



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM



Diagnóstico: Organismos Operadores

Zimatlán de Álvarez, Oaxaca

A. Agua Potable.

1. Prestación de los servicios

Los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca se prestan a la cabecera municipal de manera independiente de las agencias¹. La primera está a cargo del municipio a través del Organismo Operador mientras que en las agencias el servicio está a cargo de un Comité de Agua². 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 cuatro pozos profundos(ver Ilustración B -1) los cuales aportan un gasto máximo de 30.0 l/s y un gasto medio de 13.7 l/s (ver Ilustración B - 1 y Tabla B – 2). Los Pozos 2, 4 y 6 –no contenidos en la Tabla A - 1–, actualmente se encuentran fuera de operación.

Tabla B -1.
Coordenadas de ubicación de las fuentes de abastecimiento.

Pozo	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	''	°	'	''
1	Cosijoeza	16	52	12	96	46	44
3	Juan N. Alvarez	16	51	31	96	46	56
5	Vicente Guerrero - Zola de Vega	16	52	28	96	45	53
7	Santa Ana Zegache	16	50	50	96	45	53

El paro y arranque de los equipos electromecánicos correspondiente a los pozos 1, 3, 5 y 7 se hace de forma manual con un horario ya definido por parte de los operadores. Ver Tablas B – 2 y B - 3.

¹ De acuerdo a la Ley Orgánica del Estado de Oaxaca en su Artículo 17, segundo párrafo, una agencia municipal es una categoría administrativa dentro del gobierno municipal.

² Este comité de Agua es independiente al Organismo Operador administrativa y financieramente. Es importante comentar que algunas agencias no cuentan con drenaje ni saneamiento de las aguas servidas. En algunos casos, incluso la infraestructura hidráulica está en desuso.

Ilustración B - 1.
Localización de pozos



FUENTE: (Google Earth)

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

Municipio	Nombre del Pozo	Q _{medidor instalado}	Q _{medidor ultrasónico}	Error de exactitud*	Horas de bombeo por día	Volumen extraído	Q _{promedio inyectado a la red}
		l/s	l/s	%	hrs	m ³ /día	l/s
Zimatlán de Álvarez	Pozo 1	4.4	3.7	+18.9	2.0	26.64	0.31
	Pozo 3	3	3.3	+19.7	7.0	83.16	0.96
	Pozo 5	-----	15.1	-----	12.5	679.50	7.86
	Pozo 7	11.1	7.8	+42.3	14.0	393.12	4.55
				30.0			1182.42

* Los valores positivos de en un error de exactitud representan una sobre medición

Tabla B - 3
Características de los equipos electromecánicos de los Pozos.

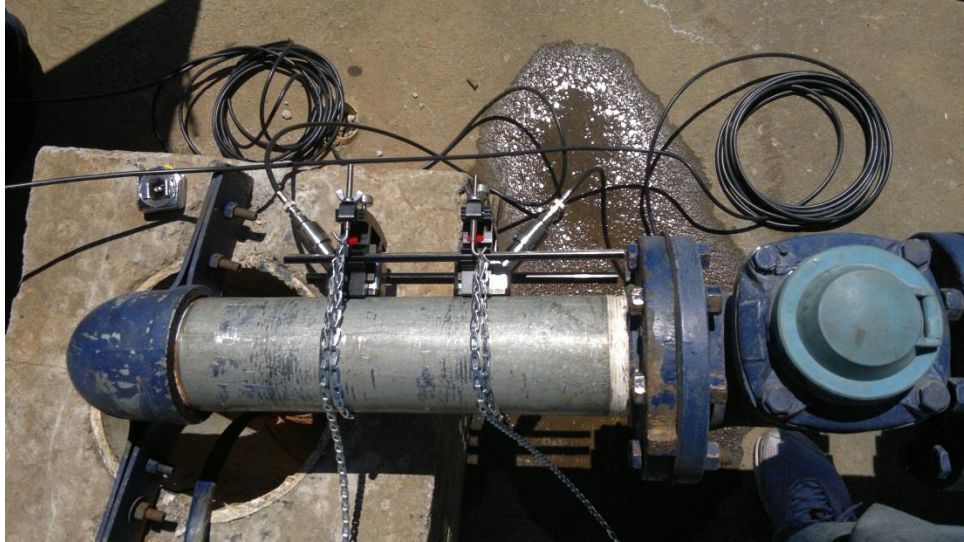
Pozo	Bomba		Profundidad	Alimentación
	Tipo	Potencia		
		Hp		
1	Sumergible	5	35	220
3	Sumergible	5	37	220
5	Sumergible	50	65	440
7	Sumergible	35	56	440

En los trenes de descarga de los Pozos 1, 3 y 7 se encuentra un medidor instalado de tipo hélice con errores de sobre medición máxima de + 42%, es decir, mide un gasto mayor al real, en el Pozo 5 no existe un equipo de medición. Tampoco existen manómetros (medidores de presión), instalados en los Pozos.

Para la medición de los gastos que aporta cada uno de las fuentes de abastecimiento se utilizó un medidor de tipo ultrasónico³, 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 B – 2.

³ 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 B - 1.
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 cloro en polvo, usando canastas para disolver el cloro. Ver Ilustración B - 3. De manera periódica la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento analiza la calidad del agua sin que hasta el momento se haya advertido de algún evento que represente un riesgo a la salud de los habitantes.

Ilustración B - 3.
Sistema de desinfección en los Tanques de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca



4. Regularización

El agua que se extrae de los Pozos es conducida a través de una línea hacia un tanque de regulación el cual 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 B - 4.

Ilustración B - 4.
Tanque de regulación



En el caso de Zimatlán de Álvarez, la regulación se realiza mediante cinco Tanques, tres superficiales y dos elevados. El tanque superficial 1 recibe agua del Pozo 7 y eventualmente del Pozo 3, el tanque superficial 2 almacena agua únicamente del Pozo 5 y el tanque superficial 3 se surte principalmente del Pozo 3 y eventualmente, del pozo 7. Desde el tanque superficial 1 se re-bombea el agua hacia el tanque elevado 1 y por último el tanque elevado 2 se llena con agua del Pozo 1.

Tabla B - 4.
Localización de los tanques de almacenamiento

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	''	°	'	''
1	Barrio San Antonio	16	52	10	96	47	33
2		16	51	24	96	47	43
3	Camino a El Rosario	16	52	35	96	47	51
Elevado 1	Barrio El Pajarito	16	51	48	96	47	36
Elevado 2	El Anonal	16	52	26	96	46	41

Tabla B - 5.
Características de los Tanques de Regularización.

Tanque	Tipo	Capacidad	Material	Edad	Estado actual
		m ³		años	
1	Superficial	300	Concreto	----	En uso
2	Superficial	450	Concreto	----	En uso
3	Superficial	100	Concreto	----	En uso
Elevado 1	Elevado	10	Concreto	----	En uso
Elevado 2	Elevado	10	Concreto	----	En uso

Ilustración B - 5.
Tanques elevados (Tanque 1 izquierda y tanque 2 derecha)



5. Distribución y Políticas operativas

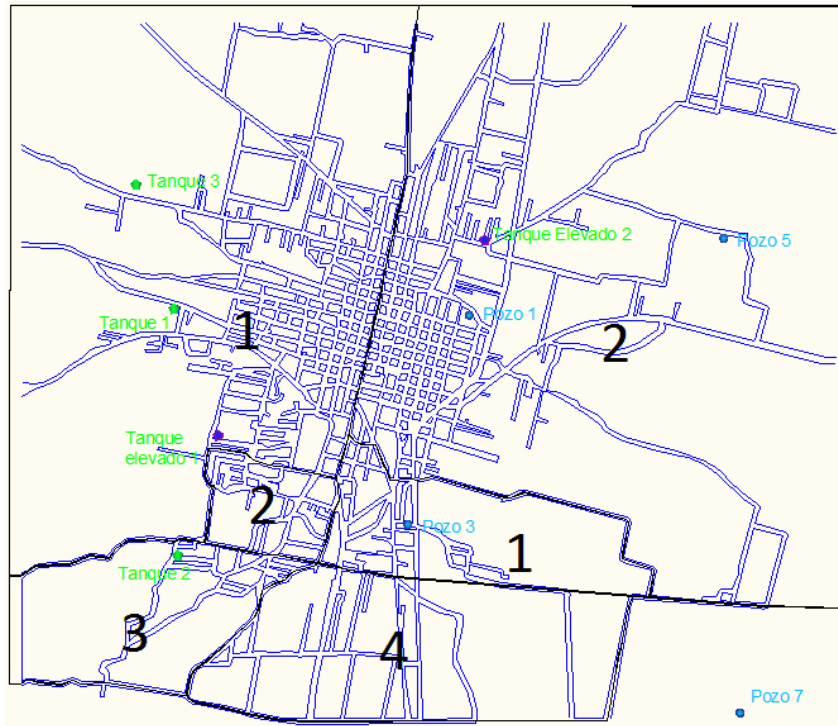
Distribución

Para dar agua a la mayor parte de la población el organismo operador ha dividido la red de distribución de la cabecera municipal en cuatro zonas de servicio.⁴Ver Ilustración A-6. Cada zona recibe agua durante ocho horas cada dos días. 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. Esta forma de operar la red resulta muy desgastante para las tuberías debido a que reduce su vida útil hasta diez veces (Lambert, 2000). El abasto en colonias altas, donde es difícil que llegue el recurso, es mediante el uso de tanques cisterna (Pipas)⁵.

Ilustración B - 6. Zonas de servicio en Ocotlán de Morelos

⁴ Una zona de servicio es un segmento de red aislado temporalmente del sistema completo de manera que sólo esa zona disponga del servicio.

⁵ De acuerdo a información proporcionada por el Organismo Operador, a estas zonas se envían cuatro pipas de 10 m³ de agua por día



Políticas Operativas

La operación del sistema de distribución de agua potable del municipio de Zimatlán de Álvarez, es como sigue:

Actualmente sólo cuatro de los siete pozos con los que cuenta el municipio se encuentran en operación, ellos aportan un gasto medio de 13.7 l/s a la cabecera municipal. Adicionalmente, se extrae agua del Pozo 1 para el llenado de 4 tanques cisterna (Pipa) de 10,000 litros por día para el abasto de zonas altas.

Los Pozos 3 y 7 envían agua a través de una línea de conducción para el llenado de los Depósitos 3 y 1, respectivamente; mediante el manejo de válvulas es posible que ambos pozos conduzcan agua al mismo depósito. Se encuentra instalada una línea de re-bombeo que conduce agua del Deposito 1 para el llenado del Tanque Elevado 1; el pozo 1 abastece al Tanque Elevado 2 y por último el Pozo 5 conduce agua al Deposito 2. La distribución a la red de abastecimiento se realiza por gravedad.

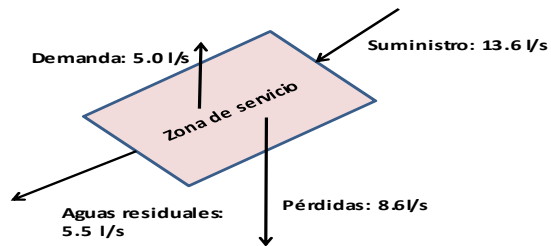
Para la distribución del agua, la red de la cabecera se ha dividido en 4 zonas de servicio. Se abastecen dos zonas de servicio al día, con un gasto de 13.7 l/s durante 8 horas cada dos días, o bien 391,680 l/día. Partiendo de la hipótesis de que las personas que se ubican en cada zona de servicio guardan un volumen para satisfacer sus necesidades durante los siguientes dos días, a cada zona le corresponde un volumen por día de 97,920.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 73,440 l/día/zona; sin embargo, cada una de las cuatro 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 $73,440 (4) = 293,760$ l/día, los cuales representan 3.4 l/s. Esto es, a su vez, el 75 % del gasto medio utilizado en el sistema, por lo que el gasto medio se incrementa a 4.6 l/s.

Por otra parte, partiendo de la medición de agua residual hecha en campo, la cual fue de aproximadamente 5.5 l/s, y considerando que a la hora de la medición (aproximadamente 18:00 horas) se tiene que el $Q_h = CVH * Q_m \Rightarrow Q_m = 5.5/1.1 = 5.0$ 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 a continuación: Se inyectan 13.6 l/s al sistema, se consumen 5.0 l/s, se pierden 8.7 l/s y se tratan 5.5 l/s. El nivel de pérdidas representa el 65 % del suministro. Lo anterior se traduce para el Organismo y/o el Municipio en un sobre costo de más del 60% ($8.7/13.7 * 100$) en energía eléctrica, potabilización, manejo y distribución del agua.

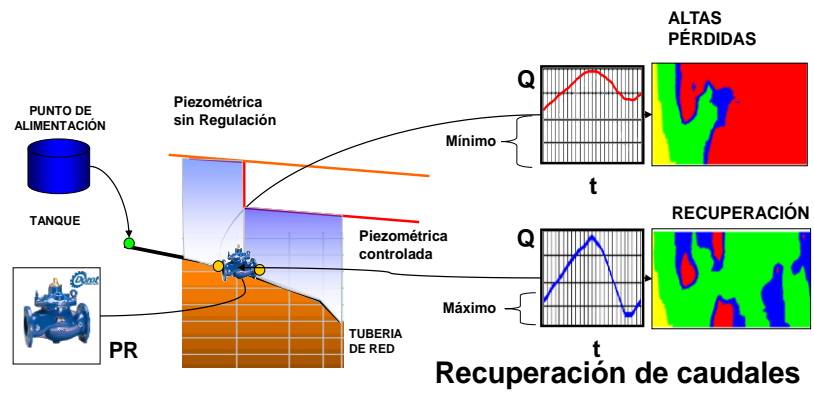
Ilustración E - 7. Balance Hidráulico



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 1 y el centro de la cabecera municipal es de 26 m., mientras que en la parte más baja el desnivel es de hasta 32 m.

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 B - 8.

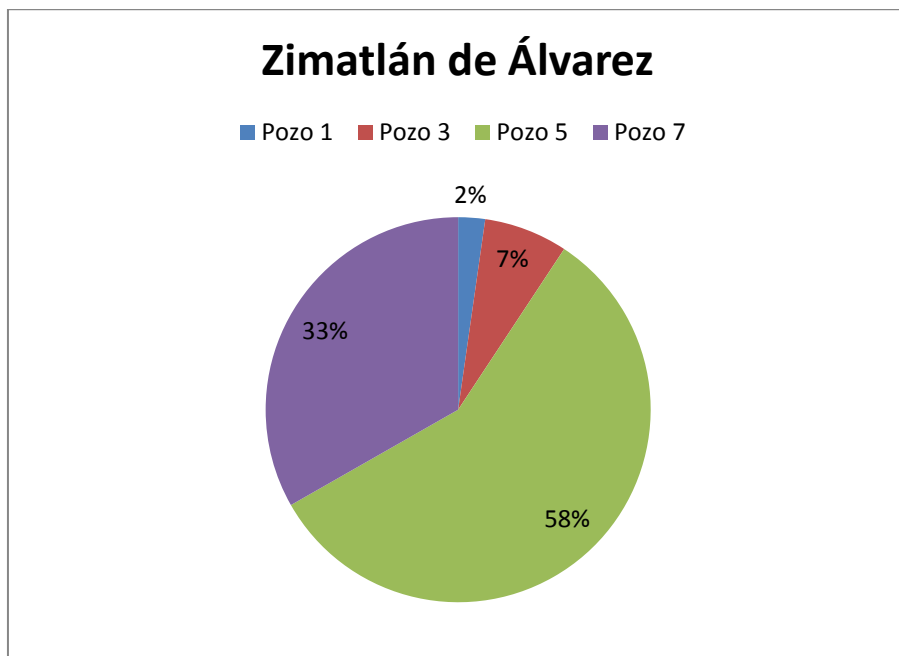
Ilustración B - 8.
Efecto de control de presiones en una red de distribución.



FUENTE: INDAGA. 2010

El 91% del volumen total inyectado a la red proviene de los pozos 5 y 7, solamente el pozo 5 aporta el 58% del gasto medio diario, ver Ilustración B - 9.

Ilustración B - 9.
Extracción de pozos Ocotlán de Morelos



Sistema de drenaje sanitario

Las aguas servidas se vierten a un sistema de drenaje convencional el cual las conduce a una descarga sobre el cauce del río Atoyac. Se encuentra en proyecto la construcción de una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR).

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 Ocotlán de Morelos son:

1. No existen planos actualizados (catastro de red), de la red de distribución de agua potable.
2. No existe un sistema de medición en las tomas de agua.
3. El sistema de medición en las fuentes de abastecimiento se encuentra en malas condiciones.
4. No se cuenta con registros históricos de mediciones de gasto o volumen en las fuentes y tomas de agua.

5. Se cuenta con equipos de bombeo de muy baja eficiencia, por lo que incrementan el costo del bombeo.
6. 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.
7. Actualmente la cobertura de la red de agua potable es del 79%; la distribución a la población que no cuenta con cobertura se realiza mediante pipas.
8. 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.

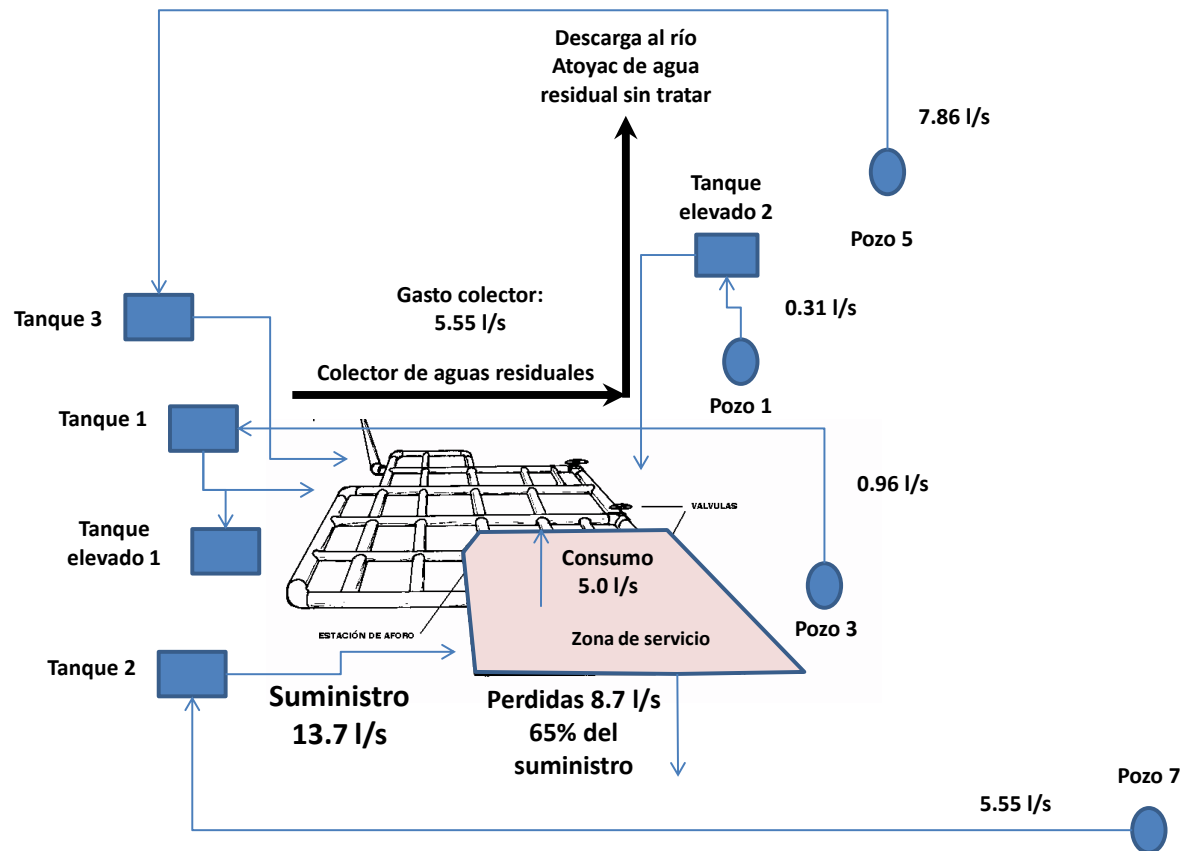
7. Tomas

Según el padrón de usuarios, actualizado hasta 2011, se sabe que 3,800 tomas correspondientes al servicio de agua potable y cerca de 2,300 conexiones a la red de drenaje.

8. Balance hidráulico

De esta manera, el balance hidráulico queda establecido como se muestra a continuación: Se inyectan 13.6 l/s al sistema, se consumen 5.0 l/s, se pierden 8.7 l/s y se vierten al sistema de drenaje 5.5 l/s, los cuales son luego vertidos al río Atoyac sin tratamiento.

Balance Hidráulico. Zimatlán de Álvarez, Oaxaca



B. Drenaje y Saneamiento

1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas

1. No existe plano del catastro de la red de drenaje sanitario.
2. La cobertura de drenaje sanitario es del 71%. En las colonias sin cobertura se utilizan fosas sépticas y baños secos.
3. El servicio de drenaje sanitario no se cobra en la cuota.
4. El diámetro de la tubería del colector que funciona como emisor principal es insuficiente.
5. Se desconoce cómo fue calculada originalmente la red de drenaje existente.
6. Durante época de lluvias se presentan la mayor parte de los problemas asociados a la obstrucción de la tubería de la red de drenaje 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, contaminando 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

La descarga de agua residual en el río Atoyac se realiza sin tratamiento previo. Se estima que en promedio 8 l/s son descargados de esta forma.

4. Sistema de saneamiento

El municipio de Zimatlán de Álvarez no cuenta con infraestructura hidráulica destinada al saneamiento de las aguas residuales. Actualmente existe un proyecto para la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

C. Estructura Organizacional

1. Organigrama y funciones

El Organismo Operador es dependiente administrativa y financieramente del ayuntamiento. En Zimatlán de Álvarez el responsable del servicio ante la presidencia es el director del Organismo Operador, quien tiene a su cargo la operación de la infraestructura hidráulica. Ver Ilustración B - 10.

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 B - 10.
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 anterior 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

Esta información no pudo ser obtenida.

D. Esquema financiero y tarifario

I. Tarifas por servicios de suministro de agua potable

El cobro es por cuota fija y está establecida en 200.0 \$/año/usuario.

II. Estadística de consumos e ingresos mensuales y anuales

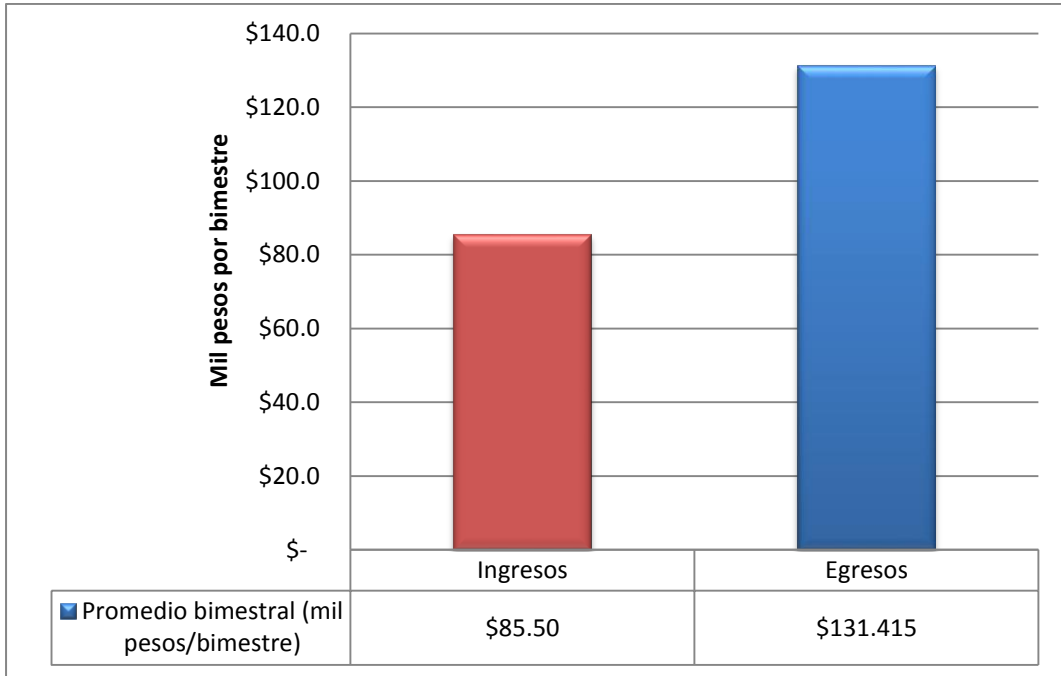
No se cuenta con históricos de esta información, pero se sabe que, en forma indirecta, el sistema contable se encuentra en la tesorería municipal.

III. Balance financiero

De acuerdo con la información que fue posible recopilar, de manera bimestral la tesorería municipal eroga en promedio \$51,400 pesos para el pago de energía eléctrica que, sumados a los costos de mantenimiento y operación (estimados en \$40,000 pesos mensuales erogados principalmente en sueldos, salarios y prestaciones), el municipio eroga una cantidad cercana a los \$131,400 pesos bimestrales. Considerando el nivel de recaudación (45%) y la tarifa actualmente vigente (25 \$/mes) bimestralmente los ingresos del organismo operador serían del orden de \$85,500 pesos bimestrales, es decir, tiene un déficit de \$45,900 bimestralmente. Ver Ilustración A-11.

Traducida en pesos, la pérdida del 45 % del agua que se inyecta a la red equivale a decir que diariamente se pierden \$1,522 pesos (considerando el indicador 11 de la Tabla A-7) y de manera bimestral \$ 91,300 pesos.

Ilustración B - 11.
Balance Financiero. Organismo Operador de Zimatlán de Álvarez, 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 B- 7.
Indicadores de gestión y evaluación.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	$\text{Población con agua potable} \times 100 / \text{Población total}$	%	79
2	Cobertura de alcantarillado	$\text{Población con alcantarillado} \times 100 / \text{Población total}$	%	71
3	Cobertura de tratamiento	$\text{Volumen de agua residual tratada} \times 100 / \text{Volumen de agua residual generada}$	%	0
4	Continuidad del servicio	$\text{Tomas con servicio continuo} \times 100 / \text{Total de tomas activas}$	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	$\text{Costo de la energía eléctrica} \times 100 / \text{Costos operacionales}$	%	64
6	Cobertura de Macro medición	$\text{Macro medidores instalados funcionando} \times 100 / \text{Fuentes de abastecimiento activa}$	%	75
7	Cobertura de micro medición	$\text{Micro medidores instalados funcionando} \times 100 / \text{Tomas de agua activas registradas}$	%	0
8	Eficiencia física	$\text{Volumen de agua facturada} \times 100 / \text{Volumen de agua producida}$	%	55
9	Eficiencia comercial	$\text{Importe de agua recaudado} \times 100 / \text{Importe de agua producido}$	%	65
10	Eficiencia total	$\text{Eficiencia física} \times \text{eficiencia comercial}$	%	29
11	Costo de producción por m ³ de agua potable	$\text{Costos operacionales y administrativos} / \text{volumen extraído}$	\$/m ³	1.85