aprovechamiento de residuos de tratamiento, para hacer abonos orgánicos (composta). Esto traerá como consecuencia reducir el volumen de residuos destinados a disposición final y aprovechar este elemento como insumo para los viveros municipales y estatales que promuevan el desarrollo de especies vegetales para efectos de reforestación.

El proyecto se realizará en un año a cargo de los Ayuntamientos se estima una inversión de 2 MDP.

6.1.4.7.2. Creación y aplicación de una ley de obligación de la separación de residuos sólidos

Crear una ley de obligación de la separación residuos sólidos es necesario para la adecuada recolección de la basura.

Esta ley deberá estar basada y coordinada con el programa de manejo de residuos sólidos donde se especifica todas las medidas y formas de separación de la basura.

También estará especificado el transporte de los residuos sólidos, así como el destino de los residuos.

El tratamiento se detallara el tratamiento de los residuos sólidos que incluye su selección y aplicación de las tecnologías para su control y tratamiento, en cuento a la disposición de los residuos.

Se tendrá un apartado donde se especifique el control y supervisión, donde también se especificara las sanciones correspondientes a las faltas que cometan las personas o empresas a cada fracción o artículo de ésta ley.

La acción tendría un costo de 4 MDP, considerando que la mayor inversión se realizará durante la creación de la ley y en los siguientes años se realice la aplicación. Los Ayuntamientos serán los responsables con apoyo de PROFEPA y SEMARNAT.

6.1.4.8. Limpiar la cuenca

6.1.4.8.1. Delimitación de áreas y cuantificación de desechos sólidos

La delimitación de las áreas con mayor afectación por contaminación y residuos sólidos, se hará con reuniones de personal de los Ayuntamientos y pobladores, donde identificarán las definirán las zonas de de prioridad para identificar y delimitar un muestreo.

El objetivo del programa es la participación de la comunidad en la tarea de limpieza de los ríos y arroyos, intentando actuar de manera conjunta en el estudio de los problemas y en la ejecución y supervisión de las soluciones que contribuyan a reducir la contaminación de la cuenca, para mejorar las condiciones y la calidad de vida de la población.

La inversión que se requiere asciende a 1.5 MDP y estará a cargo de los Ayuntamientos con el apoyo de COPACI, PROFEPA, SEMARNAT y SEDENA.

6.1.4.8.2. Proyecto de participación, requerimientos y formas de atención

Es evidente que la problemática en la cuenca involucra a toda la población puesto que el deterioro y degradación de la misma ha sido acelerada por las actividades humanas. En este sentido, es elemental involucrar a la población en la solución de la problemática y en este caso en las actividades de limpieza de la cuenca, toda vez que el esto permita el logro del objetivo de llegar a conservar el ambiente.

Por esto se propone realizar campañas de participación e involucramiento de la ciudadanía en las actividades relacionadas con la limpieza y el saneamiento. Se pretende que como un factor elemental la participación sea en todos los niveles.

Es necesario establecer mecanismos de participación, formas de organización como el establecimiento de convenios con las representaciones comunitarias, universidades, instituciones y de la población.

Por otra parte pueden realizarse visitas domiciliarias y sesiones de audiencia pública, de tal forma que los habitantes se involucren en actividades de limpieza de cauces mediante una participación equitativa y eficiente.

Se pretende que el involucramiento de los habitantes también fomente la conciencia ambiental y contribuya a la protección de los recursos naturales que actualmente se encuentran en deterioro.

Se necesita una inversión de 3.6 MDP (0.18 MDP anuales). Los Ayuntamientos serán los responsables de esta acción.

6.1.4.8.3. Brigadas de limpieza de infraestructura hidroagrícola y cuerpos de agua

Las brigadas de limpieza estarán formadas por un grupo capacitado para llevar a cabo las tareas de limpieza en lo referente al distrito de riego y los cuerpos de agua.

Pero sería importante también una conciencia ciudadana por que es la misma gente quien utiliza como basureros los canales.

También se comprenderá el desazolve y limpieza de canales, reposición de losas, sellado de juntas y rehabilitación de mecanismos de compuertas.

Los trabajos serán hasta principios del próximo año, pero el problema es que por las acciones negativas de algunas personas que en forma inconsciente arrojan todo tipo de desechos, disparando los costos de limpieza, y durando por un tiempo indefinido.

Para esta acción se sugiere como responsable a los Ayuntamientos con el apoyo de COPACI, PROFEPA, SEMARNAT, SEDENA y usuarios. Se necesita una inversión de 5 MDP (0.25 MDP anuales).

6.1.4.8.4. Programa de mantenimiento preventivo

Este programa estará enfocado a la comunidad en general y la industria, que es la que en primer lugar contribuye a la contaminación de los ríos y cuerpos de agua.

Donde se les impartirán talleres y pláticas de educación ambiental y las medidas necesarias para la mitigación de los contaminantes de uso común como bolsas de plástico, PET, etc.

Todo ello con la ayuda de COPACI, PROFEPA, SEMARNAT Y SEDENA.

Se requiere una inversión de 2 MDP (0.1 MDP anuales) para esta acción, que estará a cargo de los Ayuntamientos.

6.1.4.9. Centros comunitarios para acopio de residuos

6.1.4.9.1. Establecimiento de centros de acopio de residuos

Dentro del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, se deberá considerar la creación de cuando al menos los centros de acopio dentro de los límites de la cuenca para efectos de proporcionar ventajas logísticas de manejo y transporte para las comunidades y organismos operadores en este rubro.

Debe considerarse al menos los siguientes puntos:

1. Identificar áreas potenciales para los diferentes tipos de acopio.
2. Ofertar ante las comunidades dicho potencial para su involucramiento y participación.
3. Consensar las redes de acopio, clasificación y distribución para el establecimiento de los centros.
4. Gestionar la elaboración de los planes de negocio.
5. Crear sistemas de intercambio
6. Gestionar la elaboración del plan de operación logística
7. Organismo responsable de la coordinación y supervisión (DSP).
8. Gestionar los apoyos económicos.
9. Capacitación.

Los Ayuntamientos serán los responsables, con el apoyo de BANOBRAS, PYMES, SEMAGEM y autoridades municipales, y se necesita una inversión de 1 MDP.

6.1.4.10. Control de residuos peligrosos

6.1.4.10.1. Programa de inventario y Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

Se requiere llevar a cabo un Programa de Inventario de los residuos peligrosos que pudieran generarse en las industrias, y a la par, realizar un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos que considere los siguientes objetivos:

- Clasificar los residuos peligrosos mediante caracterizaciones conforme a las normas nacionales y en su defecto a las internacionales.
- Minimizar la cantidad de residuos peligrosos y disminuir su grado de peligrosidad.
- Valorizar los residuos industriales, mejorando la productividad y los productos obtenidos.
- Reducir la generación de los residuos y aplicar programas de mejoramiento continuo en su gestión.
- Correlacionar los programas de sensibilización y conciencia ciudadana que conlleven a una proactiva participación y colaboración, de la misma manera promover la gestión de la administración pública y del sector productivo.
- Mejorar la gestión de los residuos industriales, incentivando a los industriales para la adopción de nuevas tecnologías necesarias para optimizar la producción.
- Promover la investigación, creando una red de información de fácil accesibilidad a todos los entes involucrados.
- Promover el programa de evaluación de los cuerpos de aguas y suelos contaminados con residuos peligrosos que permitan con posterioridad establecer planes de recuperación.
- Definir instrumentos de gestión de residuos tales como reglamentarios, económicos, estadísticos y de control.
- Establecer la cantidad de residuos generados y la estimación de los costos de las operaciones de prevención, valorización y eliminación, así como los lugares apropiados para la eliminación de los residuos.

- Involucrar a las empresas que no están en programas de producción limpia en programas afines.
- Mantener actualizada la información sobre los residuos generados.

Para llevar a cabo los objetivos se hace necesario el desarrollo de la política de gestión definida y clara, apoyándose en las siguientes estrategias:

- Minimización y prevención
- Valorización
- Eliminación de Residuos
- Protección del medio ambiente
- Colaboración, Flexibilidad, información y comunicación
- Tecnología e investigación

De no implementarse una política de gestión de residuos, en la que se jerarquice acciones tendientes a prevención, minimización y valorización, las consecuencias que esto ocasionaría serían la contaminación de aguas, suelos y aire, deteriorándose los ecosistemas.

Existe además en la ciudad, generación de residuos de carácter industrial que pueden ser clasificados como inertes y algunos otros como no peligrosos, los cuales pueden ser utilizados en procesos de estabilización física y/o química en los sitios de disposición final. Es importante generar cambios de actitudes y conductas a través de un proceso de concientización masiva que permita a las comunidades asumir su responsabilidad en la generación y gestión de residuos.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 1 MDP. Los Ayuntamientos serán los responsables.

EDUCACIÓN AMBIENTAL

6.1.4.11. Difusión permanente de cultura ambiental

6.1.4.11.1. Programa permanente de difusión de cultura ambiental (cursos, talleres, medios de difusión, concursos, etc.)

Cultura Ambiental es el proceso que consiste en reconocer valores y aclarar conceptos con objeto de fomentar y formar actitudes y aptitudes necesarias para comprender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico. La cultura ambiental también entrena en la práctica la toma de decisiones y la propia elaboración de un código de comportamiento respecto a las cuestiones relacionadas con la calidad del ambiente.

Objetivos de la Educación Ambiental

El objetivo de la cultura ambiental es lograr que tanto los individuos como las comunidades comprendan la complejidad del ambiente natural y el creado por el hombre, resultado este último de la interacción de los factores biológicos, físico-químicos, sociales, económicos y culturales, para que adquieran los conocimientos, valores, actitudes y habilidades; prácticas que les permitan participar de manera responsable y efectiva en la previsión y resolución de los problemas ambientales.

Programa propuesto de difusión de cultura ambiental

El programa de difusión debe contener los siguientes puntos:

1. Impartición de curso y talleres sobre los temas: Agua (cuidado, eficiente, ahorro, contaminación), Residuos (separación, reúso, reciclaje, reducción), Desarrollo urbano aplicable, Flora, Fauna, Enfermedades de salud, Impacto de las actividades humanas, etc.
2. Gaceta de difusión. Pagina WEB. Foros de divulgación. Ferias. Expos. Concursos artísticos ambientales, periódicos locales, etc.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 10 MDP (0.5 MDP anuales). La instancia responsable será la Comisión de Cuenca en coordinación con la Ciudadanía. Se contará con el apoyo de Instituciones Educativas, ONG´S, SEMAGEN y SEMARNAT.

6.1.4.12. Promover la creación de una instancia responsable de la cultura ambiental dentro de la Comisión de Cuenca

6.1.4.12.1. Instancia de la Comisión de Cuenca en Pro de la Cultura Ambiental

La comunicación en función del desarrollo local y la educación que genere una cultura ambiental en las comunidades, comienzan llamando la atención por su entorno natural, para modificar las actitudes que pueden dañar ese espacio común. Parte de las palabras y códigos tradicionales, para llegar a la terminología científica. Aprovecha los canales establecidos formal e informalmente para desarrollar la comunicación ambiental, vinculada a la historia local y al acontecer regional, nacional e internacional, que permita cubrir los vacíos culturales que al respecto presentan los miembros de la comunidad.

Dentro de la comisión de cuenca se formará un grupo encargado de la divulgación de la cultura ambiental.

Serán un grupo de cultura ambiental apoyado por Fundaciones e integrado por niños, niñas y jóvenes originarios de los municipios que comprende la cuenca, dedicando su tiempo libre a apoyar y desarrollar iniciativas para la conservación de la naturaleza, su fauna y flora.

El plan de trabajo estará constituido en función de:

- Crear una conciencia ecológica en los miembros de los grupos que contribuya a la protección y conservación de los recursos naturales.
- Desarrollar en la comunidad infantil la capacidad de analizar su entorno ambiental, de tal forma que les permita elaborar sus propios proyectos de acuerdo a sus necesidades de conservación.
- Contribuir a la formación de carácter y liderazgo de los miembros de los grupos fomentando los valores de colaboración, disciplina, respeto y responsabilidad.
- Crear fuertes lazos de hermandad entre los miembros de los diferentes grupos.
- Brindar un espacio para el aprovechamiento del tiempo libre.

Entre sus actividades estará:

- Participación en eventos ambientales (festivales, campañas, actividades masivas, etc.).
- Desarrollo de actividades para el buen uso del tiempo libre (cine club, centros de documentación, etc.).
- Programas al aire libre (salidas de observación por la cuenca, reforestación y jornadas complementarias).
- Charlas sobre temas ecológicos de relevancia.
- Observar especies silvestres en su hábitat natural.
- Formación de líderes y guías ambientales.
- Participación en las políticas ambientales locales (mesas municipales ambientales).

Apoyo en las actividades de las líneas de trabajo de Investigación, conservación y educación ambiental.

La Comisión de Cuenca será la responsable directa y se contará con el apoyo de ONG'S, INE. Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 0.5 MDP a realizarse en un año.

6.1.4.13. Talleres obligatorios de educación ambiental a nivel educativo

6.1.4.13.1. Programa de Talleres de Educación Ambiental desde nivel preescolar hasta universitario

Se debe hacer un Programa estratégico de concientización ciudadana deberá diseñarse para, difundir y evaluar conforme se presenten cambios significativos relacionados a este tema, los alcances de los convenios y la participación entre instancias educativas y sociales ligadas a este tema.

El empleo de talleres de difusión, trípticos, mantas, peritoneos, visitas a escuelas, etc., son algunas de las estrategias específicas que es posible emplear. La participación activa de jóvenes universitarios o voluntarios permitiría mayor dinamismo e impacto a la población objetivo.

Se debe conseguir un espacio en las instituciones educativas en todos los niveles en donde se puedan exponer temas relacionados a la cultura del agua, quizá a nivel de primaria se puede comenzar con lo básico de evitar el desperdicio y la contaminación del vital líquido y a nivel de secundaria, conviene introducir algunas cifras de cantidades o porcentajes relacionadas al tema, en donde comiencen a entender el problema de la modificación que ha tenido el ambiente por el humano; a nivel medio superior adentrarlos en información mundial de las situaciones, problemáticas, movimientos militares provocados por el agua y acciones y desarrollo de tecnología encaminada al incremento de la oferta del vital líquido.

El personal de la Comisión de Cuenca será la responsable de desarrollar esta estrategia, en coordinación con la SEMAGEN y SEP, contando con el apoyo de ONG'S e Instituciones Educativas. Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 1 MDP.

6.1.4.14. Promover eventos ecológicos

6.1.4.14.1. Programa anual permanente de eventos ecológicos

Los eventos ecológicos se podrán realizar con ayuda y cooperación del grupo de cultura ambiental, donde resalten sus logros y proyectos.

También se les hará una invitación a las empresas y negocios invitándolos a participar en los diferentes eventos. Se calendarizarán los eventos de acuerdo a la fechas o eventos nacionales e internacionales.

Podrán realizarse: Talleres, jornadas de cine, reforestaciones, limpieza de parques, excursiones en la cuenca, etc.

Se puede utilizar como base en el siguiente calendario donde se citan los principales eventos ambientales que se podrían celebrar en el año.

Calendario Ambiental / Celebraciones ambientales

Fecha	Evento conmemorativo
Enero	<ul style="list-style-type: none"> • 26* Día Mundial de la Educación Ambiental
Febrero	<ul style="list-style-type: none"> • 2* Día Internacional de los Humedales
Marzo	<ul style="list-style-type: none"> • 22 * Día Mundial del Agua • 23 * Día Meteorológico Mundial
Abril	<ul style="list-style-type: none"> • 22 * Día de la Tierra
Mayo	<ul style="list-style-type: none"> • 8 * Día Internacional de las Aves • 22 * Día Internacional de la Diversidad Biológica • * Semana Nacional de Promoción de la Cultura Forestal • 31 * Día Mundial de NO Fumar
Junio	<ul style="list-style-type: none"> • 5 * Día Mundial del Medio Ambiente • 8 * Día de los Océanos • 17 * Día Mundial de la Lucha contra la Desertificación y la Sequía
Julio	<ul style="list-style-type: none"> • Mes del Bosque • * Día del Árbol • 11 * Día Mundial de la Población
Septiembre	<ul style="list-style-type: none"> • 16 * Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono
Octubre	<ul style="list-style-type: none"> • 2 * Día Mundial del Hábitat • 7 * Día Internacional del Agua • 10 * Día Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales • 16 * Día Mundial de la Alimentación • 17 * Día Internacional para la Erradicación de la Pobreza
Noviembre	<ul style="list-style-type: none"> • 6 * Día Internacional para la Prevención de la Explotación del Medio Ambiente durante Guerras y Conflictos Ambientales • 27 * Día Internacional de la Conservación • * Semana Nacional de la Conservación
Diciembre	<ul style="list-style-type: none"> • 10 * Día Mundial de los pueblos Indígenas • 29 * Día Internacional de la Diversidad Biológica

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 0.5 MDP. La responsable directa será la SEMAGEM, contando con el apoyo de ONG'S, Instituciones Educativas e INE, principalmente.

6.1.4.15. Identificar (o promover la creación de) grupos de equidad de género y ambientales

6.1.4.15.1. Proyecto de identificación y creación de grupos ambientalistas

En congruencia con las líneas estratégicas en educación ambiental, es importante conocer los grupos ambientalistas presentes en la cuenca así como identificar grupos de equidad de género o en su caso promover su creación con el fin de poder intercambiar experiencias y establecer responsabilidades en torno al fomento de una educación ambiental permanente.

El proyecto debe considerar los siguientes aspectos:

1. Identificar la problemática y las necesidades de cada zona en materia ambiental y del agua.
2. Programas de capacitación.
3. Generar una red de intercambio de experiencias.

Identificar la problemática y las necesidades de cada zona en materia ambiental y del agua.

El crecimiento económico hace referencia al aumento de los productos o servicios que se demandan en la cuenca. La sociedad es testigo de las transformaciones y efectos de los impactos generados en la cuenta así como los efectos y en general de la problemática en torno a los recursos naturales y en particular del recurso agua.

En este sentido es primordial que los usuarios y actores involucrados en el manejo de la cuenca identifiquen la problemática desarrollada en la cuenca. Si bien es cierto que aun falta camino por recorrer en la investigación referente al medio ambiente y agua se debe aprovechar el conocimiento y experiencia de la población.

Es así que se identificará la problemática y necesidades en la zona entendiendo que el bienestar social incluye el respeto a la naturaleza, las culturas, tradiciones y derechos humanos, así como el acceso a las instituciones y a los servicios básicos como educación, vivienda, salud y nutrición de toda la población. Y que para alcanzar una sustentabilidad del desarrollo, es fundamental que los recursos naturales se utilicen de forma inteligente y que se protejan los ecosistemas de nuestro entorno.

Programas de capacitación

Definir, situar y reconocer los problemas y sus consecuencias, admitir que nos afectan, conocer sus mecanismos, valorar nuestro papel como importante, desarrollar el deseo, sentir la

necesidad de tomar parte en la solución, elegir las mejores estrategias con los recursos más idóneos, etc., son algunos de los mecanismos cognitivos y afectivos que una sociedad educada ambientalmente debe manejar. La educación ambiental debe procurar y facilitar este manejo a toda la población, especialmente a aquellos sectores con más capacidad de decidir e incidir sobre y en el entorno.

Sin embargo para lograr lo anterior hay que empezar por fomentar la capacitación; una capacitación que favorezca el conocimiento de la problemática ambiental que afecta tanto al propio entorno como a toda la cuenca, así como de las relaciones entre ambos planos: local y regional.

Los programas de capacitación deben considerar:

Capacitar a las personas en estrategias de obtención y análisis crítico de la información ambiental, favorecer la incorporación de nuevos valores pro-ambientales y fomentar una actitud crítica a la vez que constructiva, Fomentar la motivación y los cauces para la participación activa de las personas y grupos en los asuntos colectivos, y potenciar el sentido de responsabilidad compartida hacia el entorno.

Capacitar en el análisis de los conflictos socioambientales, en el debate de alternativas y en la toma de decisiones, individuales y colectivas, orientadas a su resolución.

Ahora bien, en coordinación con los talleres de educación ambiental en los diferentes niveles educativos, es necesario el entendimiento de que aunque no toda la población toma decisiones, si constituyen una parte de la sociedad de especial sensibilidad por lo que son objeto de atención de la Educación Ambiental. Educación que debe aportar los conocimientos, aptitudes, actitudes, motivación y deseo necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones y de una mayor eficacia en el tratamiento de los problemas ambientales que se suscitan en la cuenca.

Generar una red de intercambio de experiencias

El objetivo de generar la red de intercambio de experiencias referentes a la capacitación en torno a la problemática ambiental y a la difusión permanente de la cultura ambiental es crear un espacio de retroalimentación.

Con esta red se pretende incrementar los conocimientos de los grupos ambientalistas y grupos gestores de una cultura ambiental, y hacer partícipe a la sociedad acerca de iniciativas eficientes y efectivas de contribuir al logro de la cultura ambiental en torno a la problemática de la cuenca, y fomentar un intercambio de experiencias entre ellos.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 0.5 MDP a realizarse en un año. La Comisión de Cuenca será la responsable directa y contará con el apoyo de ONG'S e Instituciones Educativas.

6.1.4.16. Fomentar y recuperar parcelas escolares y de la mujer

En diversos puntos de la cuenca existen situaciones problemáticas en torno a las parcelas escolares y de la mujer, sin embargo existe interés en su recuperación. Para fomentarlas y/o recuperarlas es necesario conocer sus definiciones en términos legales.

Las parcelas que inicialmente se consideraban un bien de patrimonio ejidal, de ser inalienable, imprescriptible, inembargable, intrasmisible y de propiedad de todo el núcleo de población ejidal; modificó su concepto y ahora la asamblea general de ejidatarios o comuneros son lo que tienen la facultad de decidir si destinan o no una parcela para el servicio escolar.

La Unidad Agrícola Industrial para la Mujer, de acuerdo a la Ley agraria es la asamblea general de ejidatarios o de comuneros quien tiene la facultad de determinar si esta unidad tenga existencia.

6.1.4.16.1. Identificar las parcelas potenciales de ser utilizadas

De acuerdo a lo anterior, se identificarán los sitios que hayan sido destinados a parcelas ejidales o para la mujer por las asambleas generales de ejidatarios o comuneros.

Si las parcelas y unidades agrícolas para la mujer existen, se recuperarán y destinará al beneficio de quien debe corresponder, es decir al beneficio de la escuela o en su caso de la mujer. Las ventajas de este proceso son entre otros, la garantía de un adecuado manejo, un beneficio de los alumnos principalmente en torno a su aprendizaje y de los centros educativos en general, generación de ingresos para las amas de casa y mujeres en general.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 0.2 MDP a realizarse en un año a cargo de los Ayuntamientos e Instituciones Educativas involucradas.

6.1.4.16.2. Crear áreas verdes en los fraccionamientos

Uno de los impactos ambientales más comunes del desarrollo urbano, es la desaparición de áreas verdes. Este problema tiene como origen, la falta de valoración del árbol como un elemento de vida, en su contexto ambiental, y de alimento para el ser humano. Al no aceptar esta verdad se impone el criterio mercantilista por encima del elemento natural. Es evidente y alarmante la sustitución de árboles por calles, plazas, avenidas, fraccionamientos, canchas deportivas y rellenos sanitarios que van desplazando la existencia de árboles y arbustos que son hábitat de la fauna local.

Las áreas verdes cumplen funciones de gran importancia en las zonas urbanas, por lo que su creación y fomento de alta relevancia. En la cuenca existen 1,392.29 ha donde existen asentamientos humanos con superficies agrícolas y áreas verdes principalmente de vegetación secundaria y muy poca vegetación natural. Sin embargo en aproximadamente 240 hectáreas el uso es totalmente urbano y es donde los espacios verdes y jardines son necesarios. Los

fraccionamientos cuya densidad poblacional es alta requieren indiscutiblemente de espacios verdes.

Los espacios verdes que se crearán generarán enormes beneficios económicos, además de los valores estéticos e históricos intrínsecos que se puede encontrar en ellos. En el contexto ambiental estas áreas proveen muchas ventajas a la población, incluyendo oportunidades recreacionales, hábitat para plantas y vida silvestre y mejoramiento sustancial del agua y aire.

La plantación de árboles en las zonas urbanas se justifica no solo por su valor estético, sino también por su contribución en la reducción de costos de enfriamiento del ambiente, absorción de contaminantes y su acción de barrera contra el viento y el ruido. A gran escala, un efectivo ordenamiento del arbolado puede mejorar la calidad del aire, moderando así, el efecto isla de calor que se produce especialmente en las grandes metrópolis, no muy lejanas de la situación que se prevé en la cuenca.

Se requerirán 2 MDP (0.1 MDP anuales) para llevar a cabo este programa que estará a cargo de los Ayuntamientos.

6.1.4.17. Promover ecotecnias

6.1.4.17.1. Proyecto de promoción de ecotecnias en la cuenca

El cuidado de los recursos naturales y el medio ambiente es una responsabilidad de la población en general y del gobierno, por tal motivo es importante la promoción y difusión técnicas alternativas o ecotecnias.

Las ecotecnias, son instrumentos desarrollados por el hombre, los cuales se caracterizan por aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales para la elaboración de productos y servicios mediante un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Por lo tanto son todas aquellas tecnologías que garantizan una operación económica y ecológica para generar bienes y servicios necesarios para el ser humano. De acuerdo a la Dirección de Concertación y Participación Ciudadana¹ menciona entre las principales ecotecnias a las siguientes:

Pintura natural: consiste en utilizar la baba extraída de raquetas de nopal, diluida en agua y mezclada con cal, cemento blanco, sal y, si se requiere, algún color vegetal. La mezcla resultante se aplica en muros como pintura, con excelentes resultados.

Impermeabilizante natural con baba de nopal: es un compuesto semejante a la pintura natural anterior. Adicionado con elementos como el pegazulejo, la arena gris, el jabón de pasta

¹ Fuente: *Guía de Ecotecnias*, 2006, Dirección de Concertación y Participación Ciudadana.

y el alumbre y aplicado en capas sucesivas, permite la impermeabilización económica de techos y azoteas.

Composta (abonos orgánicos): es un fertilizante natural y mejorador de suelos que estimula la diversidad y la actividad microbiana. Beneficia la estructura del suelo y favorece la filtración de agua. De color café oscuro, con olor y apariencia de la tierra formada por los suelos boscosos, resulta del reciclaje de los residuos orgánicos producidos por los hogares.

El proceso de compostaje consiste en la descomposición de materiales orgánicos: verduras, frutas, hierbas y pasto, entre otros. El proceso se acelera acumulando los materiales en una pila, añadiendo agua y revolviendo para permitir la aireación. La composta puede hacerse al aire libre o en contenedores.

Lombricomposta, humus de lombriz o vermicomposta: es el material que resulta (excremento de lombrices) de la transformación de residuos orgánicos, como restos de cosecha, hojas secas, desperdicios de cocina, estiércol de animales domésticos y ceniza o cal, además de lombrices y composta como alimento de las mismas.

Biodigestor: Consiste en un depósito aislado en su totalidad donde, con la acción de microorganismos anaerobios, se transforman los residuos orgánicos. Se utiliza para el tratamiento de excretas de animales, la producción de biogás, la purificación de aguas residuales y la elaboración de biofertilizantes. Se disminuye el uso de la leña.

Estufa de aserrín: es una alternativa para el ahorro de combustible, ya que utiliza solamente aserrín seco compactado en un bote rectangular metálico de 20 litros, con un conducto en forma de “L” que hace la función de chimenea durante la combustión. Dura encendida aproximadamente cinco horas.

Hidroponía: es la técnica para producir alimentos vegetales en ausencia de suelo o tierra. Se utilizan sustratos y agua en la que se disuelven los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

Cama biointensiva de hortalizas: la diferencia entre hortalizas en surcos y la siembra intensiva radica en que ésta es más profunda y se coloca una cubierta plástica para captar el calor (microtúneles). El cultivo es muy abundante y nutritivo, por lo tanto es recomendable para un espacio pequeño.

Captación de agua de lluvia: es un procedimiento necesario para ahorrar y aprovechar el recurso agua proveniente de la lluvia. Consiste en su recolección y almacenamiento para uso posterior: lavar trastos y vidrios, trapear y regar, entre otros. Lo único para lo que está prohibida esa agua es para beber o preparar comida.

Es necesario Identificar las ecotecnias adecuadas a promoverse en la cuenca y considerar proveedores locales.

Se propone como responsable a SEDESOL y PROBOSQUE, contando con el apoyo de SEMAGEM, SEMARNAT, CONAFOR y CONANP. Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 6 MDP (0.3 MDP anuales).

EQUILIBRIO ECOLÓGICO

6.1.4.18. Manejo de flora

En la cuenca existen ecosistemas aun conservados entre los que destacan el bosque de oyamel, bosque de pino y encino en la parte oeste de la cuenca y bosque de encino, matorral xerófilo y pastizal en la parte norte donde se encuentra la Sierra de Tepotzotlán, en los cuales diversidad de flora es singular.

Se han realizado estudios referentes a la flora en la cuenca, principalmente en la Sierra de Tepotzotlán entre los que destacan los trabajos realizados por la Fundación Xochitla A.C, donde se destaca la identificación de ejemplares aislados de especies arbóreas que han sido reportadas fuera del Valle de México o que actualmente se encuentran en desaparición en el mismo, tales como *Clethra mexicana*.

De acuerdo a Fundación Xochitla A, C. 2006² los Bosques de la Sierra tienen gran potencial generador de germoplasma para cuatro especies diferentes de encinos. Los impactos de las actividades sobre la vegetación son evidentes; la flora se encuentra afectada por las actividades humanas, principalmente por el pastoreo, el aprovechamiento de materiales pétreos, la agricultura y la extracción de recursos vegetales para uso doméstico (principalmente como combustible), con fines medicinales, artesanales, ornato y como complemento forrajero, en este último tipo de aprovechamiento no se toma en cuenta las restricciones con respecto a especies raras o de aquellas que se encuentran estrechamente vinculadas con el bosque de encino y que favorecen su desarrollo.

De lo anterior se justifica la importancia de fomentar un manejo adecuado de la flora y en general de la vegetación, para garantizar su permanencia y así un equilibrio ecológico. Sin embargo para lograr lo anterior es necesario realizar una caracterización, inventario y un diagnóstico de la situación actual de la flora en la cuenca.

6.1.4.18.1. Plan de Manejo y conservación (inventario incluyendo las especies en peligro de extinción y diagnóstico)

Un plan o programa de manejo puede ser de manera muy general aplicable a la totalidad de la cuenca, sin embargo debe considerarse la gran importancia de la flora. Un programa incluso puede realizarse a nivel de especies en particular de la flora, pero independientemente del nivel, lo que se pretende es un programa que integre las variables físicas, biológicas, y ambientales,

² Fundación Xochitla A.C. (2006) *Colecta y propagación de plantas nativas del Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán, Tepotzotlán, Estado de México. México. Documento inédito. 11 p.*

con la finalidad de planificar un manejo sostenible de la vegetación y de los ecosistemas para su aprovechamiento pero sin dejar de lado su conservación.

Para poder llevar a cabo un manejo es necesario conocer lo que se tiene y como esta. La Fundación Xochitla ha realizado colectas en la Sierra de Tepetzotlán y ha contribuido a la lista florística de la cuenca, sin embargo aun es necesario redoblar esfuerzos y seguir fomentando estos estudios para contar con un inventario completo, así como generar información acerca de la situación actual de la vegetación.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 1 MDP. La instancia responsable será la SEMAGEM, quien contará con el apoyo de SEMARNAT, INE, CONANP y CONAFOR.

6.1.4.18.2. Proyectos productivos sostenibles y planes de negocio para el manejo de flora

Realizar un manejo adecuado no significa no tocar, es más bien realizar un aprovechamiento de tal forma que los beneficios hacia la sociedad continúen mediante ingresos, pero que sin embargo se pueda compaginar con una conservación del recurso flora.

Así se puede realizar un manejo de los recursos forestales, particularmente de la flora mediante proyectos productivos sostenibles, para lo cual se realizará un estudio de proyectos potenciales referentes a la flora de la cuenca incluida en los ecosistemas de bosques y matorral.

Para la identificación de proyectos y elaboración de propuestas podrán tomarse en cuenta resultados y recomendaciones de estudios disponibles en los que se evalúen aspectos de impacto ambiental, manejo, sustentabilidad y potencial comercial de flora, considerando asimismo las opciones de aprovechamiento de recursos forestales no maderables que existan en la cuenca.

La elaboración de propuestas considerarán los siguientes aspectos:

- Priorizar proyectos que fomenten la conservación de especies nativas y/o endémicas del lugar, así como de aquellas listadas en la Norma Oficial Mexicana 059, cuya categoría sea de riesgo.
- Priorizar proyectos que fomenten la conservación de ecosistemas para garantizar provisión de servicios ambientales y conservación de especies de interés cultural e histórico.
- Fomentar propuestas estratégicas locales y regionales que promueven procesos de uso sostenible de la flora de la cuenca, como viveros en un esquema de ejecución anual, pero con un enfoque multianual, estableciendo relaciones de corresponsabilidad entre la propia comunidad y prestadores de servicios técnicos y profesionales.
- Impulsar alianzas estratégicas con la sociedad (academia, ONG's, fundaciones, instituciones, consultorías, gobiernos etc.). Considerando siempre el beneficio de los propietarios de los recursos de la cuenca.

- Fomentar la articulación de cadenas productivas y/o fortalecer regionalmente economías de escala y esquemas de mercado para el uso sostenible de los recursos florísticos de las zonas forestales.

Así mismo se debe considerar el conjunto de fundamentos, orientaciones, instrumentos y acciones necesarios para operacionalizar y poner en marcha procesos productivos regionales y locales, a través de la aplicación de tecnologías ambientalmente sanas que garanticen el aprovechamiento sostenible de recurso flora silvestre, en beneficio de los actuales y futuros pobladores de la cuenca Presa La Concepción.

Independientemente de los proyectos que se identifique potenciales, será necesario elaborar planes de negocio, de tal forma que esto garantice la viabilidad del proyecto. Los análisis financieros deberán demostrar la viabilidad económica para lo cual, deberán desarrollar el Valor Presente Neto y Análisis Costo/Beneficio.

El plan de negocios permitirá trazar las operaciones, la organización de las personas, los recursos materiales y el conjunto de tareas que se llevarán a ejecución, así como la forma en que serán medidos los resultados. Compromete los tres aspectos esenciales de la gestión: Planear, ejecutar y evaluar operaciones.

Se propone a la SEMAGEM, como responsable directa, quien podrá contar con el apoyo de SEMARNAT, INE, CONAFOR y CONANP. Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 0.5 MDP.

6.1.4.18.3. Creación y o fortalecimiento de viveros

Considerando lo ya mencionado del impacto hacia la flora del lugar y en general hacia los ecosistemas, el establecimientos de viveros es un instrumento útil y de gran importancia para la conservación y aprovechamiento de especies tanto forestales como ornamentales. Pues debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de biodiversidad y a la gran necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de estas especies.

En la cuenca un vivero identificado es el de la Fundación Xochitla, donde se han realizado esfuerzos para la propagación de la flora de la Sierra Tepetzotlán. Es necesario seguir fomentando el desarrollo de viveros y fortalecer los que se identifiquen actualmente. El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. La producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre y para el ecosistema en general.

Para la creación de viveros se deben considerar los siguientes aspectos:

El diseño de un vivero es un aspecto fundamental para llegar a obtener plantas vigorosas y sanas. Los primeros días de vida son los más críticos para su sobrevivencia. Con el propósito de lograr que un mayor número de plantas sobreviva a esta etapa se utilizan instalaciones especiales en las que se manejan las condiciones ambientales y se proporcionan las condiciones de crecimiento más favorables para que las nuevas plantas continúen su desarrollo y adquieran la fortaleza necesaria para transplantarlas al lugar en el cual pasarán el resto de su vida.

La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo.

Adicionalmente se deben considerar la elección del sitio donde se establece el vivero, *Ubicación, drenaje y suelo del vivero, Abastecimiento de agua y calidad de agua de riego*, así como los cuidados permanentes en el mismo.

Esta actividad requerirá una inversión estima de 30 MDP, y considera utilizar 12 MDP para el establecimiento de los viveros y 18 MDP para la operación (0.9 MDP anuales); estará a cargo de la SEMAGEM y contará con el apoyo de CONAFOR y CONANP, principalmente.

6.1.4.19. Manejo de fauna

En congruencia con la gran superficie que aún se conservan de zonas forestales, existe una gran diversidad de especies de fauna silvestre. Sin embargo, producto de las actividades humanas se ha alterado la fauna silvestre, matando o capturando algunas de las especies que la integran, ya sea para su protección o para utilizar los productos provenientes de ellos como piel, carne, etc., provocando un daño al medio ambiente.

La fragmentación del hábitat ha mermado los espacios para la conservación de muchas especies silvestres. Los pobladores en el proceso de adaptación a la vida urbana, ha perdido la sensibilidad y el respeto a la naturaleza; y el alto grado de ignorancia en cuanto a su medio ambiente, no sólo impide su aprovechamiento racional, sino también lo extermina día a día.

Por lo anterior y reconociendo la importancia de la fauna silvestre en el equilibrio ecológico de la cuenca, se hace necesario implementar un manejo adecuado de la fauna silvestre en el área.

6.1.4.19.1. Plan de manejo y conservación (inventario incluyendo especies en peligro de extinción y diagnóstico)

No se conoce con certeza la situación actual y listado faunístico de toda la cuenca. Se han reportado especies de reptiles encontradas principalmente en la Sierra de Tepotzotlán, que dan

un total de 30 especies, de las cuales, 9 corresponden a anfibios y 21 a reptiles. Estos estudios reportan especies de anfibios categorizadas como amenazadas de acuerdo a NOM-059-ECOL-2001.

Por lo anterior se plantea la necesidad de elaborar un plan o programa de manejo de manera particular de fauna con la finalidad de planificar un manejo sostenible de la misma, garantizando su protección y conservación.

Para poder llevar a cabo un manejo es necesario primeramente conocer las especies presentes en la cuenca a través de un inventario faunístico y monitoreo para diagnosticar la situación actual de dicha fauna.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 1.25 MDP. La instancia responsable será la SEMAGEM, quien contará con el apoyo de SEMARNAT, INE, CONANP y CONAFOR.

6.1.4.19.2. Proyectos productivos sostenibles y planes de negocio para el manejo de fauna

Se realizará un estudio para la identificación de proyectos sostenibles en torno a manejo de fauna silvestre.

La elaboración de propuestas debe basarse en los estudios y recomendaciones del manejo, sustentabilidad y potencial de aprovechamiento de fauna, considerando no solo aprovechamiento de tipo extractivo sino también de tipo no extractivo como avistamiento de aves.

La elaboración de propuestas considerarán los siguientes aspectos:

- Priorizar proyectos que fomenten la conservación de especies nativas y/o endémicas del lugar, así como de aquellas listadas en la Norma Oficial Mexicana 059, cuya categoría sea de riesgo.
- Priorizar proyectos que fomenten la conservación de ecosistemas para garantizar provisión de servicios ambientales y conservación de especies de interés cultural e histórico.
- Fomentar propuestas estratégicas locales y regionales que promueven procesos de uso sostenible de la fauna de la cuenca, como UMA (Unidad de Manejo) en un esquema de ejecución anual, pero con un enfoque multianual, estableciendo relaciones de corresponsabilidad entre la propia comunidad y prestadores de servicios técnicos y profesionales.
- Impulsar alianzas estratégicas con la sociedad (academia, ONG'S, fundaciones, instituciones, consultorías, gobiernos etc.). Considerando siempre el beneficio de los propietarios de los recursos de la cuenca.

Adicionalmente será necesario elaborar planes de negocio, que permita trazar las operaciones, la organización de las personas, los recursos materiales y el conjunto de tareas que se llevarán a ejecución, así como la forma en que serán medidos los resultados.

Los análisis financieros deberán demostrar la viabilidad económica considerando fundamentos, orientaciones, instrumentos y acciones necesarios para operar y poner en marcha procesos productivos regionales y locales, a través de la aplicación de tecnologías ambientalmente sanas que garanticen el aprovechamiento sostenible de recurso fauna.

Se propone a la SEMAGEM como responsable directa, quien contará con el apoyo de SEMARNAT, INE, CONANP y CONAFOR. Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 1 MDP a realizarse en un año.

6.1.4.19.3. Creación de una UMA

Un esquema que promete beneficios tanto de aprovechamiento como de conservación son las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Desde el punto de vista económico, el desarrollo sustentable trata de satisfacer las necesidades y las aspiraciones del presente sin comprometer la facultad de seguir haciéndolo en el futuro. En este contexto, la Dirección General de Vida Silvestre, desde la presentación del Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural, ha promovido el establecimiento y operación del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), que busca promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. Esto es, impulsar el desarrollo de fuentes alternativas de ingreso para las comunidades rurales, mediante la valorización de la diversidad biológica para propiciar su conservación.

Considerando lo anterior y de acuerdo al valor actual, al potencial económico, a los servicios ambientales que presta la cuenca Presa La Concepción la riqueza biológica debe ser considerada como un recurso estratégico, por lo que el fomentar el establecimiento de las UMA para contribuir con la conservación de los recursos faunísticos en la zona garantizará la continuidad de los ecosistemas y el desarrollo socioeconómico a través del manejo y aprovechamiento de las especies.

Las UMA, no solo es una nueva alternativa de actividades de producción sustentable, sino también permite lograr en los propietarios y legítimos poseedores de tierras una nueva percepción en cuanto a los beneficios derivados de la conservación de la biodiversidad. Busca promover la diversificación de actividades productivas en el sector rural, basadas en el binomio conservación-aprovechamiento de los recursos naturales, a efecto de lograr otras fuentes de empleo, de ingresos para las comunidades rurales, generación de divisas, valorización de los elementos que conforman la diversidad biológica y el mantenimiento de los servicios ambientales focales que presentan al lugar y a sus áreas aledañas.

Las UMA pueden funcionar como centros productores de pies de cría, como bancos de germoplasma, como alternativas de conservación y reproducción de especies en labores de investigación, educación ambiental, capacitación, así como unidades de producción de ejemplares, partes y derivados que puedan ser incorporados a los diferentes circuitos de mercado legal y obtener un mejor precio, lo que redundaría inmediatamente en beneficios directos para la conservación.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 3 MDP. Considerando que puedan establecerse las unidades en las zonas rurales y o Áreas Naturales Protegidas. La instancia responsable será la SEMAGEM en coordinación con la SEMARNAT, INE, CONANP y CONAFOR.

6.1.4.20. Protección y conservación de cuerpos de agua (jagüeyes)

Actualmente en la cuenca no existen problemas graves en cuanto a escasez de agua, sin embargo el acuífero del cual se extrae agua está sobreexplotado, lo cual aunado a los pronósticos del cambio climático de disminución de la precipitación o lluvias concentradas en cortas épocas vislumbran una tendencia hacia la baja disponibilidad de agua. Además ya se ha observado abandono de zonas agrícolas de temporal por falta de humedad.

Por lo anterior y para disminuir el impacto sobre la población de la crisis del agua, los cuales se concentran en buscar nuevas tecnologías y la aplicación de políticas públicas (nuevas tecnologías para la cosecha o captación de lluvia, que eviten la pérdida del líquido por fugas, evaporación y percolación), resulta interesante rescatar y conocer las estrategias y acciones locales que pobladores de zonas rurales llevan a cabo para garantizar su abasto de agua. Una de éstas técnicas es conocida como jagüeyes o estanques (Figura 53).



Figura 53. Jagüey de la cuenca.

6.1.4.20.1. Programa de rescate de jagüeyes

Se propone identificar los jagüeyes presentes en la cuenca. Esta estrategia se ha desarrollado por los pobladores locales para la colecta de agua de lluvia y su uso posterior en época de sequía.

Estos jagüeyes juegan un rol muy importante, porque son las únicas fuentes de agua durante la prolongada época seca. Las funciones ecológicas de los jagüeyes son las siguientes:

- Constituyen las únicas fuentes de agua para la fauna del lugar. A ellos acuden numerosas especies para beber y son los abrevaderos naturales de especies importantes de ecosistemas.
- Son lugares de concentración de las garzas, y alimento de anfibios de los que se alimentan.
- Son lugares frecuentados por especies terrestres que prefieren la cercanía del agua.
- Son lugares de refugio de la fauna acuática, que sobrevive en ellos durante la prolongada época de sequía. En los jagüeyes existe una extraordinaria concentración de insectos acuáticos. Estas especies se concentran en los últimos restos de agua a la espera de la próxima estación de lluvias.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 0.25 MDP a realizarse en un año a cargo de los Ayuntamientos.

6.1.4.20.2. Proyecto de construcción de jagüeyes

Considerando las ventajas y beneficios de los jagüeyes se fomentará la creación de estos para lo cual se identificarán las áreas propicias para su establecimiento.

Para la creación de los jagüeyes se deben considerar los siguientes aspectos:

- Sitios receptores de agua de lluvia.
- Sitios con menor pendiente
- Excavación de suelo y colocación de relleno como bordo

El jagüey captará el agua que escurra de terrenos pedregosos o no nivelados, haciendo disponible una cantidad mayor de agua ya sea para abrevar a los animales o para mejorar las condiciones de las siembras de temporal mediante riegos de auxilio.

Para eficientar el agua, la construcción de jagüeyes se puede realizar en las partes altas para aprovechar el desnivel que tiene y aprovechar el agua en las partes bajas.

Para esta acción se estima una inversión de 30 MDP (es decir, 1.5 MDP anuales). Los Ayuntamientos serán los responsables directos y contarán con el apoyo de la CAEM, CONAGUA, CONAFOR y PROBOSQUE.

6.1.4.20.3. Programas de brigadas de limpieza

Se crearán brigadas para la limpieza de los cuerpos de agua y particularmente jagüeyes garantizando su cuidado y conservación.

La creación de brigadas de limpieza se podrá realizar por comunidad involucrando a los diversos sectores y diferentes edades.

De igual forma una contribución importante puede ser brindada por integrantes del Servicio Militar Nacional.

Para llevar a cabo esta acción se necesita una inversión de 5 MDP (0.25 MDP anuales). Es importante la coordinación de esta y la línea de participación comunitaria. La instancia responsable será la Comisión de Cuenca.

DE ORGANIZACIÓN Y TRANSVERSALIDAD

6.1.4.21. *Involucrar Gobiernos Federales, Estatal, Municipal, Autoridades Auxiliares, Instituciones Educativas, Consejos de Participación, ONG´s*

6.1.4.21.1. *Programa de integración de instituciones de todos los niveles de gobierno y ONG´s*

Existen algunos proyectos en donde se requiere de una cantidad considerable de personal, como en los censos, difusión de cultura del agua, entre otros, en donde se puede aprovechar la participación de alumnos que tengan cubierto más de la tercera parte de los créditos totales de la carrera que cursan, así puedan realizar su servicio social y/o tesis, apoyados por el personal de docencia.

También pueden realizarse convenios para la capacitación y la transferencia de tecnología al personal de la Comisión de Cuenca por los investigadores de las Instituciones Educativas.

La serie de acciones contempla actividades de gestión para involucrar a la mayor cantidad de instituciones que se interesen en colaborar en los trabajos de la Comisión de Cuenca y ésta será la responsable directa. Su costo estimado es de 2 MDP (0.1 MDP anual).

6.1.5. Promover la participación social

La participación social abarca diferentes aspectos y en conjunto se considera como un factor que se encuentra presente en las demás componentes del plan hídrico y que también tiene una temática específica. Fundamentalmente incluye acciones de investigación y difusión y su consecución implica un presupuesto anual promedio de 0.768 MDP y un total para el periodo 2010-2030 de 15.36 MDP (Cuadro 38).

Cuadro 38. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 5.

Línea Estratégica	Inversión anual (miles de pesos)	Inversión total (miles de pesos)
Identificación permanente de la problemática de la cuenca y de sus localidades, estableciendo propuestas de atención y solución a la misma	120.0	2,400.0
Adecuación de la información recopilada para difundirla entre la población general de la cuenca	120.0	2,400.00
Difundir los derechos de la comunidad relativos al cambio de uso del suelo	96.0	1,920.0
Identificar y difundir los antecedentes históricos de las tradiciones de los pueblos	156.0	3,120.0
Establecer museos regionales (comunitarios) permanentes o temporales con objetos y documentos relativos al pasado histórico de la localidad	36.0	720.0
Impulsar la enseñanza y estudio del idioma otomí (hñahñú) y náhuatl	180.0	3,600.0
Impulsar la gestión de actividades conservacionistas del medio ambiente a través de la aportación de trabajo comunitario (faenas)	36.0	720.0
Identificar y promover el uso de huertos familiares y de técnicas diversas para el aprovechamiento del agua y de los residuos orgánicos entre los habitantes	24.0	480.0
Total	768.0	15,360.0

Se pretende generar un proceso de investigación para monitorear la problemática de la población de la cuenca, para rescatar su cultura no material y también abordar algunos aspectos de su cultura material, incluyendo las lenguas nativas, la conservación de los recursos naturales y las ecotecnias accesibles al núcleo familiar, para generar un proceso de difusión entre la población y establecer una base para su apropiación colectiva.

Es un proceso de investigación y difusión dirigido a la población originaria de la cuenca y también a la que recientemente se ha integrado. La revitalización de la identidad histórica cultural es una condición para generar procesos de identidad entre la población y la conservación de los recursos naturales y productivos.

Esta línea de acción, conjuntamente con otras, fue producto del taller de planeación realizados en septiembre de 2009, en el que hubo la participación de representantes de la sociedad civil y de los tres órdenes de gobierno (Figura 54).



Figura 54. Análisis de la problemática.

6.1.5.1. Identificación permanente de la problemática de la cuenca y de sus localidades, estableciendo propuestas de atención y solución a la misma

6.1.5.1.1. Recopilación de información documental

Identificación permanente de la problemática de la cuenca y de sus localidades, estableciendo propuestas de atención y solución a la misma, en torno a los siguientes aspectos:

- Contaminación ambiental (descarga de aguas residuales y generación de residuos) (Figura 55).
- Escasez de agua potable.
- Fraccionamiento y venta de la tierra y cambios del uso del suelo.
- Disminución y deterioro de bosques y cuerpos de agua.
- Pérdida de especies de flora y fauna nativas.
- Disminución progresiva de la actividad agropecuaria.
- Debilitamiento progresivo de la identidad cultural histórica.

Se establecerá un proceso de investigación continua que monitoree el nivel de permanencia y de cambio de los procesos sociales enunciados a través de un registro de eventos temáticos en intervalos fijos y en momentos de importancia relevante.

Se recabará información testimonial y documental a través de un equipo pequeño que se encargue de la investigación y registro.



Figura 55. Imagen de la contaminación de los cuerpos de agua.

Le corresponderá a la Comisión de Cuenca coordinar esta acción que tendrá un costo de 2.4 MDP (0.12 MDP anuales). Se contará con el apoyo de ONG'S, SEMAGEM y CONAGUA.

6.1.5.2. Adecuación de la información recopilada para difundirla entre la población general de la cuenca

6.1.5.2.1. Creación de información y difusión en diferentes medios de difusión (escritos y expresivos)

Los resultados progresivamente obtenidos del proceso de investigación integrarán un archivo y se difundirán entre la población de la cuenca a través de folletos, trípticos, carteles, audiovisuales, exposición en foros informativos, sesiones informativas en diversos foros de las localidades y en publicaciones periódicas.

Este proceso de difusión se hará en colaboración con otras instituciones vinculadas con la temática de los contenidos y también en forma independiente. Las asambleas ejidales y comunitarias, las festividades locales y otros eventos en que se congregue la población serán foros para la difusión, así como los convocados por la comisión de la cuenca para difundir expresamente los resultados obtenidos (Figura 56 y 57).

Esta acción se estima tendrá un costo de 2.4 MDP (0.12 MDP anuales). Estará a cargo de la Comisión de Cuenca contando con el apoyo de la CONAGUA, SEMARNAT, PROFEPA y PROPAEM.



Figura 56. Detalle de una imagen de difusión de información relevante en la cuenca.



Figura 57. Detalle de otra forma de hacer difusión.

6.1.5.3. Difundir los derechos de la comunidad relativos al cambio de uso del suelo

6.1.5.3.1. Programa de difusión de impactos negativos de cambio de uso del suelo

Dada la importancia que tiene el cambio del uso del suelo en la cuenca y la participación escasa de la población en la toma de decisiones en esos asuntos, es necesario que la población disponga de un conocimiento básico de los deberes y derechos que tiene en torno al fraccionamiento y venta de la tierra y a los cambios del uso del suelo, aspectos sobre los que

existe un conjunto de leyes y normas en los que la población tiene determinadas formas de injerencia.

Se requiere de asesoría jurídica y de diseño para hacer un proceso de difusión accesible a la población en general acerca de éstos temas. La información de carácter legal se difundirá a través de carteles, publicaciones periódicas e internet, así como en las reuniones y asambleas de la población.

Es un proceso de difusión reiterativo para fijar en el bagaje de conocimientos de la población en general las leyes y normas que tienen relación directa con la problemática de la cuenca.

Como responsable de este programa se propone a la Comisión de Cuenca, en coordinación con Autoridades Municipales. Esta acción se estima tendrá un costo de 1.92 MDP (0.096 MDP anuales).

6.1.5.4. Identificar y difundir los antecedentes históricos de las tradiciones de los pueblos

6.1.5.4.1. Proyecto de identificación y difusión de tradiciones

Identificar y difundir los antecedentes históricos de las tradiciones, leyendas, cuentos, consejos de las localidades, herbolaria y cocina (Figura 58), así como de sus construcciones y espacios con significado para la historia de las localidades.



Figura 58. Divulgación sobre una de las tradiciones más acendradas en San Francisco Magú.

Es un proceso de recopilación de elementos de historia y cultura ancestral que permanecen en el conocimiento y práctica de una parte de los habitantes de la cuenca, con la tendencia de atomizarse progresivamente. Con su rescate y difusión se pretende hacer extensivo a la población este patrimonio cultural.

Asimismo, se hará inventario de sitios y construcciones que tengan relevancia en las comunidades por su significado con sus costumbres y/o historia propias, en este contexto pueden tener esa importancia ciertas escuelas, caminos, casas-habitación, panteones, calles, árboles, kioscos, etc. (Figura 59).



Figura 59. Kiosco de Santa María Tianguistenco que originalmente era lugar de molienda de trigo.

Con los materiales recopilados se producirán textos para su publicación en folletos o en espacios de publicaciones periódicas, se montarán exposiciones locales, etc.

Esta acción se estima tendrá un costo de 3.12 MDP (0.156 MDP anuales). Estará a cargo de la Comisión de Cuenca en coordinación con cronistas de la región y se contará con el apoyo de Ayuntamientos, CONACULTA, INAH y Secretaría de Turismo.

6.1.5.5. Establecer museos regionales (comunitarios) permanentes o temporales con objetos y documentos relativos al pasado histórico de la localidad

6.1.5.5.1. Establecimiento de museos regionales de historia de la región

En diversos lugares de la cuenca hay vestigios históricos de diversa antigüedad, algunos inclusive de tipo arqueológico, además de otros que consisten en herramientas de trabajo ya en desuso, muebles domésticos, monedas, fotografías antiguas y otros bienes muebles que se

relacionan con el pasado de las comunidades. La exposición de estos bienes contribuye a fomentar el conocimiento del pasado de las comunidades y la conciencia de su devenir histórico entre la población que habita en la cuenca (Figura 60).



Figura 60. Imagen antigua de Cañada de Cisneros con personas que actualmente son ancianas.

Para tal efecto se hará un trabajo de inventariar y describir los bienes y sus significados, para formar colecciones que deben estar en custodia de sus propietarios pero con la perspectiva de que puedan ser prestados para su eventual exposición en locales adaptados para ese fin.

Los Ayuntamientos y Autoridades Municipales serán los responsables. Esta acción se estima tendrá un costo de 0.72 MDP (0.036 MDP anuales).

6.1.5.6. Impulsar la enseñanza y estudio del idioma otomí (hñahñú) y náhuatl

6.1.5.6.1. Realizar cursos de enseñanza de los idiomas otomí y náhuatl

En diversos lugares de la cuenca hay población que habla las lenguas originarias y su tendencia es la de disminuir en número y la de simplificar esos idiomas. Como un legado cultural ancestral que aún se conserva, su conservación debe hacerse a través de su enseñanza y estudio por medio de cursos formales y de la consulta de los especialistas y de los que hablan esas lenguas.

La enseñanza y cultivo de los idiomas debe vincularse con la enseñanza de la cosmovisión de cada uno. Para tal efecto, deben hacerse convocatorias abiertas a la población, formar círculos de estudio entre los participantes y contribuir de esa manera a eliminar el estigma de que los idiomas vernáculos deben de dejar de cultivarse y desaparecer.

Se propone como responsables a los Comisariados en coordinación con las Instituciones Educativas. Esta acción se estima tendrá un costo de 3.6 MDP (0.18 MDP anuales).

6.1.5.7. Impulsar la gestión de actividades conservacionistas del medio ambiente a través de la aportación de trabajo comunitario (faenas)

6.1.5.7.1. Impulsar programas de trabajos comunitarios (faenas)

La faena o trabajo voluntario impago generado por los miembros de la comunidad es una institución que se conserva en una parte de las localidades pero se encuentra en un proceso de debilitamiento progresivo. Su fortalecimiento puede hacerse al convertirse en un medio para gestionar con las instituciones gubernamentales apoyos en especie para acciones conservacionistas de agua, suelo y vegetación.

Para tal efecto, se debe generar una campaña en las comunidades que despierte la atención de sus habitantes respecto a la importancia de rehabilitar sus recursos naturales y de hacerlo a través de participar con faenas y en contraparte recibir materiales vegetales, para construcción y limpieza, con el fin de llevar a efecto esas acciones.

Se requiere conformar brigadas de vecinos dispuestos a establecer esta relación, en la que ellos determinen los puntos de trabajo de acuerdo a las prioridades que se les asigne internamente, con la asesoría de especialistas y la difusión de sus acciones en toda la cuenca.

Esta acción se estima tendrá un costo de 0.72 MDP (0.036 MDP anuales). La instancia responsable será la Comisión de Cuenca en coordinación con Autoridades Municipales y Ayuntamientos.

6.1.5.8. Identificar y promover el uso de huertos familiares y de técnicas diversas para el aprovechamiento del agua y de los residuos orgánicos entre los habitantes

6.1.5.8.1. Establecimiento de huertos familiares y proyectos de reúso del agua

Entre la diversidad de ecotecnias para producir a nivel de espacios domésticos y para conservar el agua y reutilizarla, se requiere establecer procesos de difusión y capacitación para que se adopten entre las familias de las localidades (Figura 61).



Figura 61. Flora acuática de la región con diversos usos.

Hay instituciones oficiales y privadas que generan estas acciones con las cuales se debe establecer un programa de trabajo aunado a un proceso de información sobre la importancia de adoptarlas.

Esta acción se estima tendrá un costo de 0.48 MDP (0.024 MDP anuales). Se propone como responsable a SAGARPA, en coordinación con SEDESOL, DIF y ONG'S.

6.1.6. Contar con una infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca

Contar con una infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca permitirá prevenir muchos riesgos y garantizará un saneamiento de la misma.

Para el cumplimiento de este objetivo se plantean cuatro líneas estratégicas (Cuadro 39).

Cuadro 39. Inversión por línea estratégica para lograr el cumplimiento del Objetivo 6.

Línea estratégica	Inversión (Miles de pesos)
Inventariar y caracterizar las descargas de aguas residuales de la cuenca para identificar el grado de contaminación.	4,500.0
Revisar el estado actual de la recolección de basura e identificación de estrategias para su manejo.	3,000.0
Construir infraestructura para la recarga de los mantos acuíferos.	104,500.0
Construir infraestructura para disminuir y evitar las inundaciones en partes bajas de la cuenca.	21,000.0
Total	133,000.0

Para este objetivo se requiere una inversión de 133 MDP.

6.1.6.1. Inventariar y caracterizar las descargas de aguas residuales de la cuenca para identificar el grado de contaminación

En la cuenca, como ya se ha mencionado, la principal problemática es la contaminación del agua. Existe una red de drenaje de aguas negras, que en su mayor parte es depositado en los cauces y generalmente los poblados que se encuentran a orillas de los cuerpos de agua descargan sus aguas residuales al caudal del mismo. Es evidente que no existen actualmente plantas de tratamiento para estas aguas y el volumen de aguas contaminadas vertidas a los cauces se incrementa.

Por lo anterior y con la finalidad de contar con una perspectiva de la contaminación presente en la cuenca, se propone un realizar un inventario de las fuentes puntuales de contaminación del agua, las características de calidad de las aguas residuales y el tipo de cuerpo receptor; que permitirá contar con elementos técnicos para proponer medidas preventivas y/o correctivas de saneamiento.

6.1.6.1.1. *Inventario de descargas*

Como un punto importante para lograr el objetivo de infraestructura suficiente y eficiente en la cuenca se encuentra la detección de las principales fuentes de contaminación, en cuanto a residuos líquidos se refiere.

Por lo que se propone el inventario de descargas de agua residual en la cuenca mediante la identificación de las fuentes de contaminación puntual (Figura 62). Esto permitirá establecer mejores estrategias de control de la contaminación del agua, y servirá de soporte para orientar y fortalecer los programas de inspección y vigilancia. Así como realizar campañas de apoyo a los municipios para la instalación de medidas de prevención de la contaminación de las aguas.



Figura 62. Descargas de aguas residuales en los cauces de la cuenca Presa La Concepción

Es importante realizar el inventario conforme a la NOM002 SEMARNAT 1996 y considerar los siguientes aspectos.

- Recabar inventarios de instalaciones generadoras de vertidos de aguas residuales.
- Identificar con recorridos de campo las fuentes de contaminación puntual.
- Integrar una base de datos actualizada de las fuentes de contaminación puntual.
- Integrar la información en un sistema de información geográfica.

Las zonas prioritarias para la identificación y caracterización de fuentes actuales y potenciales de contaminación del agua superficial a través de las descargas de aguas residuales, son aquellas con mayor crecimiento urbano y las que están más próximas a las zonas de reserva naturales.

Para la ejecución de esta acción se estima un costo de 3 MDP a realizarse en un año. Donde los responsables serían personal de la CAEM y CONAGUA.

6.1.6.1.2. Caracterización de las descargas

Para tener una noción del grado de contaminación también será necesaria la caracterización de las aguas residuales mediante un muestreo. Los parámetros a ser analizados en el laboratorio, serán aquellos que permitan valorar el grado de contaminación de las descargas como es la Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno (DQO, DBO), coliformes fecales, etc.

Para la caracterización de vertidos, se realizará un programa de muestreo previamente definido, donde se establezca la recolección y preservación de las muestras (Figura 63).



Figura 63. Ejemplo de muestro de aguas residuales

Para esta actividad es elemental definir tanto los puntos de muestreo como las fechas toda vez que se logren los resultados deseados y acordes al objetivo del muestreo.

Adicionalmente se deben considerar los siguientes aspectos:

- Tipo de muestras
- Transporte de muestras
- Registro de muestras
- Análisis de muestras

La caracterización de las descargas permitirá conocer el grado de contaminación de los cuerpos de agua, además se podrá evaluar los efectos potenciales en los procesos de tratamiento. Adicionalmente, los resultados podrán ser empleados en la regulación de dichas descargas conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-002-SEMARNAT 1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes básicos y tóxicos para las descargas de aguas

residuales a aguas y bienes nacionales, ríos, embalses naturales y artificiales, aguas costeras, suelos y humedales naturales.

Para la ejecución de esta acción se estima un costo de 1.5 MDP. La instancia responsable sería la CAEM, en coordinación con la CONAGUA y con el apoyo del IMTA y la Comisión de Cuenca.

6.1.6.2. Revisar el estado actual de la recolección de basura e identificación de estrategias para su manejo

6.1.6.2.1. Realizar un estudio ambiental de los rellenos sanitarios de la cuenca

Los rellenos sanitarios son en la actualidad la forma más utilizada para disponer la basura en nuestro país. Cuando esto no se hace, la basura termina tirada en las calles, los bosques, o a la orilla de las carreteras, con los consecuentes impactos ambientales.

Actualmente existen millones de toneladas de basura confinadas bajo el subsuelo nacional que, en menor o mayor grado, están emitiendo gases a la atmósfera y líquidos al subsuelo, y en algunos casos representan un riesgo potencial de incendio o explosión. La contaminación es muy fácil de filtrarse y de afectar a las zonas de reserva del agua subterránea.

Por lo anterior las zonas de basureros en este caso los rellenos sanitarios deben contar con los estudios necesarios para poder establecerlos, estos son los ambientales, y de concertación con la sociedad, a fin de proteger los recursos existentes y de involucrar a la sociedad en la toma de decisiones. Un instrumento importante es la evaluación de impacto ambiental. Por este término, se designan diferentes metodologías, procedimientos o herramientas, que se emplean por agentes públicos y privados en el campo de la Planificación y la Gestión Ambiental. Se utiliza para describir los impactos ambientales resultantes de los proyectos de ingeniería, de tal forma que incluirá los impactos causados como producto de los rellenos sanitarios.

Con este estudio se podrá:

- Prever los impactos potenciales que los rellenos sanitarios podrían causar, y que están causando actualmente.
- Conocer las alteraciones ambientales ocurridas en la cuenca y lugares aledaños, como consecuencia del establecimiento de los rellenos sanitarios.

Este estudio deben realizarlo especialistas ambientales e incluirá la toma de muestras de agua y suelo, con el objeto de proceder a su análisis mediante laboratorio y conocer la posible contaminación.

Con base en el estudio de impacto ambiental se podrán tomar medidas correctivas o preventivas en caso de que el daño pudiese incrementarse.

Para la ejecución de esta acción se estima un costo de 3 MDP. Se propone a la SEMAGEN como responsable, quien contará con apoyo de Instituciones Educativas principalmente de la región.

6.1.6.3. Construir infraestructura para la recarga de los mantos acuíferos

El acuífero donde se ubica la mayor superficie de la cuenca Presa la Concepción es sobre el acuífero Cuautitlán-Pachuca (93%), el cual está sobreexplotado y actualmente tiene un déficit de -189.99 millones de metros cúbicos. Por lo que es necesario promover acciones que permitan la recarga artificial de agua a capas subterráneas en la cuenca.

6.1.6.3.1. Estudio de factibilidad de construcción de bordos, presas, pozos de absorción, etc.

Actualmente existe aún gran porcentaje de masa forestal que propicia la recarga del manto acuífero, sin embargo un gran porcentaje de dichas zonas presenta claros por tala ilegal y cambio de uso de suelo.

A pesar de los esfuerzos por conservar las zonas protegidas en la cuenca, estas áreas al igual que las áreas verdes cada vez se ven más reducidas. Por lo cual se pretende incrementar esta recarga.

Existen diversos factores que intervienen en el proceso de recarga de acuíferos, entre los principales se encuentra el tipo de suelo, la cubierta vegetal, la densidad forestal. El acuífero de Cuautitlán-Pachuca es de tipo semiconfinado, considerando los materiales de esta unidad: de basaltos, brechas y tobas intercaladas con materiales piroclásticos finos y sedimentos lacustres, se consideran altamente permeables.

Se propone realizar un estudio de factibilidad de proyectos que propicien la recarga artificial. La recarga artificial en principio, se puede practicar en cualquier tipo de formación permeable que tenga condiciones para almacenar y transmitir agua, pero es conveniente evaluar los efectos de las obras propuestas, para asegurar su conveniencia.

Las NOM están plenamente enfocadas a protección de la salud pública y calidad del agua en acuíferos con requisitos de información, estudios básicos del sitio y sistema de recarga; calidad del agua de recarga, y uso potencial del agua recuperada.

Se propone a la Comisión de Cuenca como responsable de la ejecución de esta acción y se estima un costo de 3 MDP. Se podrá contar con el apoyo de la CAEM, BANOBRAS, CONAGUA y el IMTA.

6.1.6.3.2. Determinación de obras a desarrollar

Una vez realizados los estudios, se determinarán los proyectos a desarrollar. Es importante mencionar que las obras de recarga con aguas pluviales, deberán sujetarse a la normatividad correspondientes. De acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales (LAN) la infiltración de agua para recargar acuíferos, requiere del permiso de CONAGUA y deberá ajustarse a las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan.

La recarga artificial de acuíferos por aguas de lluvia o aguas residuales tratadas se deben sujetarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CNA-2007 y NOM-014-CNA-2003.

Deberán considerarse las características y especificaciones de operación y monitoreo en los sistemas de disposición e infiltración al suelo y subsuelo, tanto en el caso de aguas pluviales o meteóricas y aguas de escurrimiento superficial.

Las obras deben reducir el abatimiento por sobreexplotación y apoyar la creación de esquemas de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, e infiltrar exclusivamente aguas pluviales en áreas alejadas de focos actuales o potenciales de contaminación y fuera de áreas de acumulación de desechos sólidos o líquidos.

Para garantizar la gestión de los recursos es necesario que la inversión se incluya en el presupuesto de los Gobiernos. Para lo cual se realizará la cotización de las de las obras a implementar.

El costo de inversión debe considerar el diseño, la operación y mantenimiento. Las instancias responsables serán la CONAGUA y la CAEM y se contará con el apoyo del IMTA, Ayuntamientos y SEMAGEM.

Para la ejecución de esta acción se estima un costo de 1 MDP.

6.1.6.3.3. Negociación con propietarios

En caso de que se identifiquen áreas potenciales de recarga del acuífero Cuautitlán Pachuca en ejidos o de propiedad privada o comunal, se considerará la negociación toda vez que se cumpla el objetivo de la recarga del acuífero.

Ante una posible negociación es importante el beneficio de los propietarios y se deben considerar que en los sitios los exista. Hay que tomar en cuenta que el agua a recargar provenga de las fuentes siguientes:

- Agua de cursos pluviales o escurrimientos generados por tormentas
- Agua residual domestica previamente tratada para evitar la contaminación
- Agua captada de manantiales o ríos que atraviesan la superficie del acuífero

Son muchos los beneficios de la recarga y se pueden utilizar para la negociación con los propietarios, entre estos están los siguientes:

- 1) Contribuir a restaurar la sobreexplotación del acuífero Cuautitlán - Pachuca al compensar la sobreexplotación se asegura la sustentabilidad del agua del acuífero en un mediano y largo plazo.
- 2) Conservar aguas generadas por los escurrimientos y tormentas.
- 3) Evitar la contaminación del agua debido al arrastre de materiales como aceites, desechos inorgánicos, etcétera.- el agua pluvial se infiltrará al subsuelo y evitará en la medida de lo posible que escurra por las calles, contaminándose y escurriendo hacia el drenaje.
- 4) Disolución de contaminantes.- los pozos de infiltración estarán conformados por un filtro de gravas y arenas el cual le proporcionará a las aguas pluviales un primer tratamiento de depuración antes de ser inyectado al subsuelo.

Para la ejecución de esta acción se propone como responsable a los Ayuntamientos y se estima un costo de 0.5 MDP. Es importante contar con el apoyo de la Comisión de Cuenca y la ciudadanía en general.

6.1.6.3.4. Construcción de infraestructura para recarga de agua

Sujetándose a la normatividad vigente y a la supervisión de CONAGUA, se realizara la construcción de la infraestructura para la recarga artificial del acuífero Cuautitlán-Pachuca, que es el de mayor importancia en cuanto a superficie se refiere.

La Norma Oficial Mexicana 015, sugiere aprovechar el agua pluvial para la recarga de los mantos acuíferos, creando cuerpos de agua, que permitirían la filtración del agua de lluvia hasta en un 10%, se debe ser muy meticuloso en cuanto a la disposición de estos nuevos pozos de recarga, ya que las condiciones deben ser favorables para que no se contaminen antes de ser filtrados al acuífero, por ello, los pozos deben quedar 5 metros arriba del nivel del agua.

La Norma 014, tiene que ver con la recarga de los mantos acuíferos, pero con aguas residuales tratadas, para lo que se requiere una planta de tratamiento terciaria, que elimina bacterias y otro tipo de contaminantes.

Otra forma de recarga el acuífero de manera artificial es mediante un sistema de pozos de infiltración. Estos son de dimensiones relativamente pequeños, si se pueden construir en unidades habitacionales, fraccionamientos, centros comerciales, fábricas, calles, obras públicas, parques, clubes deportivos y consorcios turísticos entre otros. La idea principal de sustituir poco a poco las coladeras pluviales por los pozos, para que en lugar de la lluvia pluvial se pierda en el drenaje esta recargue el acuífero y se compense la sobreexplotación, por otro lado el agua se inyecte, al pasar por el filtro del pozo se recupera de los contaminantes adquiridos en la atmósfera y al haber caído a la superficie de la ciudad.

Esta solución resultaría económicamente factible ya que no se requieren costosas y complicadas técnicas para su construcción por tratarse de pozos pequeños, el problema de colmatación puede resolverse utilizando tapas de concreto con un aditivo especial que permita el paso del agua mas no el de las partículas sólidas. Además cuando su capacidad de filtración se merme, se puede cambiar el filtro sin necesidad de clausurar el pozo. Las inundaciones se disminuirían en la medida en que se implementen los pozos, estos no presentan problemas por cambios en la pendiente del terreno como ha sucedido en el drenaje. El agua que se inyecta al subsuelo tendrá una mejor calidad por tratarse de agua de lluvia la cual se incrementara al irse filtrando cada vez más en el subsuelo. Con esto se puede solucionar de manera sencilla un problema generado por muchos años a causa de la mala planificación de la ciudad.

En la Figura 64 se presentan algunas de las opciones que se pueden emplear para recarga artificial sobre cauces.

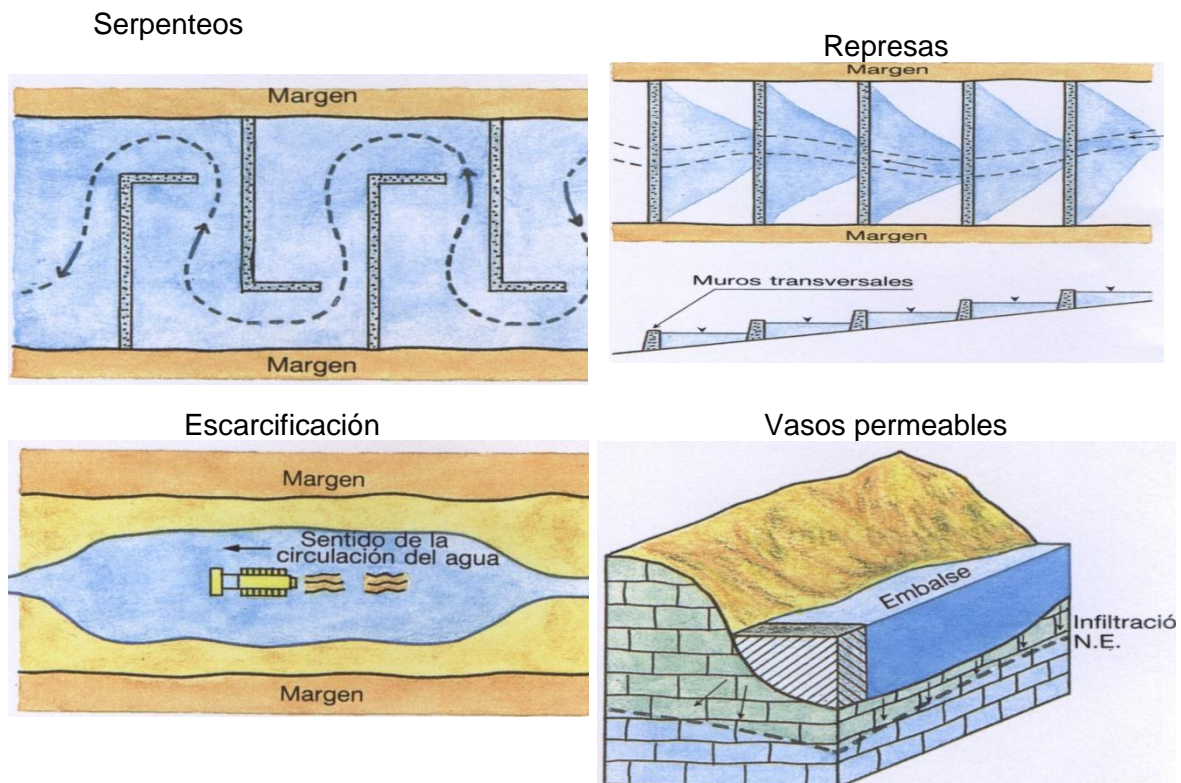


Figura 64. Opciones de recarga artificial sobre cauces

El estimado de las obras, sería de 100 MDP, considerando que la recarga artificial se induciría principalmente sobre los cauces. La CONAGUA en coordinación con la CAEM, serán las responsables de esta acción y es necesario contar con el apoyo de los Ayuntamientos, la SEMARNAT y SEMAGEM.

6.1.6.4. Construir infraestructura para disminuir y evitar las inundaciones en partes bajas de la cuenca

6.1.6.4.1. Identificación de zonas de riesgo por inundación

En la cuenca existen zonas donde se presentan inundaciones cuando se presentan precipitaciones extraordinarias, principalmente se afectan las áreas bajas donde se tienen asentamientos humanos, y más directamente aquellos que están en las orillas de los cauces. Ante ello se requiere elaborar un estudio donde se pueda identificar las zonas de riesgo de inundación, y entre otra información debe incluir lo siguiente:

- Topografía o pendiente del terreno, especialmente su horizontalidad.
- Geomorfología, tipo y calidad de suelos, especialmente material de base de depósitos fluviales no consolidados.
- Hidrología y la extensión de las inundaciones recurrentes.
-

Un aspecto importante es obtener datos hidrológicos directamente de los ríos o cursos de agua es un esfuerzo valioso pero que consume tiempo. Si tales datos dinámicos han sido obtenidos durante muchos años de aforos regulares, se pueden usar modelos para calcular la frecuencia estadística de los eventos de inundación, determinando así su probabilidad. Sin embargo, tales evaluaciones son difíciles sin aforos de por lo menos veinte años.

Para la ejecución de esta acción se estima un costo de 1 MDP. Protección Civil será responsable y contará con el apoyo de la CONAGUA, CAEM, SAOP e IMTA.

6.1.6.4.2. Proyecto de infraestructura y su construcción

Con la realización del proyecto se determinará la infraestructura de acuerdo a la naturaleza de las inundaciones, entre las posibles medidas de mitigación se pueden identificar tanto medidas estructurales como no estructurales.

Medidas estructurales.

- Nuevas redes de drenaje
- Métodos de encauzamiento:
 - Diques
 - Canales
 - Mejoras del cauce

Medidas no estructurales

- Sistema de alerta temprana
- Programas de recuperación de la cuenca
- Zonificación de llanura inundada

- Zona prohibida
- Zona restringida
- Zona de simple advertencia

La inversión estra en función de la tamaño y viabilidad de los proyectos. El financiamiento de los proyectos provendrá de recursos de los gobiernos federal, estatal y municipal.

Se propone a la CONAGUA en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano como responsable de esta acción y se estima un costo de 20 MDP para realizarse en 4 años. Es necesario el apoyo de Ayuntamientos, CAEM y SAOP.

7. IMPACTOS ESPERADOS CON LA EJECUCIÓN DEL PLAN HÍDRICO

En este apartado se intenta dar elementos para facilitar el análisis sobre la situación tendencial, considerando lo que está pasando y puede ocurrir en el entorno local y regional de la cuenca Presa La Concepción, toda vez que permitirá tomar mejores decisiones sobre lo que se debe hacer o se debe evitar con la finalidad de lograr un escenario deseable en la cuenca.

El diseño de escenarios sobre la vulnerabilidad y el potencial de aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca se realiza utilizando la mayor información diagnóstica producida, contemplando el desarrollo socioeconómico racional pero también tomando en cuenta garantizar la permanencia de los recursos naturales para futuras generaciones, de tal forma que la estrategia es anticiparse a los cambios y prepararse para ellos, adoptando metas y estableciendo acciones en el presente para lograrlas.

El diagnóstico desarrollado en la cuenca permite describir cambios posibles que podrán presentarse en el futuro, pues se conoce la situación actual del medio natural y social, lo que facilita entender el ámbito socioeconómico, productivo y condiciones del medio natural. Lo anterior permite establecer situaciones posibles futuras, de esta manera los hechos no se presentarán de manera sorpresiva y desde hoy se deberán de dar bases para evaluar la sustentación de estrategias bajo diferentes circunstancias. No se trata de establecer estrategias solo para solucionar problemas, sino también para prevenirlos.

7.1. Escenario inercial

Considerando los datos de los aspectos de población, la tendencia es a un incremento sustantivo del número de habitantes, como lo refleja la tasa de crecimiento demográfico positivo. Esta dinámica de población se manifestará en un aumento en servicios, recursos, y mayor producción de impactos si no se lleva a cabo una planificación adecuada.

Como se observó en el estudio de impactos sobre la cuenca Presa La Concepción, todas las actividades que en ella se realizan tienen un efecto en la misma, ya sea en el mismo o en un punto diferente de dicha cuenca. Los impactos que ya se han venido suscitando son evidentes, sin embargo con las tasas de crecimiento presentes es obvio que los impactos se aceleren (Figura 65).

Aunado a lo anterior, las amenazas de factores naturales en la condición de los recursos naturales y las actividades productivas son muy importantes y sus efectos pueden ser catastróficos si no se empiezan a tomar medidas de prevención, control y adaptación a las posibles situaciones que se estimaron pueden ocurrir.

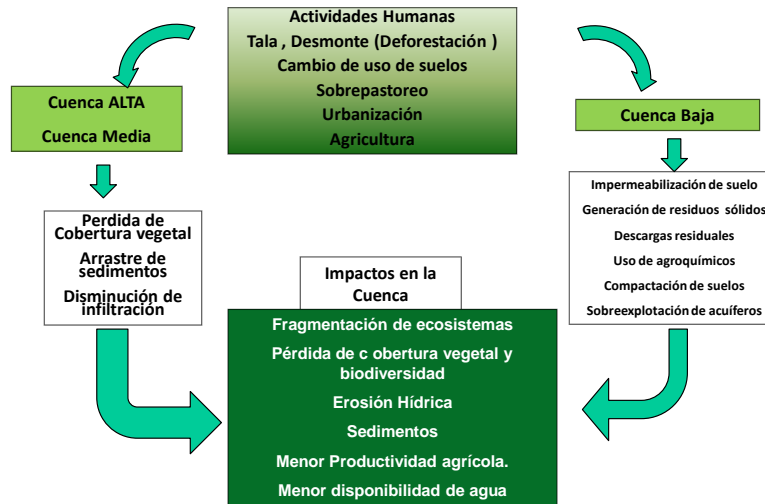


Figura 65. Incremento de impactos en la cuenca.

Efectos significativos pueden desencadenarse como consecuencia del calentamiento global en donde se espera un incremento de la temperatura en la mayoría de los meses hasta de 2.3 grados para el año 2050³) y una disminución sustancial de la precipitación hasta en un 20% en la cuenca, asociada con presencia de fenómenos extremos, en ocasiones precipitaciones considerablemente mayores que las promedios y en la mayoría de los casos sequías recurrentes.

La tendencia por sector puede vislumbrarse como sigue:

- En el sector agrícola aumentara el riesgo de pérdida de las cosechas en zonas destinadas cuya agricultura es de humedad como consecuencia de la falta de agua con la recurrencia de las sequías. Considerando la tendencia actual, se prevé una disminución de superficie destinadas a la agricultura por abandono y por cambio de uso de suelo destinándose éstas a asentamientos humanos. Adicionalmente reducirá su producción, debido a la pérdida de suelos debida a la erosión y a prácticas agrícolas destructivas.
- En la agricultura de riego se reducirán las áreas productivas como consecuencia del crecimiento de áreas urbanas.
- En el sector ganadero la tendencia es de menor desarrollo del pasto en las áreas actuales que normalmente son terrenos desmontados y abiertos a la agricultura y luego abandonados así como las áreas forestales que tienen dosel más abierto y coinciden

³ Datos de acuerdo al Escenario Socioeconómico A del modelo ECHAM. ECHAM, 2009. Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg.

con las áreas con limitantes en el desarrollo de la vegetación arbórea ya sea por limitantes en el suelo o de más baja precipitación. Por tal motivo se incrementaran los costos de mantenimiento de las vacas pues al reducirse la cantidad de forraje en los años con sequías, se requerirá mantenerlas confinadas proporcionándoles el alimento para evitar que mueran por inanición.

- En el sector forestal se prevé una disminución de la masa forestal por sobreexplotación de la vegetación o degeneración de la vegetación remanente, protección insuficiente contra la erosión y empobrecimiento de suelos en áreas de uso forestal que han sido perturbadas. Disminuirá la masa forestal remanente en zonas urbanas como son el bosque de galería por el cambio de uso de suelo que actualmente es evidentemente acelerado.
- De seguir una tendencia actual de pérdida de más de 62 ha de bosque por año y no implementar una protección o manejo forestal adecuado, los servicios ambientales serán de menor calidad corriendo el riesgo de desaparecer. Incluso las áreas naturales protegidas en la cuenca que cubren el 32.5% seguirán siendo fuertemente impactadas y la biodiversidad disminuirá.
- La disminución de la precipitación en un orden de 20% como efecto del cambio climático global y la presencia de sequías recurrentes también afectaran el desarrollo y condición de las masas arboladas. Habrá un menor desarrollo en los árboles y mayor vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades como consecuencia del estresamiento de la vegetación al faltarle la humedad.
- Como consecuencia de la disminución de masa forestal y cubierta vegetal se prevé un incremento en el coeficiente de escurrimiento en un 15% si se continúa con la tendencia actual, mayor pérdida de suelo por erosión hídrica y menor disponibilidad de agua por falta de recarga de agua subterránea.
- El riesgo de afectación por incendios será mayor al tener condiciones secas, incremento de evapotranspiración por altas temperaturas y falta de medidas preventivas. El número de incendios aumentará así como la vulnerabilidad en las zonas con menores precipitaciones y con condiciones de evaporación mayor como son algunas pendientes orientadas al sur. La tendencia muestra que las masas originales de vegetación como son el pino, el encino y el oyamel una vez devastadas por los incendios o por deforestación, como las condiciones serán más limitativas, la regeneración de la vegetación se dará casi exclusivamente con especies rústica y adaptadas a medios degradados como se ha venido presentando con Matorral con especies de bajo interés para la explotación de la madera.
- Se prevé que bajen significativamente el nivel de los arroyos que la capacidad productiva de las áreas con mejores condiciones para el desarrollo de la vegetación también se afecte negativamente al disminuir su capacidad productiva cuando baje la disponibilidad de humedad. Aunado a lo anterior, se prevé que la contaminación de arroyos, manantiales, ríos y presas aumente por el desmedido incremento de población y falta de plantas de tratamiento.

- El conjunto de situaciones que se avizoran acentuarán la migración de los pobladores buscando otras alternativas de sustento y abandono de actividades primarias.
- Se prevé así, que para cualquier escenario la disponibilidad de agua en la cuenca y en la Región, se reducirá incrementando la ya sobreexplotación del manto acuífero, razón por la cual el valor estratégico de las reservas superficiales y subterráneas de agua se incrementarán principalmente durante las sequías, más relevante será la buena calidad del agua. El escenario tendencial incrementará una dependencia para abastecimiento de agua, que ante un encarecimiento regional del agua, amenaza con severos problemas hídricos, que degradarán el ambiente de la cuenca en su mayor parte con efectos irreversibles.

Entendemos que el escenario tendencial es el reflejo de una carencia de recursos para un manejo sustentable, sin embargo los costos e inversiones requeridos para subsistir en dicho escenario, superarán por mucho a los costos de un escenario sustentable, además de que la falta de liquidez y fuentes alternas de abastecimiento, constituye una serie amenaza para el desarrollo y más aun para la vida misma, toda vez que el vital líquido es insustituible.

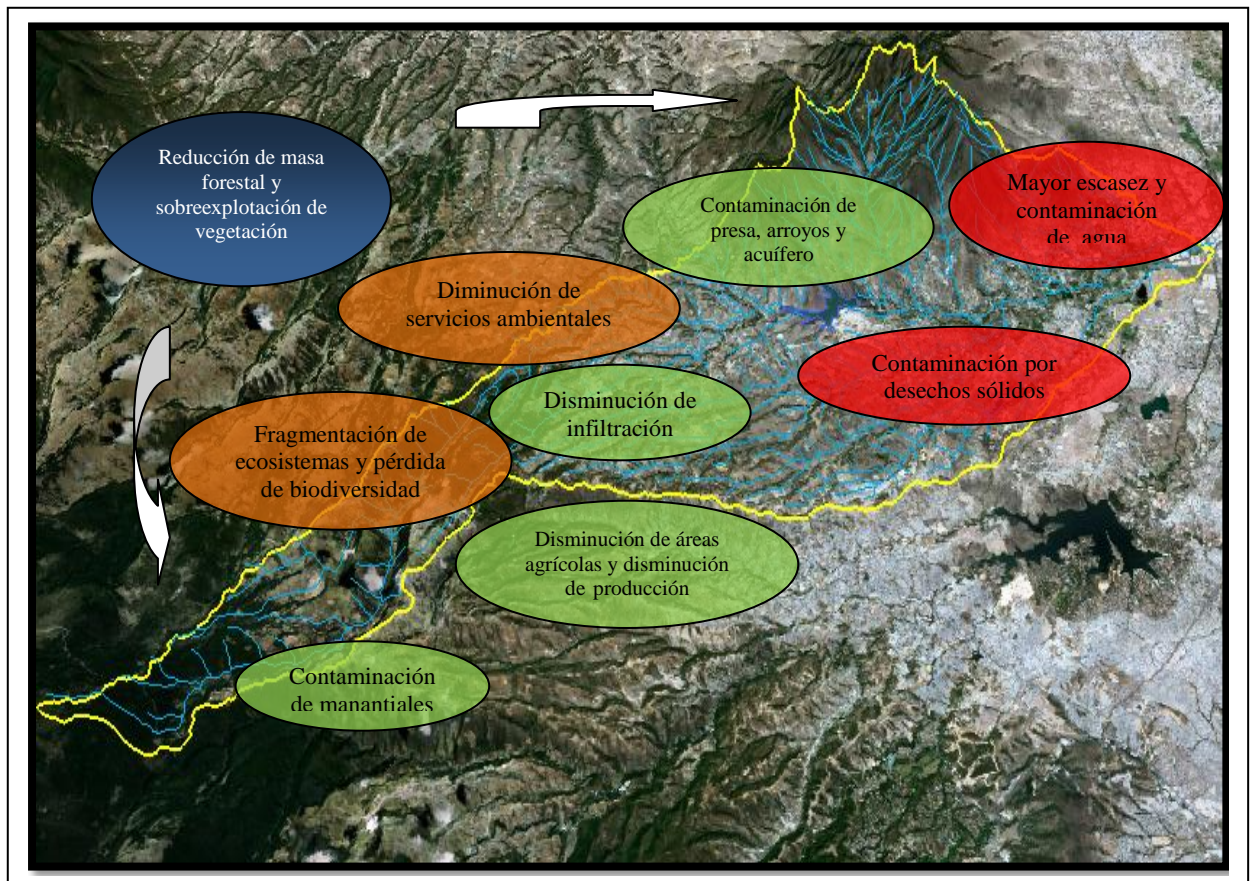


Figura 66. Escenario inercial

7.2. Escenario sustentable

Consideran las debilidades detectadas y su tendencia como se explico en el apartado anterior, es posible emprender acciones para prevenir los problemas y corregir las limitantes. Estas acciones se presentan en el plan hídrico, de tal forma que conociendo las características del medio natural y social así como su estado, se describen las actividades y estrategias que se deben seguir para mantener condiciones aceptables desde el punto de vista social y ecológico.

Es importante mencionar que para el planteamiento de los proyectos y actividades se involucró a representantes de los usuarios de los recursos de la cuenca en sus diferentes sectores, donde el resultado de valiosa participación generó líneas de acción, los usuarios mostraron siempre interés en un manejo sustentable de la cuenca Presa La Concepción y expresan su disposición y preocupación por sanearla y recuperarla.

Se toman en cuenta estrategias a largo plazo y medidas de prevención, adaptación y conservación de los recursos naturales. La riqueza de los recursos naturales aún es significativa y diversos actores han realizado esfuerzos en la conservación de la misma, y estableciendo un plan de manejo con actividades que consideren dichos actores y medidas que reduzcan el deterioro ambiental, se prevé un escenario favorable.

A pesar de que en la cuenca se detectaron muchas debilidades, existen también muchas fortalezas principalmente por los recursos naturales que se conservan. De tal forma que los proyectos planteados involucran medidas de prevención, adaptación y conservación de los recursos naturales y adaptación a las condiciones del medio físico que determinan las actividades productivas. El escenario sustentable, representa la valoración del agua y los recursos naturales que permiten su producción, así como las acciones que permitirán mejorar la autosuficiencia económica e hidrológica.

Con tal escenario sustentable el panorama por sector sería el siguiente:

- En el sector agrícola y pecuario se prevé en cierto grado la conservación de dichas actividades con estrategias adecuadas, previniendo así la pérdida de productividad y de suelo. Con el fomento de actividades sustentables alternativas como agricultura orgánica, apicultura, e implementación de ecotecnias se prevé mayor producción y abastecimiento de productos básicos a nivel local y regional.
- En el sector forestal, se prevé que con un manejo forestal adecuado la tasa de deforestación disminuya, y se garantice la permanencia de los servicios ambientales que los bosques proveen. De igual forma con el reforzamiento en Áreas Naturales Protegidas se conservarán las masas forestales y la permanencia de la biodiversidad.
- Con la protección e incluso incremento de masas forestales y cobertura vegetal se prevé mayor infiltración y captación de agua pluvial propiciando la recarga del acuífero Cuautitlán-Pachuca, así como mayor protección contra posibles inundaciones.
- Con la implementación de obras de conservación de suelo y agua se logrará una mayor protección del recurso suelo y disminución de sedimentos en la cuenca baja.

- Con las estrategias de las líneas de acción referentes al marco jurídico y gestión integral del agua se logrará un uso más eficiente y racional del agua, con menor contaminación y mayor utilidad. Será posible reducir y prevenir la contaminación del agua. La intensificación de la captación, almacenamiento, aprovechamiento y reúso, así como de tratamiento; incrementará la productividad del agua y con ello garantizará la disponibilidad del agua y la buena calidad de la misma.

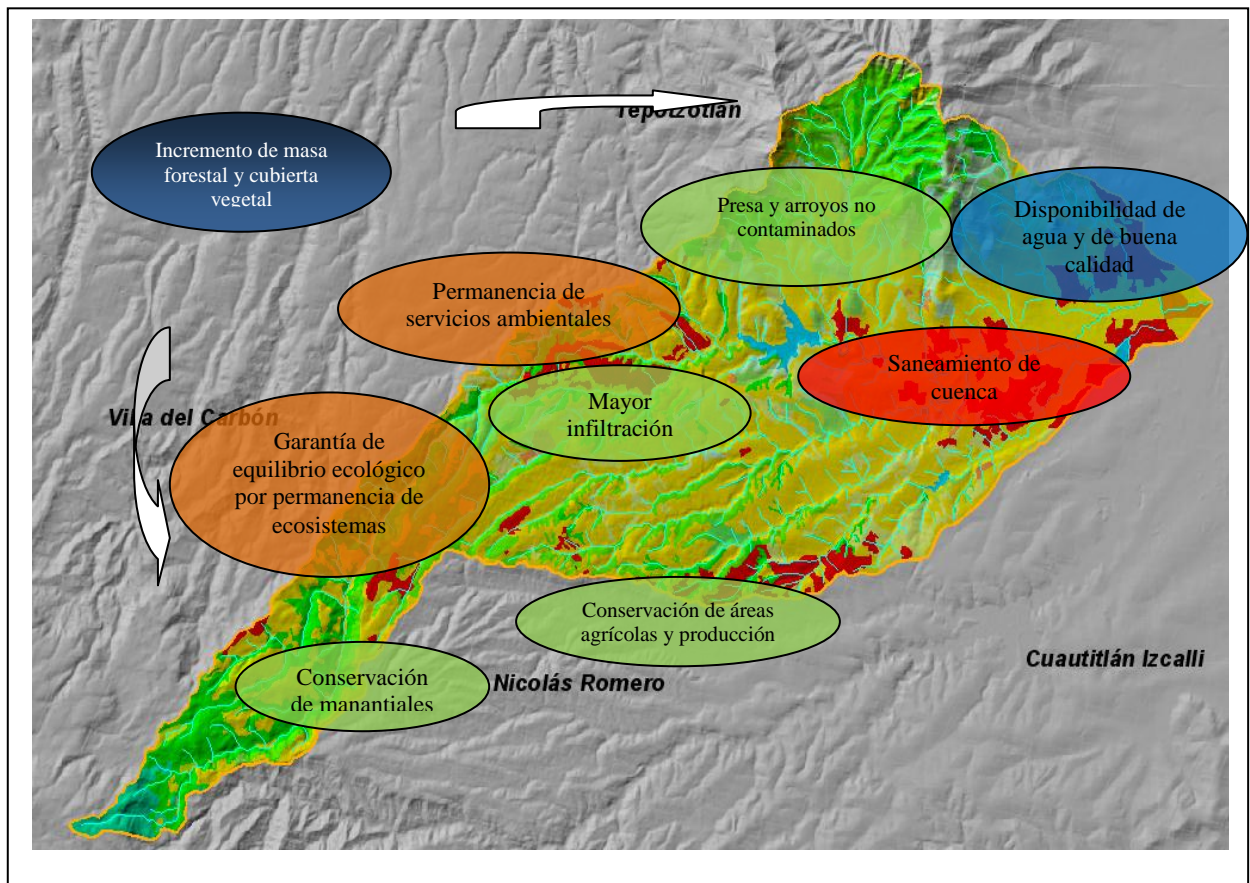


Figura 67. Escenario sustentable

8. CONCLUSIONES

De continuar con la situación actual en la cuenca se presenta un escenario inercial, donde seguiría el deterioro y la degradación de la cuenca. El escenario sustentable requiere de trabajo coordinado entre las instituciones y sociedad.

Los efectos de mejorar la calidad del agua y sus usos en la cuenca, son de varios tipos, mejorar paisaje y menos riesgos en la salud de la población, le dará mayor valor económico a la zona por una mejor organización del espacio y distribución de actividades económicas, como son la agricultura, ganadería, silvicultura, piscicultura y el crecimiento ordenado de la mancha urbana.

Dentro de la cuenca existen comunidades que por su lejanía a la zona urbana no cuentan con servicio de drenaje y utilizan para satisfacer sus necesidades fosas sépticas, barrancas y arroyos.

El grado de deterioro en que se encuentra la cuenca se debe en gran parte al acelerado crecimiento urbano que se ha desarrollado en la cuenca, sobretodo en la parte media y baja de la cuenca donde han proliferado la construcción de unidades habitacionales, esto ha traído como consecuencia la demanda de servicios por lo que el recurso agua es ahora más escaso que antes y además la contaminación es mayor porque no hay un tratamiento de las aguas residuales.

La presión por los recursos naturales se ha incrementado en la última década, por ello la superficie de bosque en la cuenca es mínimo y tiende a ser abierta a actividades agrícolas, las cuales no se realizan con un manejo adecuado de los suelos por lo que se provoca erosión hídrica afectando la productividad de los terrenos y la infraestructura hidroagrícola al agotar sus capacidades de almacenamiento.

Prácticamente en la parte media y baja de la cuenca la agricultura tiende a desaparecer ante la demanda de terrenos para la construcción, por lo que la cuenca tiende a ser una dependiente de alimentos que provienen de otras cuencas por lo que no es autosuficiente.

Es necesario iniciar de inmediato con la ejecución del Plan Hídrico en la cuenca porque su estado actual indica que no queda mucho tiempo para recuperar lo que aún se tiene, y el eje sustancial lo tiene La Comisión de Cuenca quien tiene que ponerse a trabajar para empezar a revertir la situación y pasar a ser una cuenca bien manejada y autosustentable en el tiempo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Collí, M. J., et al., 1994. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Lagunas de estabilización. Libro II. 3ra Sección. IMTA, México, pp. 163.
- Collí Misset José. 2000. Paquetes Tecnológicos para el tratamiento de excretas y aguas residuales en comunidades rurales. Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento. SEMARNAP. CNAN. IMTA. Pags. 29-113.
- Comisión Nacional del Agua. 1996. Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Sistemas Rurales, Agua Potable. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua. 1997. Estudio de Saneamiento Integral del Rio Tepetzotlán, México. Gerencia Regional de Aguas del Valle de México. Gerencia Técnica. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua. 2006. Diagnóstico de la Cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. Gerencia Regional de Aguas del Valle de México. Gerencia de Programación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 215 pags.
- Comisión Nacional del Agua. 2006. Plan Estratégico con acciones de gran visión para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca Presa Guadalupe, Estado de México. Gerencia Regional de Aguas del Valle de México. Gerencia de Programación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 100 pags.
- Comisión Nacional del Agua. 2007. Programa Hídrico de Gran Visión de la Cuenca Presa Guadalupe. Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. Desarrollo y Sistemas S. A. México, D.F. 198 pags.
- Hammer, D. A, 1989, Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Municipal, Industrial and Agricultural, Lewis Publishers, pp. 819. U.S.A.
- IMTA, 1989. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales. Centro de información y actualización de conocimientos A. C., México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- IMTA, 1994. Las lagunas de estabilización como Alternativa de Tratamiento de Bajo Costo. Aplicabilidad y Criterios de Diseño. Curso-Taller. CNA, Organización Panamericana de la Salud.
- IMTA, 1994. Manual de diseño, agua potable, alcantarillado y saneamiento. Libro II. Tercera edición. Tema 3.3., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.
- IMTA, 1996. Diseño y operación de lagunas de estabilización para tratamiento de aguas residuales Industriales y Municipales. Curso-Taller Internacional Avanzado. Organización

Panamericana de la Salud, Lagoon Technology International, Overseas Development Administration (ODA).

IMTA – SEMARNAP, 2000, Alternativas de tratamiento de aguas residuales, Mex.,

Krebs, Charles J. 1985. Ecología, Estudio de la Distribución y la Abundancia. Segunda Edición. Ed. Harla, México, D. F. 753 pp.

Lickens, G. E. 1972. Nutrients and eutrophication. En: Contreras-Espinosa, F., Castañeda-López, O., García-Nagaya, A. y F. Gutiérrez. 1995. Nutrientes en 39 lagunas costeras mexicanas. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Depto. de Hidrobiología. México.

Mantilla Morales G. 2002. Costos índice de sistemas de tratamiento de aguas residuales en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.

Monteoliva, A.P. y Muñoz, C. 2000. La gestión limnológica y el mantenimiento de la integridad ecológica en los embalses. La Gestión del Agua, 51: 60-69.

Normas Oficiales Mexicanas. 1997. NOM-001, 002, 003 -ECOL-1996. Publicadas en el Diario Oficial de la Federación. De fecha 30 de abril de 1997.

Normas Oficiales Mexicanas. 2003. NOM-001, 002, 003 -SEMARNAT-1996. Publicadas en el Diario Oficial de la Federación con fecha 23 de abril de 2003, en la que se modifica nomenclatura.

Office of Policy, Planning and Evaluation and Office of Water U.S. Environmental Protection Agency 1998. Industrial Economics, Incorporated Cost Accounting and Budgeting for Improved Wastewater Treatment. Cambridge, MA 02140.

Plan de Desarrollo Municipal 2003-2006, Municipio de Tepetzotlán. Estado de México.

Plan de Desarrollo Municipal 2003-2006, Municipio de Nicolás Romero. Estado de México.

Plan de Desarrollo Municipal 2003-2006, Municipio de Cuautitlán Izcalli. Estado de México.

Plan de Desarrollo Municipal 2003-2006, Municipio de Villa del Carbón. Estado de México.

Riggs James L. 1983. Ingeniería Económica Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1974. Determinación y desarrollo de costos de construcción, operación y mantenimiento de los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales. Subsecretaría de Planeación. Dirección Gral. De usos del agua y prevención de la contaminación. C. Proyectos Intual, S.A. contrato SP-74-C-13.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1982. Indices de costos de tratamiento de aguas residuales en México y aspectos económicos del control de la contaminación del agua para reúso en actividades agropecuarias a nivel estatal. Subsecretaría de Planeación. Dirección Gral. De usos del agua y prevención de la contaminación CYAT, S.A. contrato SP-82-C-16.
- SEMARNAT. CP. 2002. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana Escala 1: 250 000. Memoria Nacional. 65 pags.
- SSA, Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría Salubridad y Asistencia 1990, Manual de saneamiento vivienda, agua y desechos, Editorial Limusa.
- Tavira M. I. y Hansen H. A., 1994, Saneamiento Rural, Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento Libro II, 3a Sección Tema 3, Comisión Nacional del Agua, México, primera edición, 107 pp.
- United States Environmental Protection Agency. 1996. Office of Pollution Prevention and Toxics (MC7409) Washington, DC 20460 EPA 742-B-96-008.
- United States Environmental Protection Agency. 2001. EPA 816-R-01-018 Office of Water(4606). State Programs to Ensure Demonstration of Technical, Managerial, and Financial Capacity of New Water Systems. A Comprehensive Summary of State Responses to Section 1420(a) of the Safe Drinking Water Act.
- Wetzel, R. 1975. Limnology. Saunders Company. Philadelphia, Pa. p31-67.

Sitios de internet

- WIKIPEDIA, La enciclopedia libre, publicado en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales
- Plantas paquete BIOSeptic, <http://unix.megared.net.mx/~webbioseptic/>
- BIOTEC, http://www.bio-tec.net/esp/ref_aguasru.html
- ACS Medio Ambiente: <http://www.acsmedioambiente.com/>
- Chará J., 1998, "El Potencial de las excretas porcinas para uso múltiple y los sistemas de descontaminación productiva", Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Publicado en:
<http://www.cipav.org.co/cipav/confr/chara1.htm>
- Leal, J. E., 2004, "Ecourbanismo, el nuevo paradigma", Co. ECOE Ediciones, Bogotá. Publicado en http://www.eco-gel.com/digestion_anaerobia.htm.

Moncayo, G., 2003, “El tratamiento de aguas residuales y desechos orgánicos en digestores biológicos anaeróbicos y producción de biogás”, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras, 13 pp.

Ramírez G., 2006, “Manejo de excretas porcinas - Sistemas convencionales y alternativos”, Departamento de Producción Animal: Cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia –UNAM. México, D.F. Publicado en:

http://www.engormix.com/manejo_excretas_porcinas_sistemas_s_articulos_375_POR.htm

Sosa, R., Chao, R., y del Río, J., 2004, “Aspectos bioquímicos y tecnológicos del tratamiento de residuales agrícolas con producción de biogás”, Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba. Publicado en:

<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/rev62/RCPP62art1.htm>