



INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM



## Anexo 8. Diagnóstico: Organismos Operadores. Tlaxcala: El Carmen Tequexquitla

## **ANEXO E. Diagnóstico: Organismo Operador. Tlaxcala**

### **IV. El Carmen Tequexquitla**

#### **A. Agua Potable.**

##### **1. Prestación de los servicios**

El suministro de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala se proporciona a la cabecera municipal de manera independiente de las localidades (Pueblo, Colonia o Ranchería)<sup>22</sup>. La primera está a cargo del municipio a través del Organismo Operador, mientras que en las localidades el servicio está a cargo de un Comité de Agua<sup>23</sup>. Los trabajos de esta etapa del programa se enfocaron en estudiar el servicio correspondiente a la cabecera municipal.

##### **2. Suministro**

La cabecera municipal cuenta para su abasto de agua potable con un pozo profundo y un manantial superficial (ver Ilustración E -1) los cuales aportan un gasto máximo de 63 l/s y un gasto medio de 50.6 l/s (ver Tabla E – 2). Debido al crecimiento de la mancha urbana y a su topografía, las colonias ubicadas en zonas más altas carecen del servicio por lo que su abasto se proporciona a través de tanques cisterna (pipas).

#### **Tabla E-1. Coordenadas de ubicación de las fuentes de abastecimiento.**

---

<sup>22</sup> De acuerdo a la Ley Orgánica del Estado de Tlaxcala en su Artículo 14, párrafos III, IV y V, un Pueblo, Colonia o Ranchería es una categoría administrativa dentro del gobierno municipal.

<sup>23</sup> Este comité de Agua es independiente al Organismo Operador administrativa y financieramente.

Pozo	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	"	°	'	"
---	Manantial	19	19	1.1	97	37	57.04
1	Pozo Tecajete	19	19	56.6	97	38	56.09

El paro y arranque de los equipos electromecánicos se hace de forma manual con un horario ya definido por parte de los operadores. Ver Tablas E – 2 y E – 3.

**Ilustración E-1.**  
**Localización de pozos**



FUENTE: (Google Earth)

**Tabla E-2.**  
**Operación y gastos aportados de los pozos profundos.**

Municipio	Pozo	Nombre del Pozo	Q pozo	Horas de bombeo por día	Volumen extraído	Q promedio inyectado a la red
			l/s	hrs	m <sup>3</sup> /día	l/s
El Carmen Tequexquitla	1	Tecajete	45.0	24.0	3,888.00	45.00
	3	Manantial	18.0	7.5	486.00	5.63
	<b>Σ</b>		<b>63.00</b>		<b>4,374.00</b>	<b>50.63</b>

**Tabla E-3**  
**Características de los equipos electromecánicos de los Pozos.**

Pozo	Bomba		Profundidad	Alimentación
	Tipo	Potencia		
		Hp	m	V
1	Sumergible	90	48	440
Manantial		25	sup	440

En el tren de descarga del Pozo 1 se encuentra un medidor instalado de tipo hélice que no funciona. Tampoco existen manómetros (medidores de presión), instalados en las fuentes.

Para la medición de los gastos que aporta cada una de las fuentes de abastecimiento se utilizó un medidor de tipo ultrasónico<sup>24</sup>. Este medidor cuenta con un error de  $\pm 0.25\%$  y no es necesario insertarlo en la tubería para conocer el flujo, es de fácil instalación y manejo. Ver Ilustración E – 2.

<sup>24</sup> Un medidor ultrasónico mide la velocidad del flujo que se desplaza en una línea a presión. Un transductor emisor emite señales acústicas de frecuencia conocida, que son reflejadas por las partículas en movimiento, y que son captadas por un transductor receptor. La velocidad de reflejo de la señal es directamente proporcional a la velocidad del flujo, el cálculo del gasto se hace programando en el equipo, el diámetro de la tubería.

**Ilustración E - 2.**  
**Medición de gastos en trenes de descarga con el empleo de un medidor ultrasónico o portátil.**



### **3. Sistema de desinfección**

El sistema de desinfección para el agua de uso y consumo humano es mediante equipos cloradores (se emplea Hipoclorito como desinfectante), instalados en los trenes de descarga de las fuentes de abastecimiento. Ver Ilustración E-3. De manera periódica la Comisión Estatal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios analiza la calidad del agua así como el funcionamiento de los equipos cloradores sin que hasta el momento se haya advertido de algún evento que represente un riesgo a la salud de los habitantes.

Las bombas de inyección se encuentran en buen estado y funcionan adecuadamente, las mangueras plásticas de inyección están protegidas y cubiertas del sol. En general, el sistema de cloración en los pozos con este sistema trabaja adecuadamente. De manera mensual, la Comisión Estatal del Agua verifica el funcionamiento de estos equipos.

**Ilustración E - 3.**  
**Sistema de desinfección en los Pozos de El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala.**



#### **4. Regularización**

El agua que se extrae de los pozos es conducida a través de una línea hacia un tanque de regulación, que tiene como objeto cambiar el régimen de suministro (captación conducción), que normalmente es constante a un régimen de demandas de la red de distribución, que siempre es variable. El tanque de regulación es la estructura destinada para cumplir esta función, y debe proporcionar un servicio eficiente, bajo normas estrictas de higiene y seguridad. Ver Ilustración E-4.

**Ilustración E-4.  
Tanque de Regulación**



En el caso de El Carmen Tequexquitla, la regulación se realiza mediante tres tanques. Los Tanques 1 y 2 reciben agua del manantial mientras que el Tanque 3 se llena a partir del Pozo profundo. Ver Tablas E - 4 y E - 5.

Los Tanques 1 y 2 distribuyen agua sobre todo a la zona sur de la cabecera de forma tandeada. El Tanque 3 abastece la mayor parte de la cabecera municipal, siempre se encuentra en funcionamiento; sin embargo, la distribución del agua es mediante tandeos.

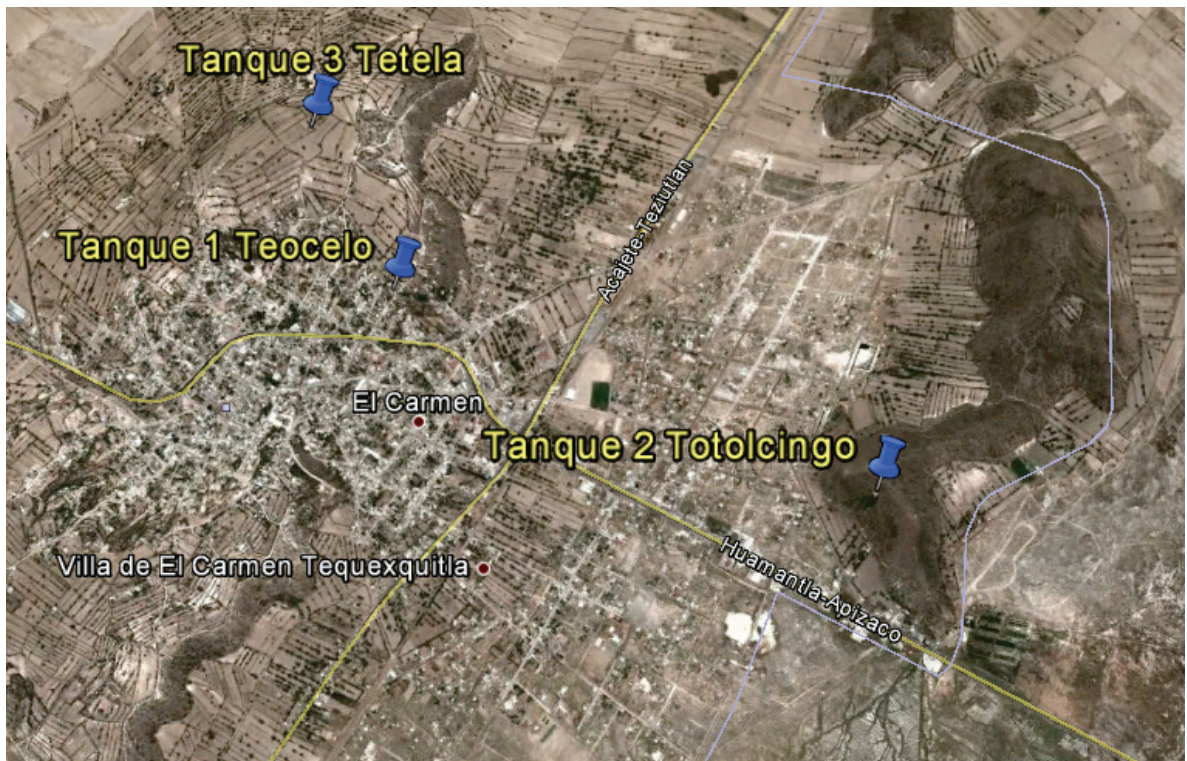
**Tabla E-4.  
Localización de los Tanques de Regulación**

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	"	°	'	"
1	Teocelo	19	19	42.83	97	39	10.63
2	Totolcingo	19	19	17.2	97	38	7.4
3	Tetela	19	20	2.42	97	39	21.18

**Tabla E-5.  
Características de los Tanques de Regularización.**

Tanque	Tipo	Capacidad m3	Material	Edad años	Estado físico	Estado actual
1	Teocelo	700	Concreto	20	90%	En uso
2	Totalcingo	500	Concreto	20	90%	En uso
3	Tetela	850	Concreto	20	90%	En uso

**Ilustración E-5.  
Localización gráfica de los Tanques de Almacenamiento**



## 5. Distribución y Políticas operativas

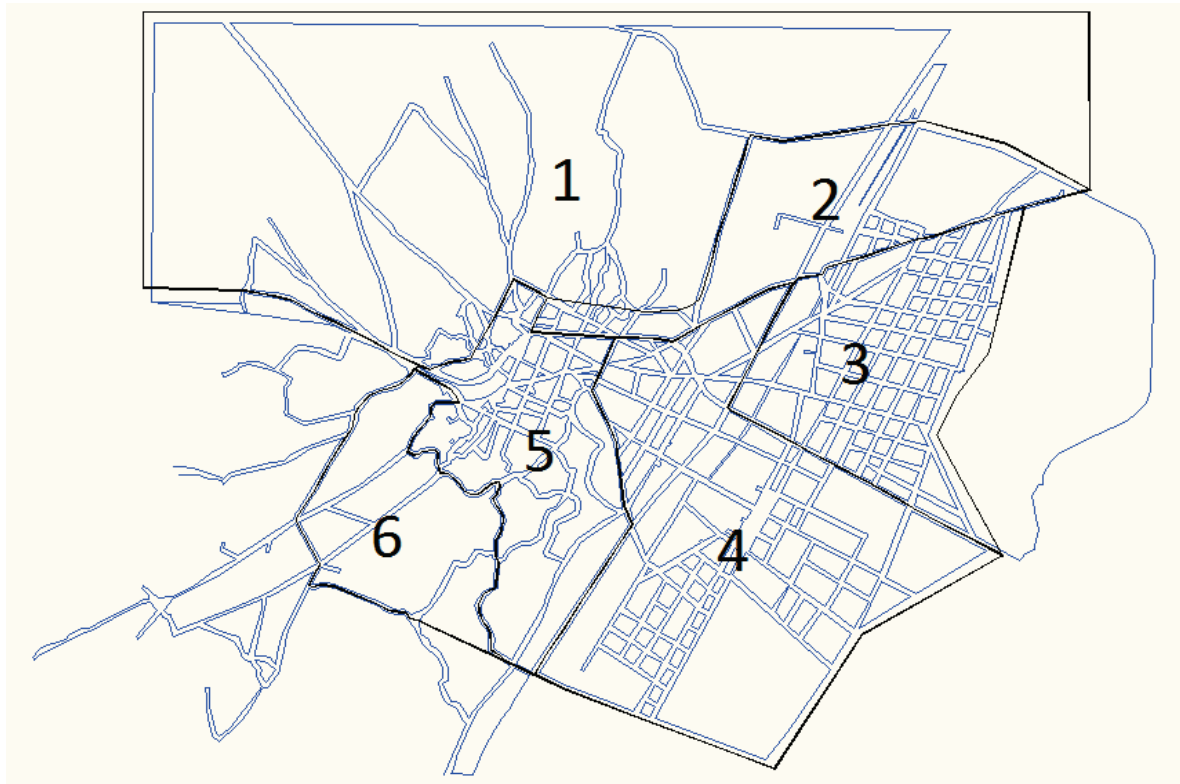
### Distribución

El principal problema al que se enfrentan los operadores del sistema es la distribución del agua. En este sentido, y para dar agua a la mayor parte de la



población, el organismo operador ha dividido la red de distribución de la cabecera municipal en seis zonas de servicio.<sup>25</sup> Ver Ilustración E-6. Cada zona recibe agua en promedio durante seis horas cada dos días. Ver Tabla E-6. Las zonas de servicio están controladas mediante válvulas de seccionamiento que se abren y cierran manualmente dependiendo la zona a la cual se debe abastecer, siendo las menos favorecidas aquellas que se encuentran más alejadas de los tanques y en zonas altas, en estas zonas se brinda el servicio por la noche y/o mediante tanques cisterna. Esta forma de operar la red resulta muy desgastante para las tuberías debido a que reduce su vida útil hasta diez veces (Lambert, 2000).

**Ilustración E-6.**  
**Zonas de servicio en El Carmen Tequexquitla**



<sup>25</sup> Una zona de servicio es un segmento de red aislado temporalmente del sistema completo de manera que sólo esa zona disponga del servicio.

**Tabla E-6.**  
**Zonas y horarios de servicio en El Carmen Tequexquitla**

Zona de servicio	Día							Horario de servicio		Tanque de servicio
	L	M	M	J	V	S	D	Inicial	Final	
1 Las Lomas	*		*		*		*	6:00	11:00	Teocelo
2 Tecajete		*		*		*		5:30	12:00	Teocelo
3 Mazatepec Norte	*		*		*		*	6:00	18:00	Totalzingo
4 Mazatepec Sur		*		*		*		12:01	18:00	Teocelo
5 Zona Centro	*		*		*		*	12:00	18:00	Tetela
6 Independencia		*		*		*		18:00	6:00	Tetela

### **Políticas Operativas**

La operación del sistema de distribución de agua potable del municipio de El Carmen Telixtlahuaca se muestra a continuación.

Las dos fuentes de abastecimiento en el municipio entregan un gasto máximo de 63 l/s y un gasto medio de 50.6 l/s, desde el manantial se envía agua por una línea de conducción al tanque Totalcingo y de manera eventual envía agua al tanque Moctezuma. Desde el pozo profundo se envía agua por una línea de conducción al Tanque Tetela, éste abastece la zona Centro y parte de las zonas altas de Independencia.

Para la distribución del agua, la red de la cabecera se ha dividido en seis zonas de servicio. Cada zona recibe un gasto de 50.6 l/s durante 6 horas cada dos días, o bien 1,092,960 l/día. Partiendo de la hipótesis de que las personas que se ubican en cada zona de servicio guardan un volumen para satisfacer sus necesidades durante los siguientes dos días, a cada zona le corresponde un volumen por día de 182,160 l/zona/día.

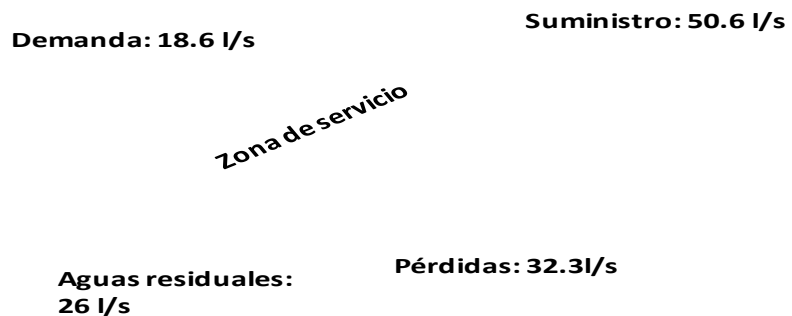
Considerando una aportación al drenaje del 75 % del volumen que utiliza diario por zona de servicio (Sugerido por CONAGUA), se vierten al drenaje 136,620 l/día/zona; sin embargo, cada una de las seis zonas de servicio dispone de agua almacenada, por lo que el volumen de agua aportado se incrementa en el mismo número de zonas de servicio, esto es  $136,620 (6) = 819,720$  l/día los cuales

representan 9.5 l/s y que es el 75 % del gasto medio utilizado en el sistema, por lo que el gasto medio se incrementa a 12.7 l/s.

Por otra parte, partiendo de la medición de agua residual hecha en campo, la cual fue de aproximadamente 26 l/s, y considerando que a la hora de la medición (aproximadamente 12:00 horas) se tiene que el  $Q_h = CVH * Q_m \Rightarrow Q_m = 26/1.4 = 18.6$  l/. Este último valor es el más cercano al gasto medido en el colector, por lo que se considera como el gasto medio utilizado en el sistema.

De esta manera, el balance hidráulico queda establecido como se muestra tabla continuación: Se inyectan 50.6 l/s al sistema, se consumen 18.6 l/s, se pierden 32 l/s y se tratan 4 l/s. El nivel de pérdidas representa de acuerdo a esta información el 65% del suministro. Lo anterior representa para el Organismo y/o el Municipio un sobre costo de más del 60% ( $32/50.6 * 100$ ) en energía eléctrica, potabilización, manejo y distribución del agua.

#### **Ilustración E - 7. Balance Hidráulico**

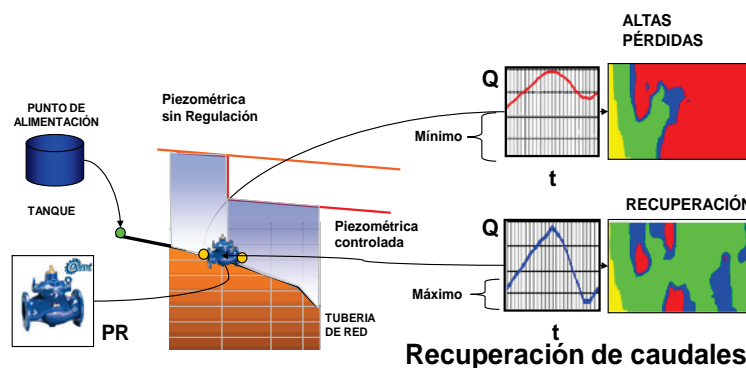


Un factor que influye directamente en la presencia y cuantía de las pérdidas en la red es la presión. De acuerdo con las mediciones hechas en campo, el desnivel entre el Tanque 3, Tetela, y la zona centro de la cabecera municipal es de 70 m.,

mientras que en la parte más baja el desnivel es de hasta 90 m. La razón de darle importancia al desnivel entre el tanque y algunos puntos de la red es que la magnitud de la presión está en función de la topografía del lugar: entre mayor sea el desnivel entre los tanques y la red, mayor será la presión en ese punto. La variación de fugas con las presiones puede ser tan significativa que su relación se puede representar con una función potencial.

El control de presiones en los sistemas de distribución de agua potable es reconocido internacionalmente como una de las actividades clave en la reducción de las pérdidas de agua, y en la disminución de la frecuencia de aparición de roturas en las redes de distribución y conexiones domiciliarias. En los últimos años se han hecho avances importantes en el desarrollo de métodos prácticos para la predicción y comprensión de la forma en que ocurren las fugas; algunos elementos de consumo y la frecuencia de rotura en sistemas de distribución, todos influenciados por la presión (Garzón, 2006). Ver Ilustración E – 8.

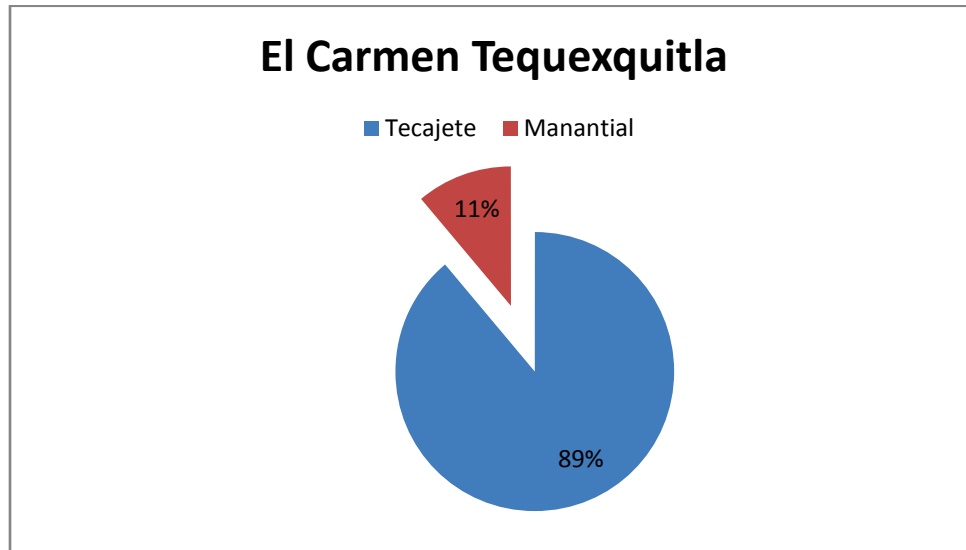
**Ilustración E - 8.**  
**Efecto de control de presiones en una red de distribución.**



FUENTE: INDAGA. 2010

El 89% del volumen total inyectado a la red proviene del pozo profundo, mientras que el manantial aporta solamente el 11% del volumen total. Ver Ilustración E-9.

**Ilustración E - 9.**  
**Extracción de pozos Ocotlán de Morelos**



### **Sistema de drenaje sanitario**

Las aguas servidas se vierten a un sistema de drenaje convencional que las conduce hacia una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). De acuerdo con información proporcionada, a la PTAR llega un gasto medio de 12 l/s. La PTAR se diseñó con un sistema de Pantano de Palmillas en el que el agua a la salida de la planta debe cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996. La planta entrega un gasto promedio de 8 l/s. De acuerdo a análisis de calidad de agua a los que se tuvo acceso, ésta cumple con los parámetros de la norma.

### **6. Principales problemas asociados al suministro de agua potable**

Los principales problemas identificados en la prestación del servicio de agua potable en el municipio de El Carmen Tequexquitla son:

31. No existen planos (catastro de red), de la red de distribución de agua potable.

32. No existe un sistema de medición en las fuentes de abastecimiento ni en las tomas de agua.
  33. No se cuenta con medidores ni registros históricos de mediciones de gasto o volumen en las fuentes y tomas de agua actualmente en operación.
  34. Se cuenta con una red de tubería muy vieja y en malas condiciones, lo que propicia el incremento de fugas no superficiales y el consecuente costo inútil de bombeo y manejo.
  35. Actualmente la cobertura de la red de agua potable es del 90%. La distribución a la población que no cuenta con cobertura se realiza mediante pipas.
  36. El desnivel entre el tanque 1 y la población, aproximadamente 70 m, lo que genera presiones en la red muy elevadas. Las válvulas de salida del tanque superficial no pueden operar completamente abiertas.
  37. No existe interés alguno de parte de la población en que sean instalados medidores, pues consideran que incrementaría el costo por el servicio.
- No hay cultura del registro estadístico, ni de la rendición de cuentas en el organismo ni en la población.

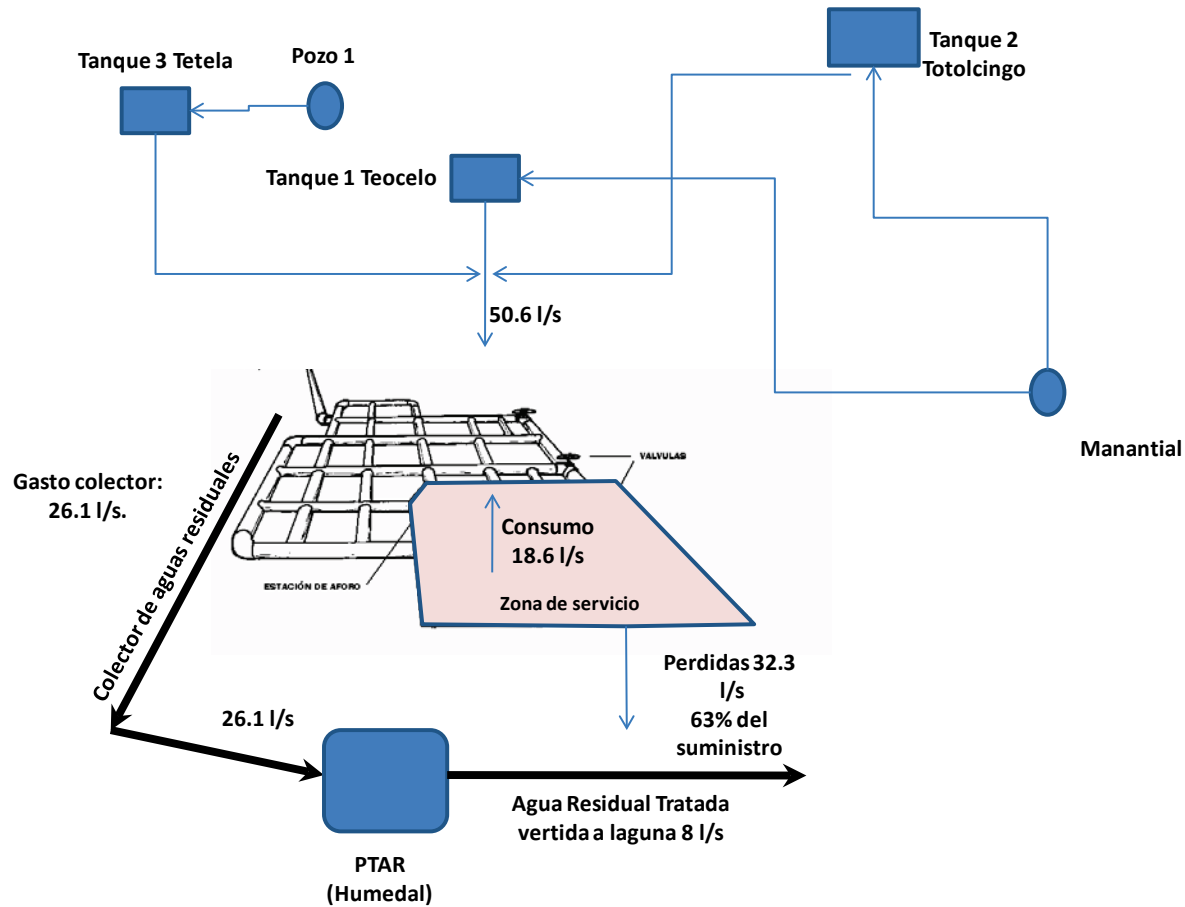
## 7. Tomas

Existen 2,104 tomas domésticas y 13 tomas comerciales registradas, el costo del contrato de agua potable es de \$70 mientras que la cuota fija mensual aprobada para cada uso es:

- |                         |         |
|-------------------------|---------|
| • Tomas domésticas      | \$70.00 |
| • Comerciales y hoteles | \$15.00 |
| • Casetas de comida     | \$20.00 |
| • Gasolinera            | \$20.00 |
| • Restauranteros        | \$15.00 |
| • SONY Gas              | \$20.00 |

## 8. Balance Hidráulico

### Balance Hidráulico. El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala



De los 50.5 l/s promedio que se inyectan al sistema, sólo se demandan 18.6 l/s y se pierden 32.3 l/s. Al colector principal se aporta un gasto de 26.1 l/s de los cuales 4 l/s son tratados y vertidos a una laguna que funciona como cuerpo receptor de las aguas residuales tratadas.

## **B. Drenaje y Saneamiento**

### **1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas**

20. No existe plano del catastro de la red de drenaje sanitario.
21. La cobertura de drenaje sanitario es del 85%. En las colonias sin cobertura se utilizan fosas sépticas y baños secos.
22. El servicio de drenaje sanitario no se cobra en la cuota.
23. Los pantanos de la PTAR no tienen un mantenimiento adecuado.
24. Se desconoce cómo fue calculada originalmente la red de drenaje existente.
25. Durante de época de lluvias se presentan la mayor parte de los problemas asociados a la obstrucción de la tubería con basura ya que en algunos puntos la red trabaja a presión, y considerando que la tubería es muy vieja, se producen roturas o fugas en las uniones, que contaminan las tuberías de agua potable "vacías" sin presión que lo evite

### **2. Red de alcantarillado sanitario**

Se desconoce el estado y funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario y pluvial, además no se cuenta con equipo para brindar el mantenimiento a las estructuras de la red de alcantarillado.

### **3. Descargas**

Las descargas de agua residual tratada se realizan en el canal Vía Muerta.



#### **4. Sistema de saneamiento**

El Carmen Tequexquitla se cuenta con Humedales artificiales. De acuerdo con información a la que se tuvo acceso, actualmente la planta cumple con los parámetros de calidad que establece la norma. Ver Ilustración E – 10.

**Ilustración E - 10.  
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de El Carmen.**



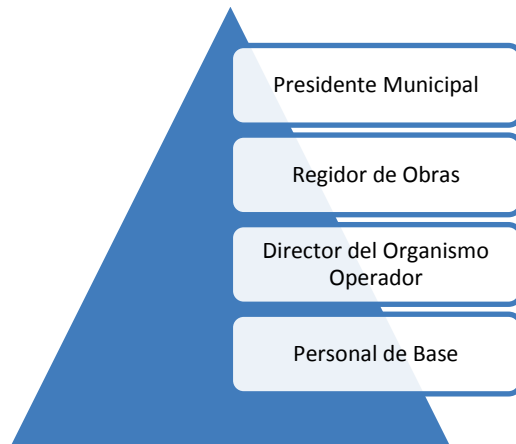
#### **C. Estructura Organizacional**

##### **1. Organigrama y funciones**

El Organismo Operador es dependiente administrativa y financieramente del Ayuntamiento. En el caso de El Carmen Tequexquitla, el responsable del servicio ante la presidencia es el Regidor de Obras, de manera jerárquica, le sigue el director del Organismo Operador, quien tiene a su cargo la operación de la infraestructura hidráulica. Ver Ilustración E-11.

El Organismo Operador no cuenta con una declaración de objetivo específico, visión y misión. No cuenta con instalaciones propias y tampoco con una planeación ni rutinas conocidas para el mantenimiento de la infraestructura a su cargo.

**Ilustración E - 11.**  
**Estructura Organizacional del Organismo Operador.**



Esta organización tampoco está definida en un decreto de establecimiento del Organismo Operador, pues los servicios se prestan directamente por el Ayuntamiento, lo que motiva que no exista información clara, continua, fidedigna y específica sobre los servicios, sus usuarios, costos de operación y administración, bienes y capital destinados al servicio, consumos, ingresos directos por los servicios y otro tipo de ingresos, cartera vencida, déficits operacionales anuales, etc, todo lo cual dificulta el análisis de su eficiencia comercial, administrativa y financiera.

**2. Sistema contable**

Esta información no pudo ser obtenida.

**3. Costos de administración y operación anuales**

De acuerdo con el Organismo Operador, bimestralmente se pagan \$120,000 por concepto de energía eléctrica.

## **D. Esquema financiero y tarifario**

### **X. Tarifas por servicios de suministro de agua potable**

El cobro es por cuota fija y está establecida en 180.00 \$/año/usuario. Sólo el 30% de los usuarios paga el agua.

### **XI. Estadística de consumos e ingresos mensuales y anuales**

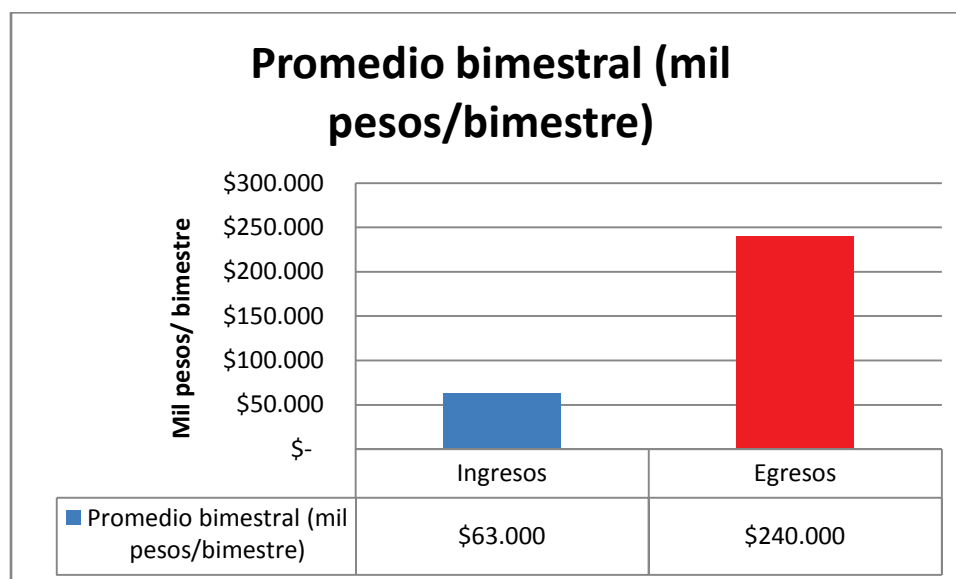
No se cuenta con históricos de esta información pero se sabe que, en forma indirecta, el sistema contable se encuentra en la tesorería municipal.

### **XII. Balance financiero**

De acuerdo con la información que fue posible recopilar, la tesorería municipal eroga en promedio \$120,000 pesos de manera bimestral para el pago de energía eléctrica que, sumados a los costos de mantenimiento y operación (estimados en \$60,000 pesos mensuales erogados principalmente en sueldos, salarios y prestaciones), el municipio proporciona una cantidad cercana a los \$240,000 pesos bimestrales. Considerando el nivel de recaudación (30 %) y la tarifa actualmente vigente (15 \$/mes), los ingresos del organismo operador serían del orden de \$63,000 pesos bimestrales, es decir, existe un déficit de \$177,000 bimestralmente. Ver Ilustración E-11.

Traducida en pesos, la pérdida del 93% del agua que se inyecta a la red equivale a decir que diariamente se pierden \$3,410 pesos (considerando el indicador 11 de la Tabla A-7) y de manera bimestral \$ 205,000 pesos.

**Ilustración E - 11.**  
**Balance Financiero. Organismo Operador de Ocotlán de Morelos, Oaxaca**



**E. Indicadores de evaluación y gestión del servicio.**

A continuación se muestran los principales indicadores del municipio que pueden ser calculados a partir de la información proporcionada y estimada.

**Tabla E-8.**  
**Indicadores de gestión y evaluación.**

	<b>Indicador</b>	<b>Formula</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
1	Cobertura de agua potable	$\text{Población con agua potable} \times 100 / \text{Población total}$	%	90
2	Cobertura de alcantarillado	$\text{Población con alcantarillado} \times 100 / \text{Población total}$	%	85
3	Cobertura de tratamiento	$\text{Volumen de agua residual tratada} \times 100 / \text{Volumen de agua residual generada}$	%	12
4	Continuidad del servicio	$\text{Tomas con servicio continuo} \times 100 / \text{Total de tomas activas}$	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	$\text{Costo de la energía eléctrica} \times 100 / \text{Costos operacionales}$	%	50
6	Cobertura de Macro medición	$\text{Macro medidores instalando funcionando} \times 100 / \text{Fuentes de abastecimiento activa}$	%	0
7	Cobertura de micro medición	$\text{Micro medidores instalados funcionando} \times 100 / \text{Tomas de agua activas registradas}$	%	0
8	Eficiencia física	$\text{Volumen de agua facturada} \times 100 / \text{Volumen de agua producida}$	%	10
9	Eficiencia comercial	$\text{Importe de agua recaudado} \times 100 / \text{Importe de agua recaudado}$	%	30
10	Eficiencia total	$\text{Eficiencia física} \times \text{eficiencia comercial}$	%	.15
11	Costo de producción por m <sup>3</sup> de agua potable	$\text{Costos operacionales y administrativos} / \text{volumen extraído}$	\$/m <sup>3</sup>	1.00

## F. Plan de acción

Con base en los resultados de las visitas de campo, se han planteado una serie de acciones que promueven la asesoría técnica hacia los Organismos Operadores para la formación y actualización de los recursos humanos que lo administren, operen y mantengan en el corto, mediano y largo plazo. Por otro lado, con los Proyectos planteados se busca disponer de información en tiempo y calidad para facilitar el proceso de toma de decisiones y la inversión de recursos económicos, así como mejorar la prestación del servicio hacia la población. Las acciones se agrupan en capítulos contables, como se muestra a continuación

### Capítulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES		Costo aproximado
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>		
Asesoría y capacitación para el Planteamiento y formalización del Organismo Operador de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento como un organismo público descentralizado		\$100,000
Realizar un análisis a detalle sobre la calidad del agua: potable, residual y residual tratada para la propuesta de sistemas o procesos que la mejoren y monitoreen de manera remota y permanentemente.		\$1,000,000
Realizar proyecto de factibilidad para el reuso del agua residual tratada en procesos o servicios.		\$250,000
Proyecto de sustitución y/o rehabilitación de redes de agua potable y drenaje.		\$0
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización		\$500,000
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento		\$800,000
<b>Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias</b>		
Catastro básico de líneas principales de distribución.		\$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, zonas de servicio		\$25,000
Ubicación espacial de zonas con mayores pérdidas		\$20,000
Localización y ubicación de pérdidas con equipo especializado		\$80,000
Elaborar manuales básicos de políticas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.		\$100,000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$2,975,000</b>

## Capítulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo aproximado
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>	
Revisión, reformulación e implantación de catalogo de cuentas en sistema contable	\$80,000
Asesoría en Integración de junta de gobierno y consejo consultivo ciudadano del Organismo Operador.	\$100,000
Asesoría y capacitación en Establecimiento de sistema comercial para el Organismo Operador	\$100,000
Metodología para el establecimiento e incremento de tarifas por servicios	\$100,000
<b>Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia</b>	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000
<b>Asesoría y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.</b>	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000
<b>Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.</b>	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000
<b>Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.</b>	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000
<b>Asesoría y capacitación en gestión administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador</b>	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000
<b>Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable</b>	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000
<b>Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.</b>	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000
<b>Actualización de planos de infraestructura hidráulica</b>	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnica, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	\$0
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnica, visitas a los pozos de visita, etc.	\$800,000
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	\$400,000
Georeferenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	\$100,000
<b>Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.</b>	\$1,000,000
<b>Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.</b>	
Diagnóstico técnico: Eficiencias Física e Hidráulica	\$0
Diagnóstico técnico: Eficiencias Energética	\$200,000
Diagnóstico financiero, administrativo y organizacional: Sistemas de facturación, cobranza, contabilidad, padrón de usuarios, tarifas, comunicación social, etc.	\$300,000
Diagnóstico de desarrollo institucional: Autonomía, administración de personal, formación de personal, gestión de recursos, interacción instituciones externas.	\$250,000
<b>Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rehabilitación del actual sistema</b>	\$500,000
<b>Proyecto Integral de saneamiento</b>	\$0
<b>Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos</b>	\$500,000
<b>Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.</b>	\$300,000
<b>Instalación de micro medidores. Lectura local con datalogger incluido.</b>	\$215,000
<b>Manual de contingencias hídricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)</b>	\$100,000
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$5,745,000</b>

## Capítulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo
	aproximado
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>	
Medidor ultrasónico portátil.	\$60,000
Equipo de medición de errores de exactitud en micro medidores	\$10,000
Manómetro digital con datalogger	\$16,667
Multímetro digital con datalogger	\$6,667
Medidor de variables eléctricas en	\$60,000
Equipo detector de fugas (geófono)	\$80,000
Equipo detector de fugas (correlador)	\$233,333
Medidor portátil de aguas negras	\$80,000
GPS	\$6,667
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$553,333</b>

## Capítulo 6000.- Inversión pública

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo
	aproximado
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>	
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	\$1,000,000
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$1,000,000</b>

### Inversión necesaria Plan de Acción

Para el caso de El Carmen Tequexquitla, la inversión necesaria para la ejecución de las acciones establecidas se estima en **\$10, 273,333 pesos 00/MN**, a ejercerse en 5 años, como se muestra a continuación.

## G. Programa de ejecución de acciones

### Capítulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo aproximado	Subcapítulo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>												
Asesoría y capacitación para el Planteamiento y formalización del Organismo Operador de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento como un organismo público descentralizado	\$100,000	3300		\$33,333	\$33,333	\$33,333						
Realizar un análisis a detalle sobre la calidad del agua: potable, residual y residual tratada para la propuesta de sistemas o procesos que la mejoren y monitoreen de manera remota y permanentemente.	\$1,000,000	3300	\$500,000	\$500,000								
Realizar proyecto de factibilidad para el reuso del agua residual tratada en procesos o servicios.	\$250,000	3300					\$250,000					
Proyecto de sustitución y/o rehabilitación de redes de agua potable y drenaje.	\$0	3300					\$0	\$0				
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	\$500,000	3500	\$500,000									
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	\$800,000	3500	\$800,000									
<b>Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias</b>												
Catastro básico de líneas principales de distribución.	\$100,000	3900	\$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, zonas de servicio	\$25,000	3900	\$25,000									
Ubicación espacial de zonas con mayores pérdidas	\$20,000	3900	\$20,000									
Localización y ubicación de pérdidas con equipo especializado	\$80,000	3900	\$80,000									
Elaborar manuales básicos de políticas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	\$100,000	3300						\$100,000				
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$2,975,000</b>		<b>\$1,945,000</b>	<b>\$613,333</b>	<b>\$33,333</b>	<b>\$33,333</b>	<b>\$250,000</b>	<b>\$100,000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>



## Capítulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo aproximado	Subcapítulo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>												
Revisión, reformulación e implantación de catálogo de cuentas en sistema contable	\$80,000	3300	\$40,000	\$40,000								
Asesoría en Integración de junta de gobierno y consejo consultivo ciudadano del Organismo Operador.	\$100,000	3300		\$50,000	\$50,000							
Asesoría y capacitación en Establecimiento de sistema comercial para el Organismo Operador	\$100,000	3300	\$33,333	\$33,333	\$33,333							
Metodología para el establecimiento e incremento de tarifas por servicios	\$100,000	3300		\$50,000	\$50,000							
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000	3300	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Asesoría y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000	3300	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000	3300	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000	3300	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Asesoría y capacitación en gestión administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000	3300	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000	3300	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	\$100,000	3300	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica												
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnica, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	\$0	3300	\$0	\$0								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnica, visitas a los pozos de visita, etc.	\$800,000	3300		\$400,000	\$400,000							
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	\$400,000	3300			\$200,000	\$200,000						
Georeferenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	\$100,000	3300				\$100,000						
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	\$1,000,000	3300	\$500,000	\$500,000								
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.												
Diagnóstico técnico: Eficiencias Física e Hidráulica	\$0	3300	\$0	\$0								
Diagnóstico técnico: Eficiencias Energética	\$200,000	3300	\$200,000									
Diagnóstico financiero, administrativo y organizacional: Sistemas de facturación, cobranza, contabilidad, padrón de usuarios, tarifas, comunicación social, etc.	\$300,000	3300			\$300,000							
Diagnóstico de desarrollo institucional: Autonomía, administración de personal, formación de personal, gestión de recursos, interacción instituciones externas.	\$250,000	3300			\$250,000							
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rehabilitación del actual sistema	\$500,000	3300	\$250,000	\$250,000								
Proyecto Integral de saneamiento	\$0	3300	\$0	\$0								
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	\$500,000	3500	\$500,000									
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	\$300,000	3500	\$300,000									
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalogger incluido.	\$215,000	3500	\$107,500	\$107,500								
Manual de contingencias hídricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	\$100,000	3300						\$100,000				
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$5,745,000</b>		<b>\$2,000,833</b>	<b>\$1,500,833</b>	<b>\$1,353,333</b>	<b>\$370,000</b>	<b>\$70,000</b>	<b>\$170,000</b>	<b>\$70,000</b>	<b>\$70,000</b>	<b>\$70,000</b>	<b>\$70,000</b>

## Capítulo 5000

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo aproximado	Subcapitulo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>												
Medidor ultrasónico portátil.	\$60,000	5600	\$60,000									
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	\$10,000	5600	\$10,000									
Manómetro digital con datalogger	\$16,667	5600	\$16,667									
Multímetro digital con datalogger	\$6,667	5600	\$6,667									
Medidor de variables electricas en	\$60,000	5600	\$60,000									
Equipo detector de fugas (geófono)	\$80,000	5600	\$80,000									
Equipo detector de fugas (correlador)	\$233,333	5600	\$233,333									
Medidor portátil de aguas negras	\$80,000	5600	\$80,000									
GPS	\$6,667	5600	\$6,667									
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$553,333</b>		<b>\$553,333</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>

## Capítulo 6000

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo aproximado	Subcapitulo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
<b>SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO</b>												
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	\$1,000,000	6100	\$500,000	\$500,000								
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$1,000,000</b>		<b>\$500,000</b>	<b>\$500,000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>

## H. Programa de Inversión

De acuerdo a la propuesta de acciones y su estimación de inversión, el programa de inversión establecido para dar ejecución a este plan es el siguiente

