INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

Anexos 1 al 3

Observatorio Hídrico

Contenido

Anexo 1. Pre-diagnóstico municipal, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala 3

Ocotlán de Morelos, Oaxaca 4

San Francisco Telixtlahuaca 31

Zimatlán de Álvarez 56

Cuetzalan del Progreso 81

Izúcar de Matamoros 105

San Martín Texmelucan 130

El Carmen Tequexquitla 153

Anexo 2. Descripción de Indicadores 178

Provisión de agua 179

Producción de Agua 180

Eficiencia 180

Cobertura del Servicio 182

Financieros 183

Institucionalidad 185

Operacionales 185

Calidad 188

Recursos Hídricos en la Producción 188

Indicadores Sociales 189

Biofísico 195

Anexo 3. Resultados por municipio 198

El Carmen Tequexquitla 199

Zimatlán de Álvarez 202

San Francisco Telixtlahuaca 205

Izúcar de Matamoros 208

Cuetzalan del Progreso 211

Tehuitzingo 215

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

Anexo 1. Pre-diagnóstico municipal, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala

Anexo 1. Pre-diagnóstico municipal, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala

Ocotlán de Morelos, Oaxaca

I. Datos Generales

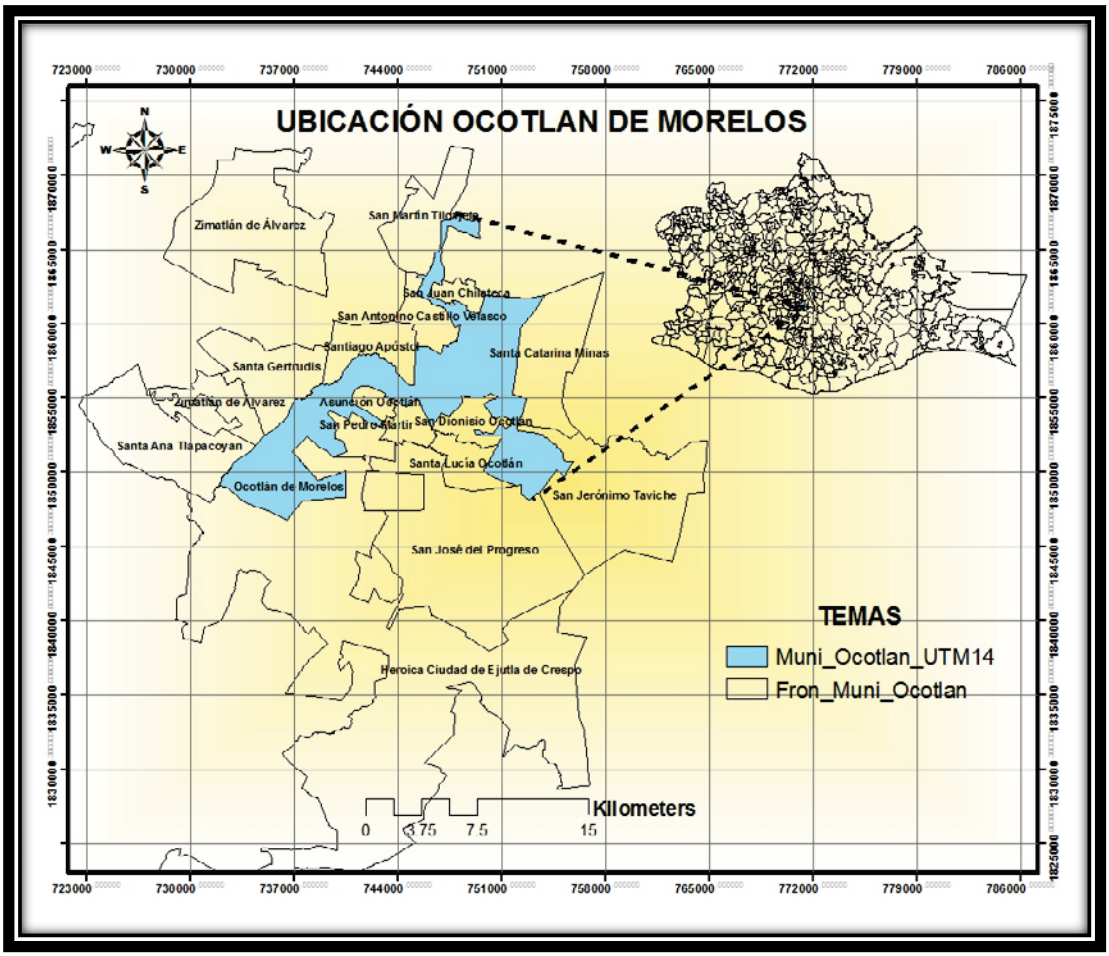
A. Geografía física

Ocotlán de Morelos se localiza en el estado de Oaxaca en las coordenadas 16° 41´ y 16° 52´ de latitud norte; los meridianos 96° 36´ y 96° 50´ de longitud oeste; altitud entre 1,400 y 2,300m.

Colinda al norte con el municipios de Santiago Apóstol, San Antonio Castillo Velasco, San Martín Tilcajete, Santo Tomás Jalieza y San Juan Chilateca; al este con los municipios de Santo Tomás Jalieza, Santa Catarina Minas, San Jerónimo Taviche; al sur con los municipios de San Jerónimo Taviche, San José del Progreso, Santa Lucía Ocotlán, San Dionisio Ocotlán, San Pedro Mártir, Asunción de Ocotlán, San Pedro Apóstol y Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo; al oeste con los municipios de Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo, Santa Ana Tlapacoyan, Zimatlán de Alvarez, Santa Gertrudis y Santiago Apóstol.

El municipio de Ocotlán de Morelos cuenta con una superficie territorial total de 119.90 kilómetros cuadrados, en relación al estado es del 0.13%. Ver Ilustración 1.

Ilustración 1
Ubicación del Municipio Ocotlán de Morelos

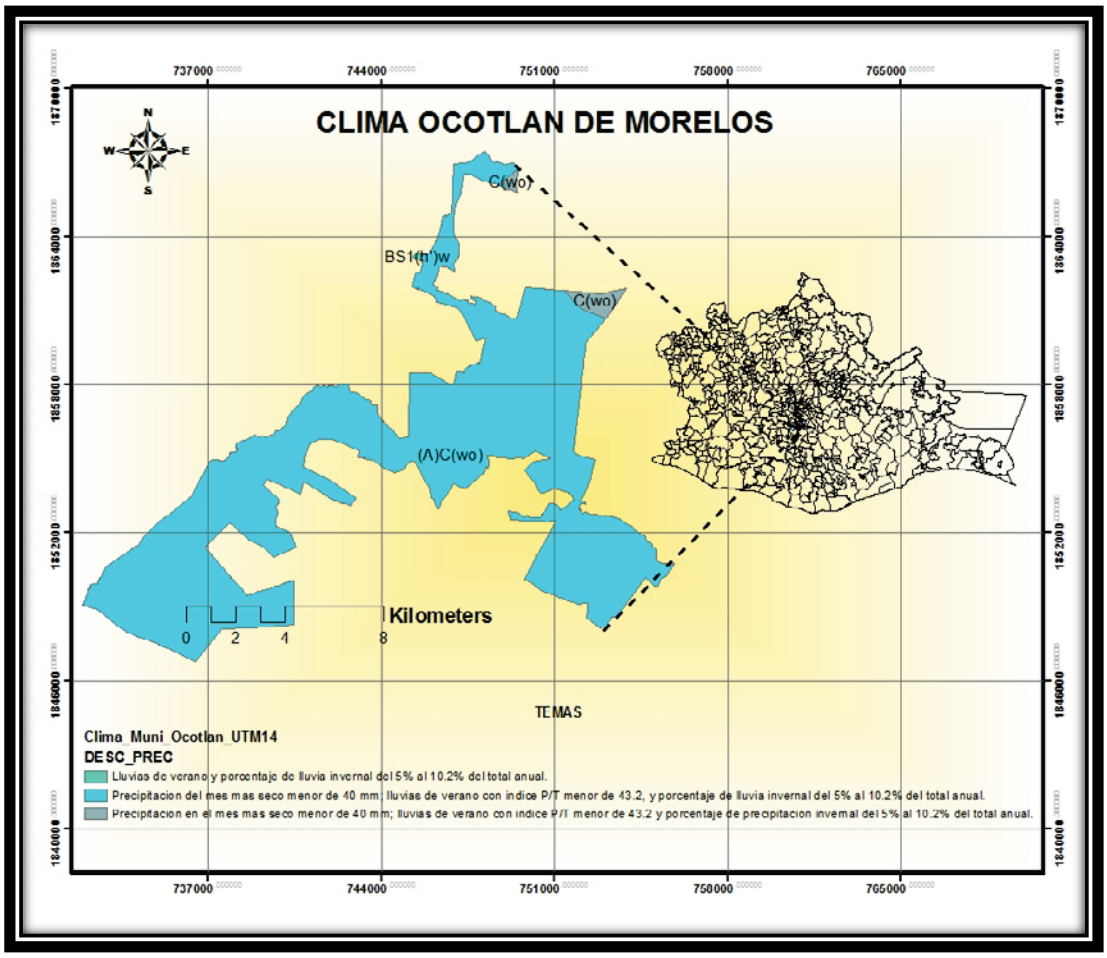


Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

1. Clima

Su clima es templado, con oscilación anual corta y lluvias moderadas durante el verano y principios de otoño. Ver Ilustración 2.

Ilustración 2
Mapa del Ocotlán de Morelos con sus principales climas



Fuente: Clima 1:250, 000, INEGI.

2. Uso de suelo y vegetación

Aunque en el territorio del municipio se ha afectado notoriamente la flora y la fauna debido al paso del hombre sobre la naturaleza, todavía se conservan algunas especies, sobre todo en los cerros que rodean al valle de Ocotlán. Entre ellas se encuentran:

Flora:

- Flores: penumbra, margarita, nube, cempazuchitl, azucenas, flor de gallo, girasol silvestre, flor de muerto, acahualt.
- Plantas comestibles: chepil, quintonil, hierba de conejo, tepiches, epazote

- Arboles: pino, eucalipto, jacarandas

Frutos: mango, guayaba, granada, limón, mandarina, lima, toronja.

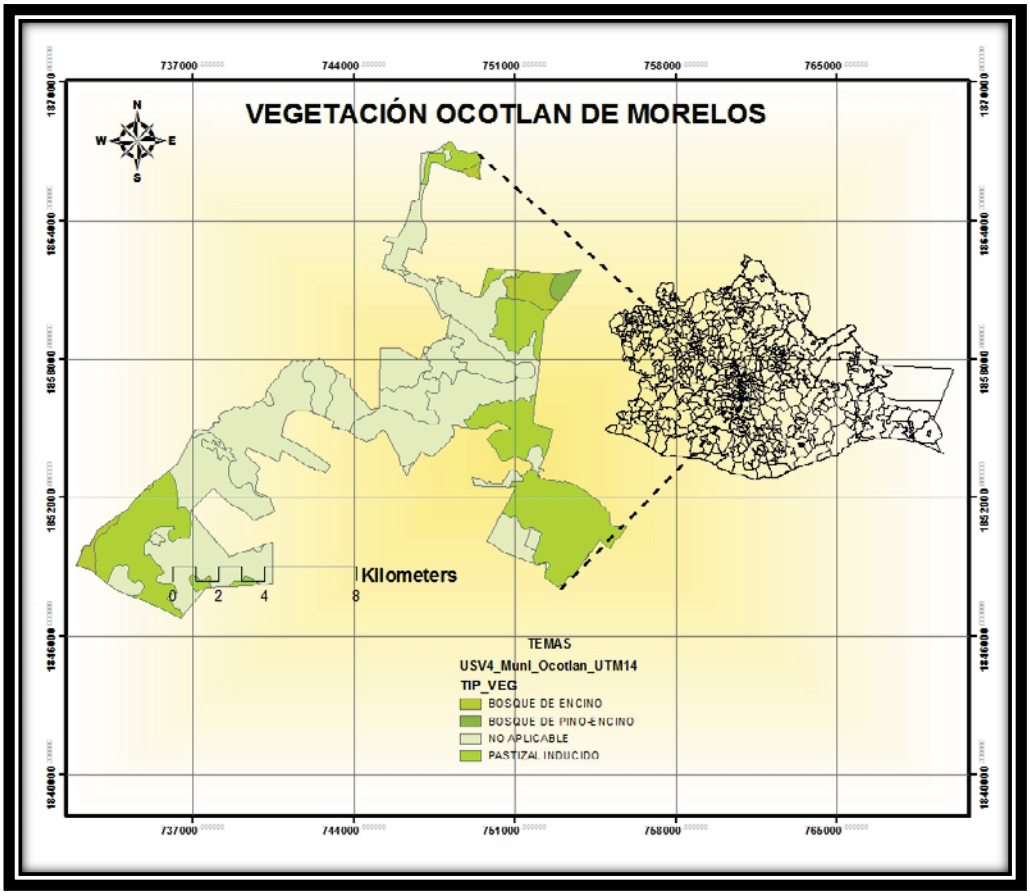
Plantas exóticas y para decoración: no se conocen.

Plantas medicinales: poleo, manzanilla, romero, estafiate, arnica, toronjil, albahaca, Hierba maestra, ruda.

Otras especies vegetales: nanacates (hongos comestibles, pequeños y de color café).

Con base en la cartografía de INEGI a escala 1:250, 000 se determinó el uso de suelo que existe en el municipio. Éste se puede resumir de la siguiente forma: Agricultura (34%) y zona urbana (3%). Su vegetación está conformada por Bosque de Encino (4%) y Pastizal Inducido (32%). Ver Ilustración 3.

Ilustración 3
Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos con sus principales usos de suelo y vegetación



Fuente: Uso de Suelo y Vegetación serie IV 1:250, 000, INEGI

3. Edafología

El municipio presenta cuatro grupos de suelos:

- Regosol. Vertisol, Litosol y Luvisol. Ver Ilustración 4.

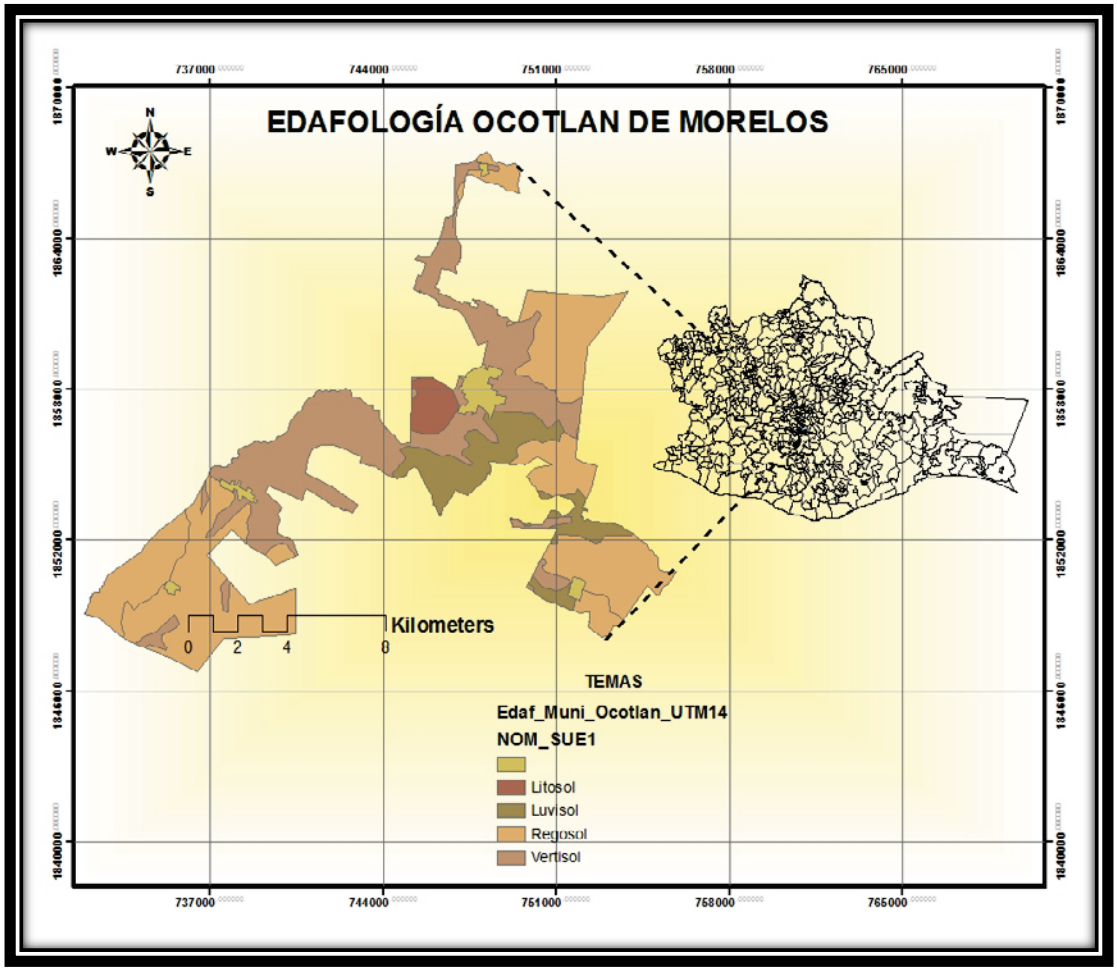
El tipo de suelo localizado en el municipio es plano, está formado por materiales volcánicos muy delgados, procedentes de la desintegración de rocas madres, las cuales se encuentran a 10 o menos centímetros de profundidad.

Su superficie es variada, en algunas partes es montañosa y en algunas es valle. El terreno es generalmente plano con una altura de 1, 500 metros sobre el nivel del mar, terreno poco accidentado rodeado de cerros y montañas. El suelo está constituido principalmente por lomerío suave.

Al suroeste de esta población se encuentran ubicados dos cerros llamados Yavitise y Guevexco.Éstos están unidos, haciendo cordillera por el oriente, con cerros de Santa Catarina Minas y San Miguel Tilquiapam y, por el poniente, los cerros de Santo Tomás Jalieza.

Ilustración 4

Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos con sus principales Suelo.



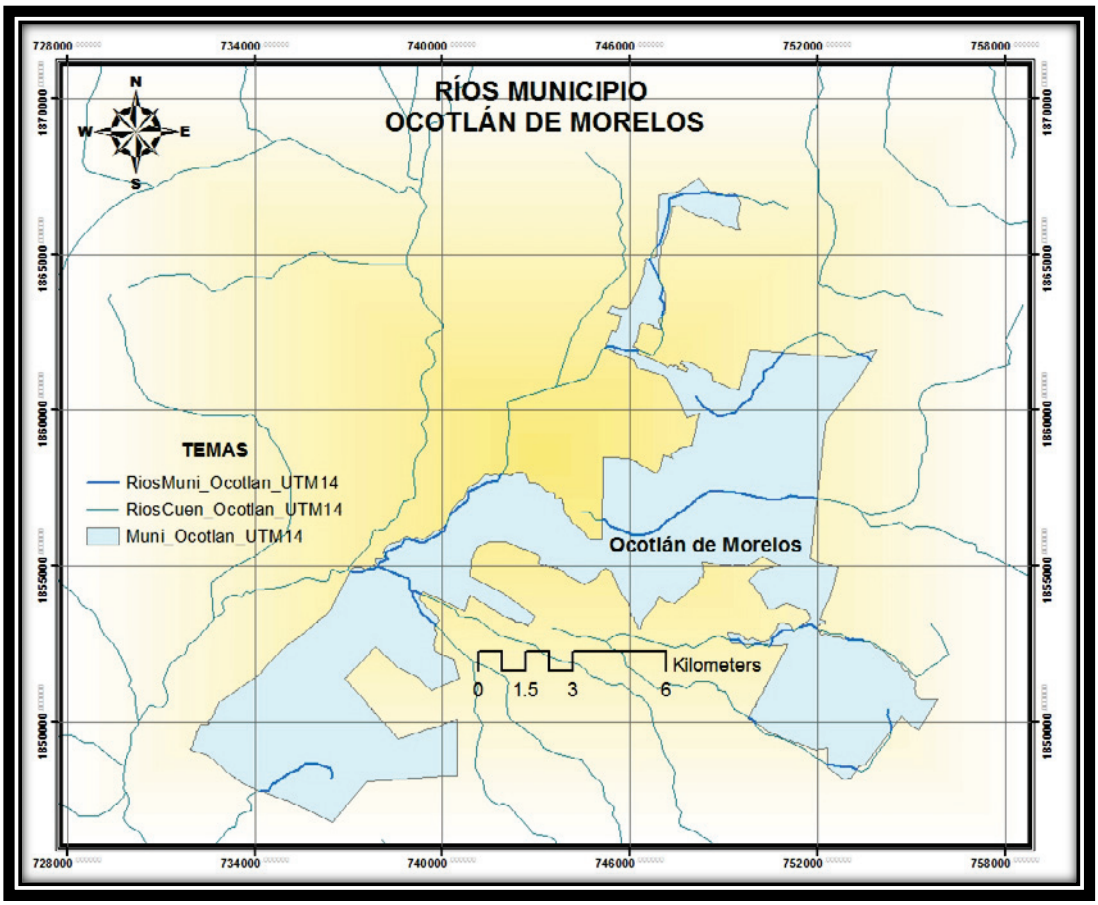
Fuente: Edafología 1:250, 000, INEGI.

4. Hidrografía

Este Municipio se encuentra en la Región Hidrológica conocida como Costa Chica–Río Verde la cual se subdivide en subcuencas y de forma específica en la subcuenca conocida como Río Atoyac – Oaxaca de Juárez.

El municipio tiene algunos arroyos de flujo intermitente sólo en épocas de lluvia. Existen aguas subterráneas de las cuales se aprovechan para extracción en 3 pozos de tipo noria en el paraje denominado la Cofradía, los 3 con una profundidad de 15 metros. Además 3 pozos semiprofundos en distintos parajes (Huaje, Carrizal, Colonia Tocuela). Ver Ilustración 5.

Ilustración 5
Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos con sus principales rasgos hidrográficos



Fuente: Hidrología 1:250, 000, INEGI.

4.1 Hidrología de la cuenca de aportación a Ocotlán de Morelos

El municipio pertenece a la región hidrológica RH20 Costa Chica Río Verde, a la cuenca Río Atoyac y a la subcuenca Río Atoyac-Oaxaca de Juárez. De acuerdo a las características la cuenca es exorreica porque el sistema de drenaje llega al mar por vía superficial o subterránea. La subcuenca del Río Atoyac-Oaxaca de Juárez representa el 14.83% de la superficie en la región hidrológica Costa Chica de Guerrero y el 11.84% del territorio de la cuenca Río Atoyac. En la Ilustración 6 se observa la cuenca del Río Atoyac y en la tabla 1 se tiene la información de la cuenca.

Ilustración 6

Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos con sus cuencas de aportación

Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI.

Tabla 1.
Características de la cuenca Río Atoyac

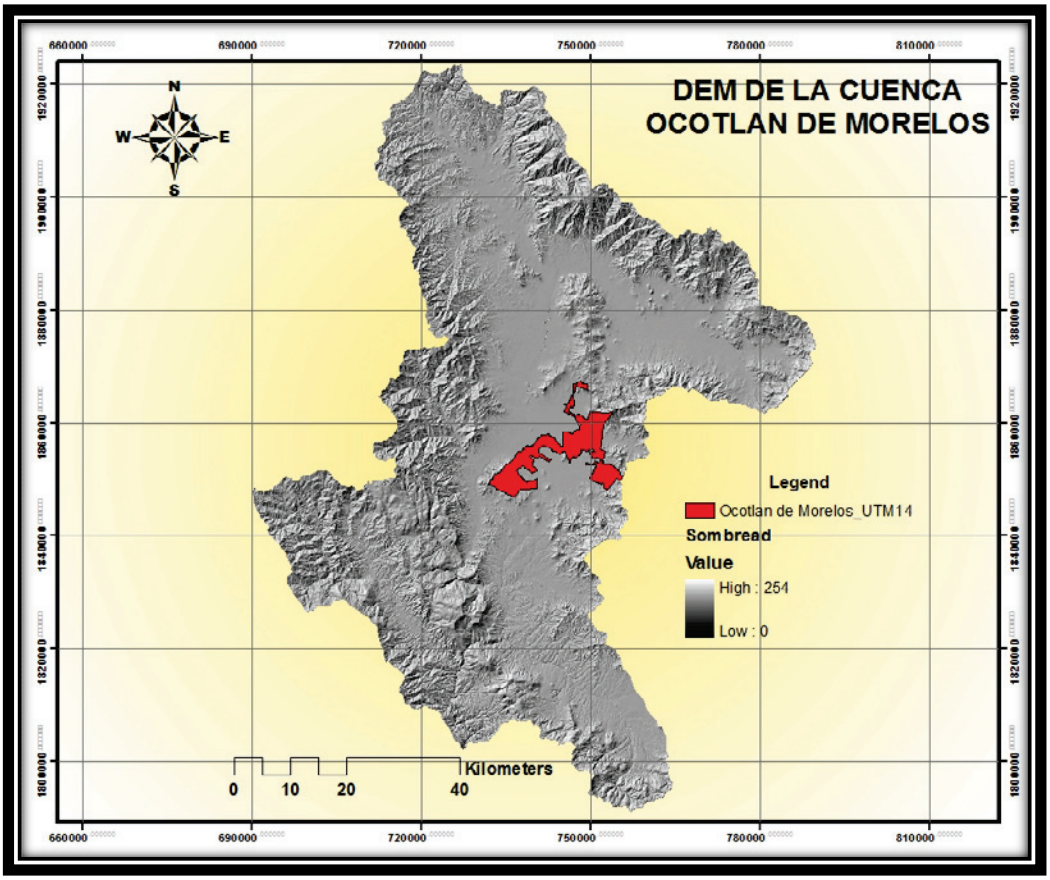
CUENCA	CLAVE	RH	SUBCUENCA	SUBCUENCA	Área Km2	PORCENTAJE
RÍO ATOYAC	RH18	BALSAS	L. Totolzingo	H	5019.72	0.10081
			Río Zahuapan	I	1561.54	0.03136
			Río Atoyac-San Martín Texmelucan	D	1962.33	0.03941
			Río Atoyac-Balcón del Diablo	B	4088.49	0.08211
			Río Alceseca	J	238.54	0.00479
			Río Nexapa	E	4416.31	0.08869
			P. Miguel Avila Camacho	C	176.2	0.00354
			Río Atoyac-Tehuitzingo	A	2809.06	0.05641
			Río Acatlán	G	3446.76	0.06922
			Río Mixteco	F	7718.98	0.15502
	RH20	COSTA CHICA-RÍO VERDE	Río Sordo	D	5584.82	0.11216
			Río Atoyac-Oaxaca de Juárez	C	5897.78	0.11844
			Río Yolatepec	E	2246.43	0.04511
			Río Atoyac-San Pedro Juchatengo	b	2959.13	0.05943
			Río. Atoyac-Paso de la Reina	a	1668.06	0.0335

3.2 Características fisiográficas de la cuenca de aportación a Ocotlán de Morelos

A partir del Modelo Digital de Elevaciones extraído del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI, se definió la delineación de la cuenca con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 con la extensión Hydrologic Model System, HMS, obteniendo un área 5848.3152 Km^2, y un perímetro de 700920 m.

- Área de la Cuenca: 5848.3152 Km^2
- Perímetro de la Cuenca: 700920 m
- Pendiente media de la cuenca**:** 25.92% clasificada como Medianamente Inclinada. Ver Ilustración 7.

Ilustración 7
Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos con su Modelo de Elevación Digital de la Cuenca



Fuente: Modelo de Elevación Digital, INEGI.

4.2 Análisis climatológico en la cuenca que drena a Ocotlán de Ocampo

Para un buen análisis de este parámetro es de importancia la distribución espacial y temporal de los registros de datos que se tengan, así como la continuidad del periodo.

La información climatológica existente se trata de registros históricos con datos de precipitación pluvial, temperaturas (mínima, media y máxima), evaporación, dirección dominante del viento y otros fenómenos meteorológicos como granizo y neblina. Ver tabla 2.

Tabla 2
Datos Climatológicos Medios (temperatura y lluvia) de la estación climatológica localizada dentro del municipio

Nombre	Ocotlán de Morelos		
Clave de la Localidad	200680001		
Clave climática	(A)C(w0)(w)		
Propiedad	**Valor**	**Propiedad**	**Valor**
Temp. Media Enero °C	17.7	Lluvia Media Enero mm	2
Temp. Media Febrero °C	19.1	Lluvia Media Febrero mm	3
Temp. Media Marzo °C	21	Lluvia Media Marzo mm	7
Temp. Media Abril °C	22.7	Lluvia Media Abril mm	35
Temp. Media Mayo °C	23.2	Lluvia Media Mayo mm	86
Temp. Media Junio °C	22.2	Lluvia Media Junio mm	156
Temp. Media Julio °C	21.4	Lluvia Media Julio mm	115
Temp. Media Agosto °C	21.5	Lluvia Media Agosto mm	106
Temp. Media Septiembre °C	21.2	Lluvia Media Septiembre mm	138
Temp. Media Octubre °C	20.1	Lluvia Media Octubre mm	35
Temp. Media Noviembre °C	18.6	Lluvia Media Noviembre mm	7
Temp. Media Diciembre °C	17.9	Lluvia Media Diciembre mm	4

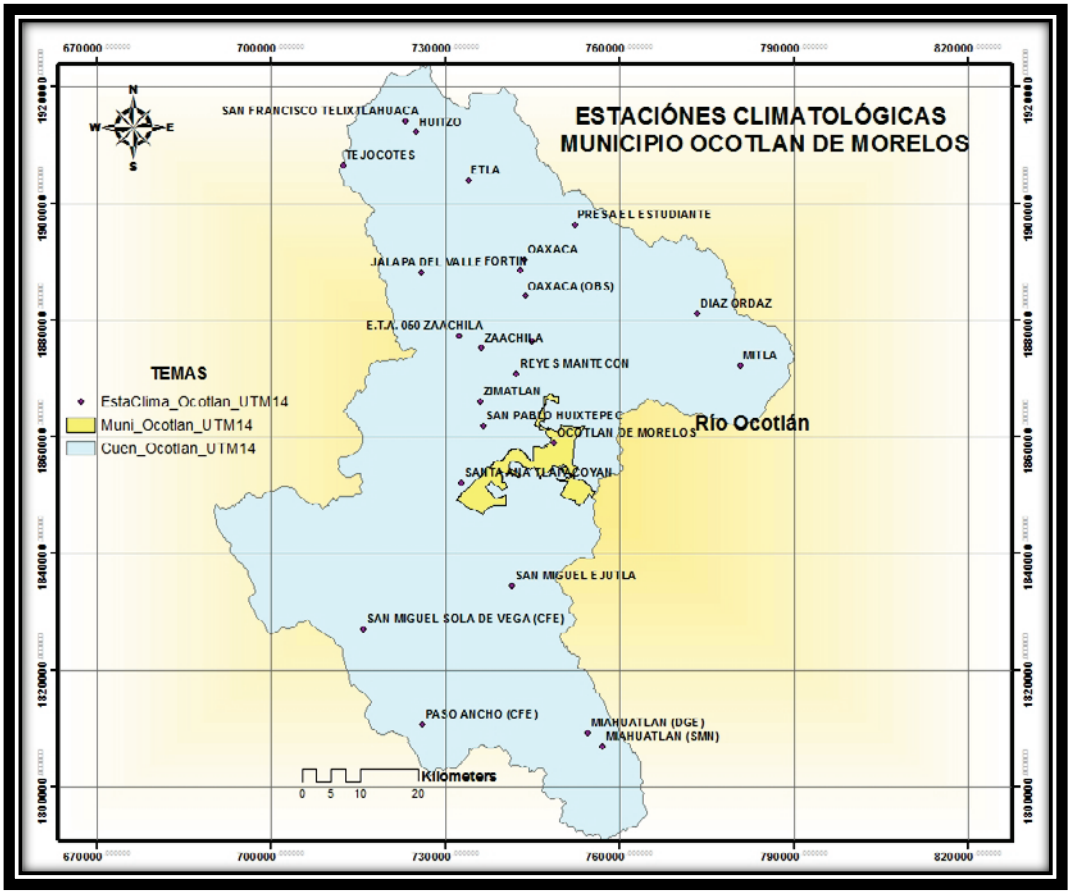
Fuente: (INEGI, 2010)

Los datos de precipitación corresponden a valores registrados cada 24h por una red de pluviómetros. Se procesaron estadísticamente y se obtuvo la precipitación media mensual en la cuenca de aportación.

En la zona de estudio se localizaron 24 estaciones Climatológicas y una estación Hidrométrica, las cuales se distribuyen espacialmente en la zona de estudio. Ver Ilustraciones 8 y 9.

Ilustración 8

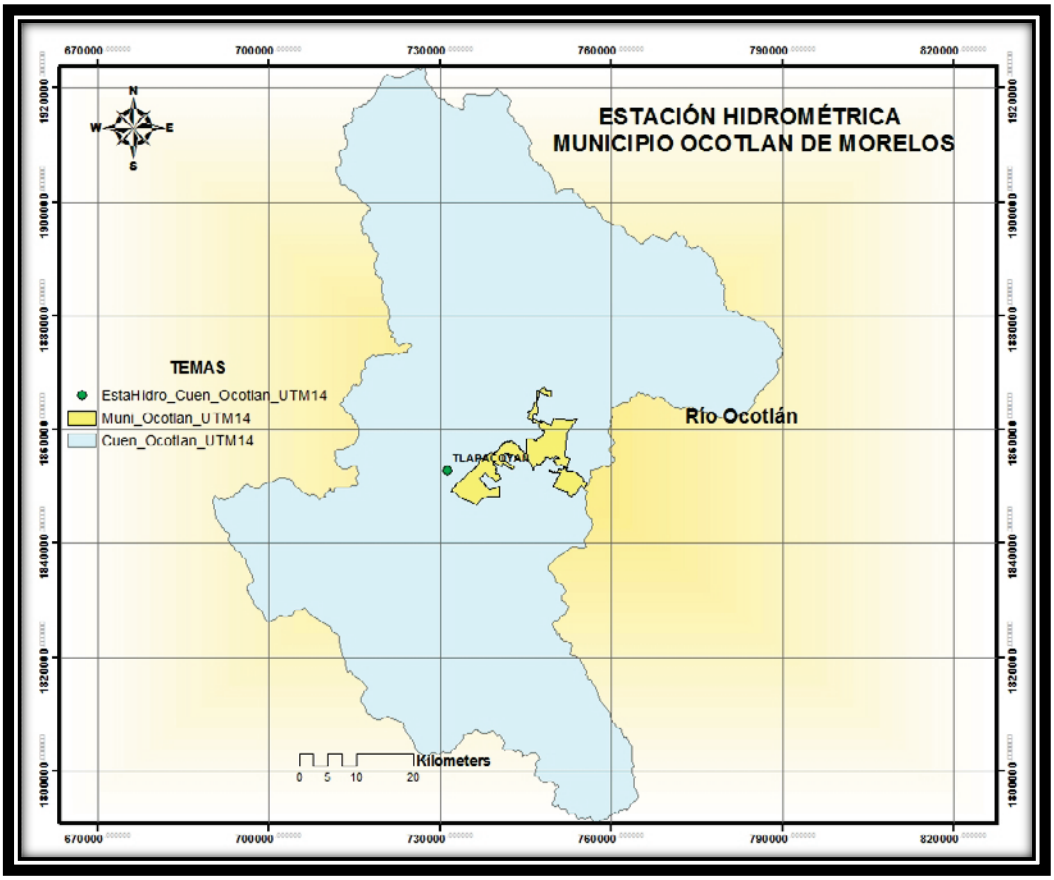
Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos Estaciones Climatológicas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Climatológicas, 1:250, 000, INEGI

Ilustración 9

Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos con Estaciones Hidrométricas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Hidrométricas, 1:250, 000, INEGI.

En las tablas 3 y 4 se muestran los datos de las estaciones climatológicas e Hidrométrica presentes en el área de la cuenca.

Tabla 3
Estaciones climatológicas de la cuenca

Clave	Nombre	Estado	Altura	Latitud	Longitud
20022	COYOTEPEC	OAXACA	1520	16.9567	-96.7006
20034	ETLA		1660	17.2072	-96.7997
20044	JALAPA DEL VALLE		1720	17.0658	-96.8783
20070	MIAHUATLAN (SMN)		1550	16.3294	-96.5939
20071	MIAHUATLAN (DGE)		1550	16.3500	-96.6167
20078	OAXACA (OBS)		1539	17.0272	-96.7103
20079	OAXACA		1555	17.0831	-96.7097
20080	OCOTLAN DE MORELOS		1500	16.8000	-96.6667
20085	PASO ANCHO (CFE)		1310	16.3667	-96.8831
20099	SAN MIGUEL SOLA DE VEGA (CFE)		1400	16.5144	-96.9775
20118	SAN MIGUEL EJUTLA		1440	16.5794	-96.7372
20150	TEJOCOTES		2260	17.2322	-97.0022
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA		1700	17.3000	-96.9000
20202	SANTA ANA TLAPACOYAN		1460	16.7397	-96.8167
20209	ZIMATLAN		1500	16.8650	-96.7844
20243	E.T.A. 050 ZAACHILA		1520	16.9667	-96.8167
20266	SAN PABLO HUIXTEPEC		1480	16.8269	-96.7806
20329	FORTIN		1564	17.0667	-96.7167
20354	ZAACHILA		1490	16.9478	-96.7822
20364	HUITZO		1700	17.2831	-96.8831
20366	MITLA		1680	16.9153	-96.3644
20367	PRESA EL ESTUDIANTE		1580	17.1364	-96.6281
20383	REYES MANTECON		1500	16.9069	-96.7256
20507	DIAZ ORDAZ		1700	16.9972	-96.4325

Fuente: Estaciones Climatológicas 1:250, 000, INEGI

Tabla 4
Estación hidrométrica de la cuenca

No.	Nombre	EDO	R_H	Cuenca	Corriente	Altitud	Latitud	Longitud
443	TLAPACOYAN	OAXACA	20	RIO ATOYAC	RIO Atoyac	1465	16.7461	-96.8294

Fuente: Estaciones Hidrométricas 1:250, 000, INEGI

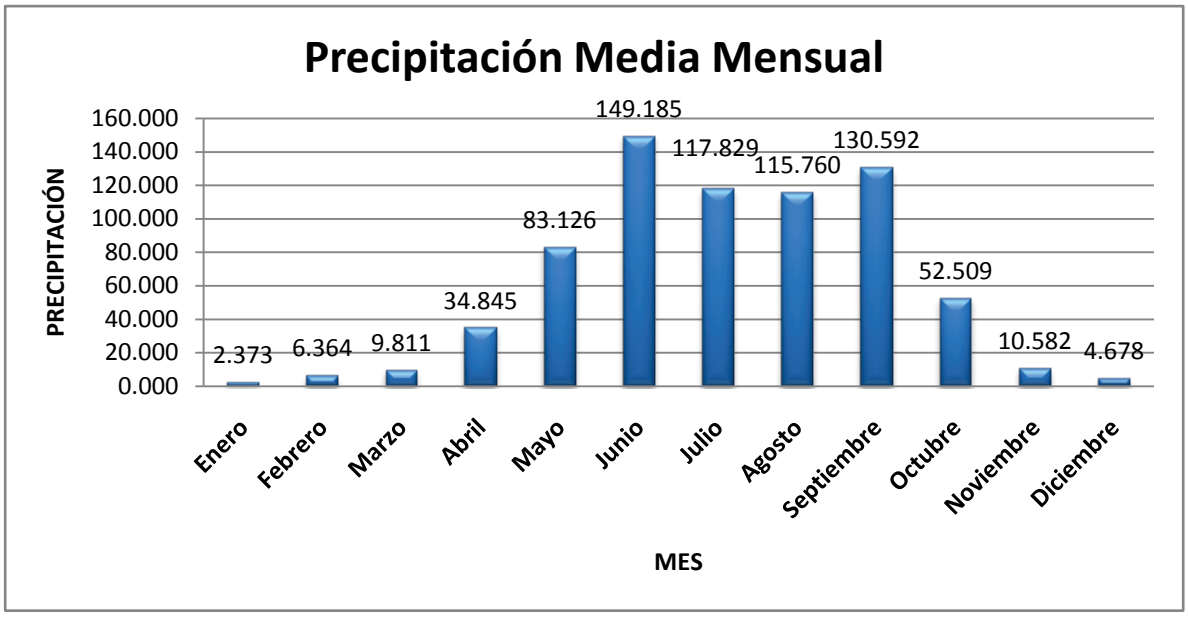
4.3 Comportamiento de las lluvias en la cuenca

A partir de los datos de precipitación tomados de la base de datos CLICOM 2008 del Servicio Meteorológico Nacional, acumulada por mes, se determinó el comportamiento de la distribución temporal de la precipitación pluvial a lo largo del año en la zona de estudio.

En la Ilustración 10 se puede apreciar que la época de lluvias se puede delimitar entre los meses de Junio a Septiembre. Se concluye también que el mes más lluvioso es el mes de Junio con un valor del 149 mm., enseguida está el mes de Septiembre con 130 (mm).

Ilustración 10

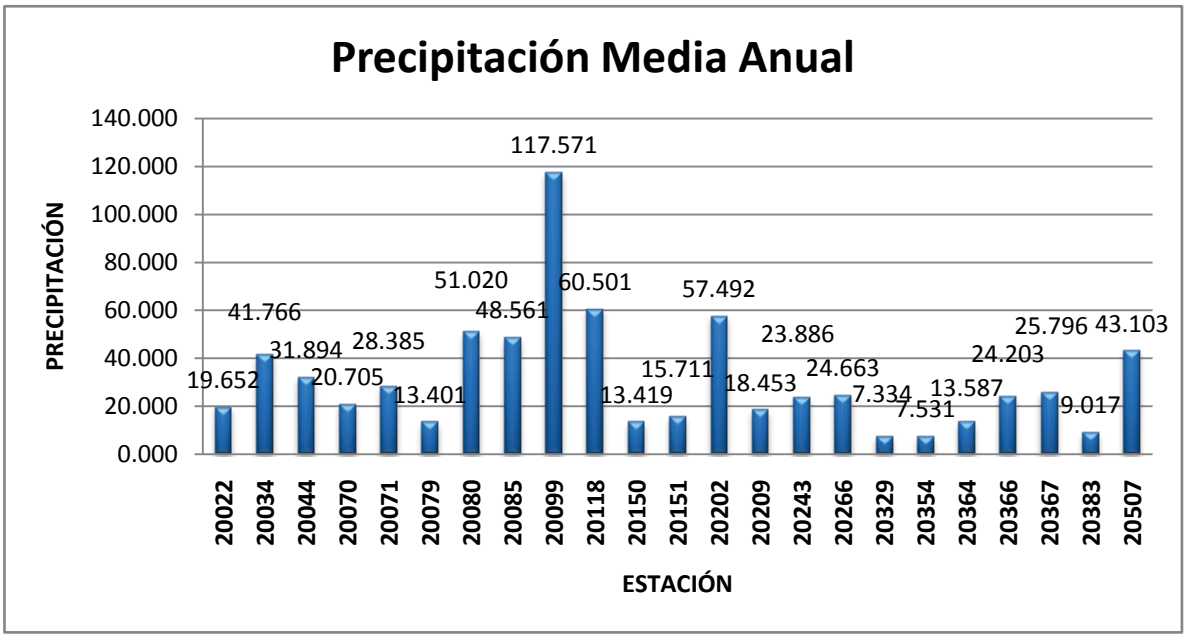
Gráfica de la precipitación Media Mensual del Municipio Ocotlán de Ocampo



Con respecto a la precipitación anual por estación se observa en la Ilustración 11 que la estación 29099 presenta el valor más alto con 171. (mm), y enseguida la estación 20118 con un valor de 60. (mm).

Ilustración 11

Gráfica de la precipitación Media Anual del Municipio Ocotlán de Ocampo



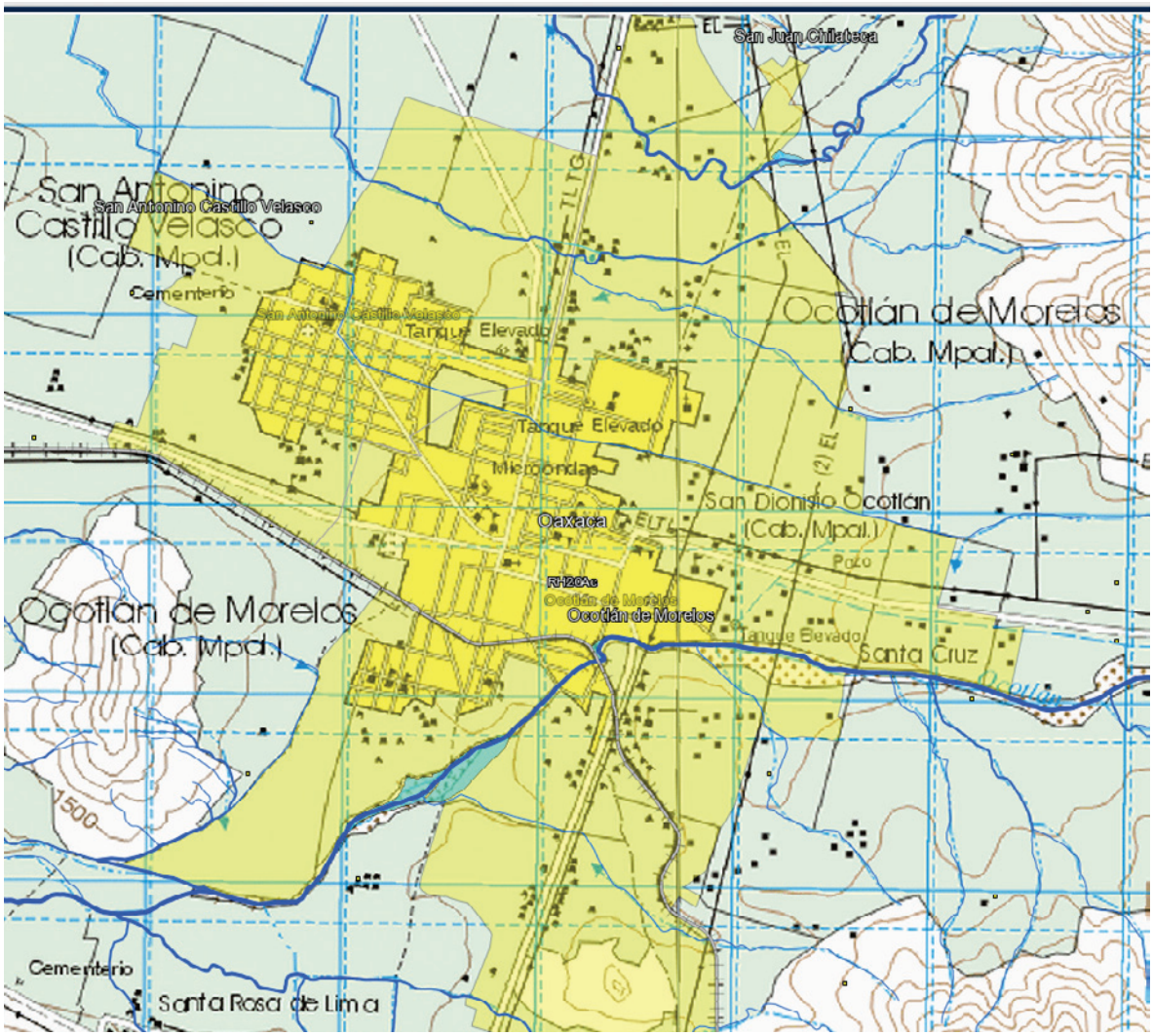
5. Uso potencial de la tierra y zona urbana

El municipio tiene las siguientes posibilidades de uso de suelo:

Agrícola: Para la agricultura mecanizada continua de 43.67% y cuenta con 39.61% que no es apta para la agricultura.

Pecuario: Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola 43.67%, para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal 2.77% y no apta para uso pecuario 39.61%. Ver Ilustración 12.

Ilustración 12
Mapa del Municipio Ocotlán de Morelos con sus Principales Rasgos Hidrográficos



Fuente: (INEGI, 2010)

Zona Urbana

La zona urbana está creciendo sobre suelo cuaternario y roca ígnea extrusiva del Terciario, en valle de laderas tendidas con lomerío y sierra baja compleja; sobre área donde originalmente había suelos denominados Luvisol, Leptosol y phaeozem. Tiene climas semicálido subhúmedo con lluvias en verano y semiseco semicálido y está creciendo libre de terreno previamente ocupado por agricultura.

I. Datos Poblacionales

A. Perfil Socio-demográfico

Este municipio presentó el siguiente crecimiento poblacional según los datos censales y conteos poblacionales que INEGI realizó en 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Ver tabla 5 e Ilustraciones 13 y 14.

Tabla 5

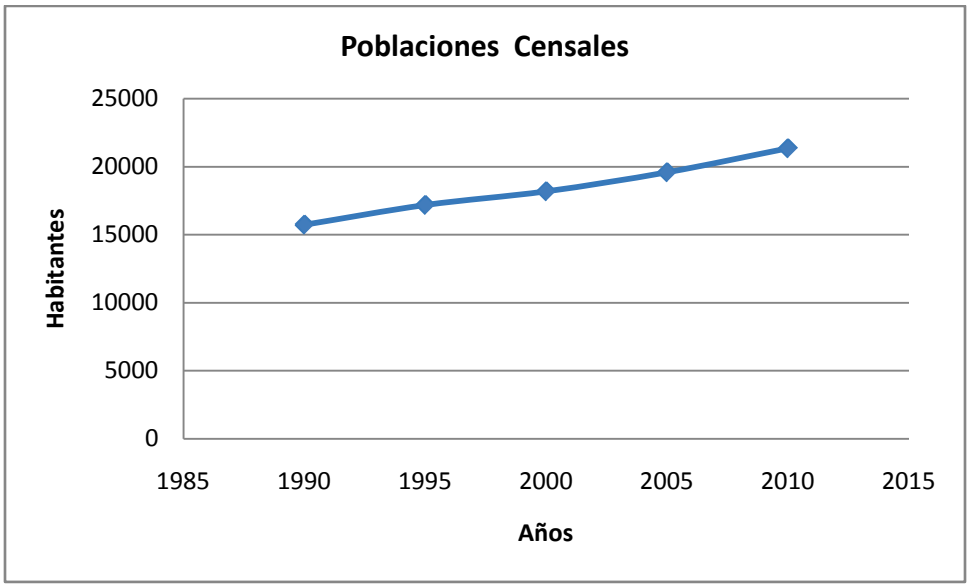
Datos de población de los diferentes censos y conteos poblaciones

1990	1995	2000	2005	2010
15733	17180	18183	19581	21341

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 13

Gráfica del crecimiento poblacional del Municipio Ocotlán de Morelos



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Tabla 6

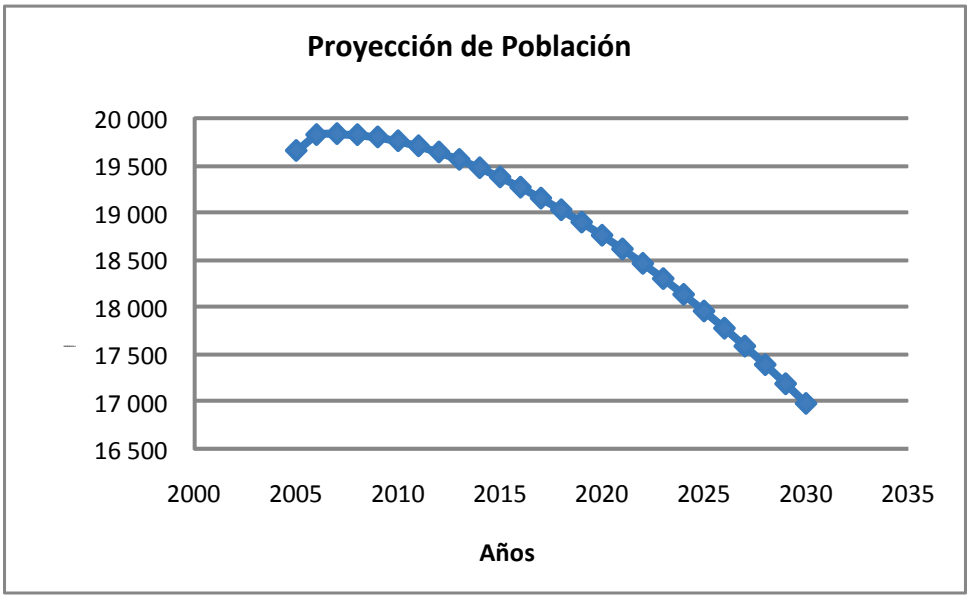
Proyecciones de la Población en el municipio Ocotlán de Morelos, según la CONAPO

Año	Población	Año	Población
2005	19 647	**2018**	19 022
2006	19 815	**2019**	18 892
2007	19 824	**2020**	18 754
2008	19 814	**2021**	18 609
2009	19 789	**2022**	18 457
2010	19 750	**2023**	18 297
2011	19 696	**2024**	18 130
2012	19 631	**2025**	17 955
2013	19 553	**2026**	17 774
2014	19 465	**2027**	17 585
2015	19 368	**2028**	17 390
2016	19 260	**2029**	17 189
2017	19 145	**2030**	16 981

Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

Ilustración 14

Gráfica de las proyecciones de crecimiento poblacional



Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

B. Grado de Marginación[1]

En esta sección se presentarán indicadores socio–económicos, índices, grado de marginación y el lugar que ocupa el municipio en el contexto nacional y estatal. La información es tomada del índice de marginación por entidad federativa publicado por CONAPO en 2010. Ver Tabla 7.

Tabla 7
Indicadores socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal . Ocotlán de Morelos

Concepto	Valor
Clave de la entidad federativa	20
Clave del municipio	068
Municipio	Ocotlán de Morelos
Población total	21 341
% Población de 15 años o más analfabeta	10.44
% Población de 15 años o más sin primaria completa	26.81
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	2.75
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.55
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	50.61
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	44.87
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	27.32
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	29.64
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	42.65
Índice de marginación	-0.17130
Grado de marginación	Medio
Índice de marginación escala0 a 100	25.737
Lugar que ocupa en el contexto estatal	479

Fuente: (CONAPO, 2010)

Tabla 8
Indicadores socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal. Ocotlán de Morelos

Municipio	Ocotlán de Morelos
Población total	21 341
Grado de marginación	Medio
Índice	-0.17130

Fuente: (CONAPO, 2010)

C. Grupos Étnicos

La composición indígena en Ocotlán de Morelos correspondió en el año 2010 al 7.5% de la población en hogares censales. Ver Tabla 9.

[1] El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Tabla 9
Datos de Población hablante de lengua Indígena, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	-	447	663	561	689
Población en hogares censales indígenas	-	-	-	1278	1614

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

D. Educación

Ocotlán de Morelos cuenta con cuatro jardines de niños, 18 primarias y con una escuela secundaria[2]. El Grado Promedio de Escolaridad de su población, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010), es de 7.65 años. La población analfabeta de 15 años y más fue de 1548 personas (7.25%), mientras que la población de 15 años y más sin escolaridad fue de 1, 405 habitantes (6.5%).

E. Salud

El municipio cuenta con cuatro unidades médicas: una del IMSS, una del ISSSTE, una del IMSS-SOLIDARIDAD y una de la S.S.A, además cuenta con 10 casas de salud[3]. La población no derechohabiente de servicios de salud en 2010 correspondió a 9, 050 habitantes, es decir el 42.4% de la población.

F. Hogares

Tabla 10
Datos de Hogares con jefatura femenina

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hogares censales con jefatura femenina	-	-	897	3771	1354
Hogares censales con jefatura masculina	-	-	3113	15569	3782
Total de Hogares	-	-	4010	4566	5136
Población en hogares censales con jefatura femenina	-	-	3272	1082	4788
Población en hogares censales con	-	-	14868	3484	16507

[2] INAFED (2009) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Oaxaca, Ocotlán de Morelos. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Oaxaca. [En Línea], Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20068a.htm

[3] Ibid

jefatura masculina					
Población en hogares censales	-	-	18140	19340	21295

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

En el año 2000, el 22.3% de hogares censados estaba a cargo de la jefatura femenina, en el 2005, representó el 23.7% y en el año 2010 el 26.3%. Ello significó que en el 2000, el 18% de la población de Ocotlán de Morelos habitaba en un hogar con jefatura femenina; el 19.5% en 2005 y el 22.4% en año 2010. Ver Tabla 6.

G. Actividades Económicas

Las actividades económicas que mayor población ocupan son las agropecuarias, le siguen los artesanos y obreros. La producción agrícola es de higuerilla en gran escala, maíz, frijol y frutas. Las actividades industriales se basan en la fabricación de aceites vegetales, mezcal, tequila y la producción de lácteos; también se elaboran tejidos y artesanías de barro.[4]

La población económicamente activa en el año 2010 fue de 8, 211 habitantes, mientras que en el año 2000 era de 6, 073 personas, de las cuales 6, 009 se encontraban ocupadas de la siguiente manera. Ver Tabla 11.

Tabla 11
Actividades económicas por sector

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	23
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	28
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	45
Otros	4

Fuente: (INAFED, 2009)

[4] Ibíd.

H. Coberturas*

* Dato calculado con la relación

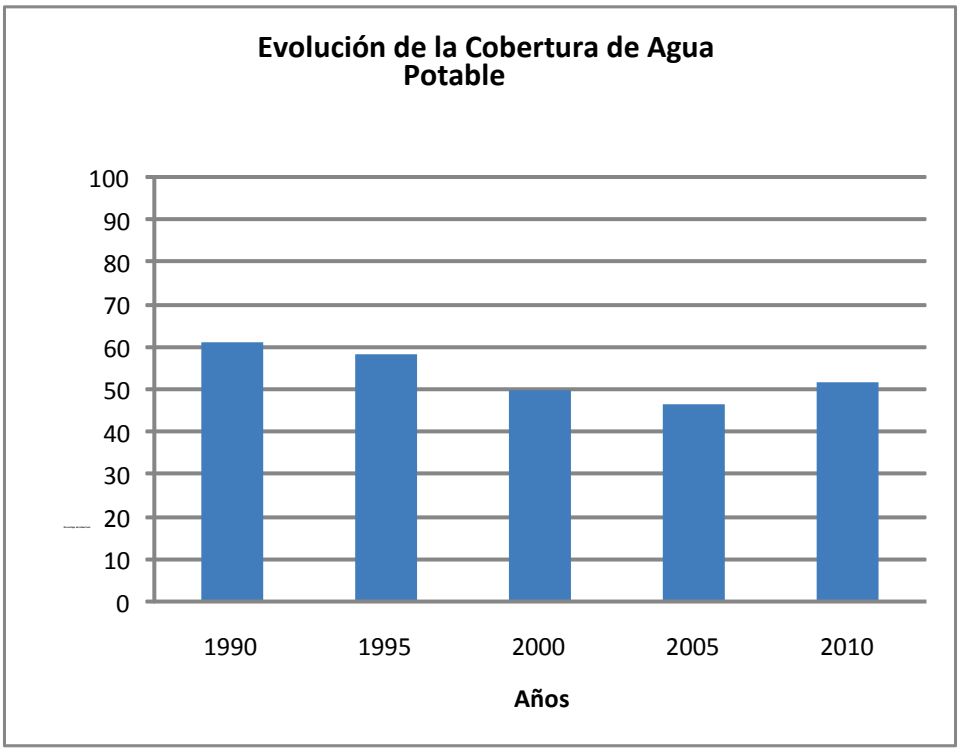
$$\frac{Total\ de\ Viviendas\ Particulares\ habitadas}{Viviendas\ que\ disponen\ del\ servicio} = \%\ de\ cobertura$$

La cobertura de servicios públicos de acuerdo a apreciaciones del Ayuntamiento, según el INAFED (2009), fue de la siguiente manera. Ver Tabla 12.

Tabla 12
Cobertura de Servicios en Ocotlán Morelos

Servicio	Cobertura (%)
Agua potable	90
Drenaje urbano	60

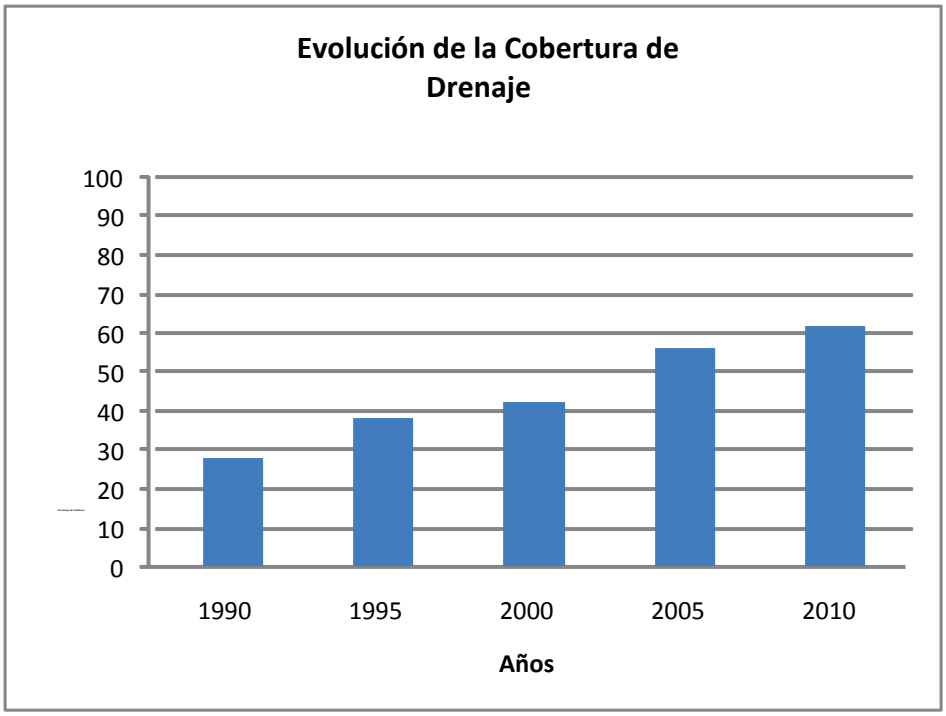
Ilustración 15
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Agua Potable en el municipio Ocotlán de Morelos



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 16

Evolución de la cobertura de Infraestructura de Drenaje en el municipio Ocotlán de Morelos



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Ficha Técnica del municipio

En este apartado se muestra un resumen de los datos más importantes para el desarrollo del presente trabajo. Ver Tabla 13.

Tabla 13

Ficha Técnica Resumen del Municipio Ocotlán de Morelos.

Concepto/ año	1990	1995	2000	2005	2010
Total de Población	15733	17180	18183	19581	21341
Total de localidades					
Total de población de localidades urbanas					
Total de localidades urbanas					
Total de población de localidades rurales					
Total de localidades rurales					
Total de Población Masculina	7539	8323	8590	9219	10208
Total de Población Femenina	8194	8857	9593	10362	11133
Total del viviendas particulares habitadas	2942	3419	4010	4564	5133
Ocupantes de VPH					
Promedio de Habitantes de VPH					
Viviendas que disponen con agua entubada	1796	1987	1991	2114	2633
Viviendas que disponen con drenaje	820	1303	1679	2544	3152
Cobertura de Agua *	61.04%	58.11%	49.65%	46.31%	51.29%
Cobertura de Drenaje *	27.87%	38.11%	41.87%	55.74%	61.40%
Cobertura de Saneamiento					

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

MUNICIPIO 068 OCOTLÁN DE MORELOS

Significado: Ocotlán significa: "Junto a, o entre los Ocotes"; se forma con las voces Ocotl, "ocote o pino" y Tlan, "lugar". Lleva el nombre de Morelos en honor a Don José Ma. Morelos y Pavón.

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

2005		
Población		19,581
Hombres	% 47	9,219
Mujeres	% 53	10,362
Población rural		5,853
Tasa de crecimiento 2000-2005		1.31 %
Edad mediana		24
Edad mediana hombres		23
Edad mediana mujeres		25
Relación hombres-mujeres		89.0
Índice de marginación		-0.2585
Grado de marginación		ALTO
2000		
Índice de desarrollo humano		0.738
Grado de desarrollo humano		MEDIO ALTO

CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

Latitud norte	16° 48'
Longitud oeste	96° 40'
Altitud (msnm)	1,500
Superficie (km2)	122.89
Clima	TEMPLADO SUBHÚMEDO
Total de localidades **	31
Localidades rurales **	30
Distrito político	OCOTLÁN
Región	VALLES
Coordinación regional	VALLES
DDR	VALLES CENTRALES
CADER	ETLA

** Localidades al mes de abril de 2007.

INFRAESTRUCTURA DE SALUD

2005	Unidades médicas	Personal médico	Población usuaria
Secretaría de Salud	1	7	6,878
IMSS	1	3	4,255
IMSS Oportunidades	0	0	2,039
ISSSTE	1	1	2,117
PEMEX	0	0	0
SEMAR	0	0	0

Servicios			
Camas	0	Consultorios	6
Quirófanos	0	Enfermeras	9

AGUA POTABLE*

Sistemas de agua potable	Tomas domiciliarias instaladas		
	Domésticas	Comerciales	Industriales
2	2,278	0	0

Localidades con red de distribución: 2

DRENAJE Y ALCANTARILLADO*

Sistemas de drenaje y alcantarillado	2
Localidades con el servicio	2

ENERGÍA ELÉCTRICA*

Localidades electrificadas	27
Habitantes beneficiados *a	18,624

*a Cifra estimada por la CFE.

*Información correspondiente al año 2005.

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN*

	(ha)
Agricultura	7,629.08
Pastizal	3,824.79
Bosque	0.00
Selva	0.00
Matorral	0.00
Otra vegetación	0.00
Vegetación secundaria	474.08
Sin vegetación	0.00
Cuerpos de agua	0.00
Área urbana	361.05

INFORMACIÓN ECONÓMICA

	Unidades económicas	Personal ocupado			
		Total	Dependiente	Dependiente remunerado	No dependiente
2003	946	2,021	1,996	546	25

EDUCACIÓN E INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

Educación 2005	Alumnos	Personal Docente	Escuelas
Inicial	0	0	0
Inicial no escolarizada	0	0	0
Especial	0	0	0
Preescolar	907	46	19
Primaria	3,059	130	22
Secundaria	1,282	61	7
Capacitación para el trabajo	87	6	2
Bachillerato	631	39	2
Profesional medio	0	0	0
Normal	0	0	0
Superior	0	0	0

	Hombres (de 6 y más años)	Mujeres
Leen y escriben	7,075	7,760
No leen y escriben	810	1,267
No especificado	6	9

Bibliotecas públicas	1
Personal ocupado	1
Libros en existencia	3,249
Obras consultadas	6,393
Usuarios	6,295

Educación indígena	Preescolar	Primaria
Alumnos inscritos	177	0
Alumnos existencias	177	0
Alumnos aprobados	177	0
Alumnos egresados	88	0
Personal docente	7	0
Escuelas	3	0

COMERCIO Y ABASTO

2005	
Tiendas DICONSA	6
Tianguis	1
Mercados	1
Rastros rurales	0
Centros receptores de productos básicos	0

PRODUCCIÓN FORESTAL

2005					Comunes	
Maderable	Total	Pino	Oyamel	Encino	Preciosas	Tropicales
Volumen(m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor(miles de $)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

No maderable	Total	Hongo Blanco	Resina	Palma real	Palma sombrero	Paléo	Mango	Heno	Flor de niño
Volumen(m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor(miles de $)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PROPIEDADES SOCIALES

2001	
Propiedades sociales	10
Superficie (ha)	9,312
Ejidatarios	1,382
Ejidatarios con parcela individual	1,382
Prop. con posesionarios	5
Posesionarios	522
Posesionarios con parcela individual	360

PRODUCCIÓN AGRICOLA 2005

PRINCIPALES CULTIVOS CÍCLICOS

	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
Calabacita	13.0	156.0	12.00
Cebolla	5.0	95.0	19.00
Chile verde	12.0	66.5	5.54
Col (repollo)	4.0	120.0	30.00
Ejote	9.0	82.0	9.11
Frijol	811.0	655.4	0.81
Garbanzo grano	152.0	103.4	0.68
Maíz grano	2,660.0	1,704.5	0.83
Tomate rojo (jitomate)	45.0	940.0	20.89
Tomate verde	7.0	74.2	10.60

PRINCIPALES CULTIVOS PERENNES

	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
Agave	25.0	120.0	60.00
Alfalfa verde	278.0	22,240.0	80.00
Caña de azúcar	1.0	60.0	60.00

DIESEL AGROPECUARIO

	Solicitudes	Productores	Litros
2003	411	410	161,852
2004	361	360	161,250
2005	338	338	153,245

DOTACIÓN DE LECHE LICONSA

Puntos de atención *	5
Niños beneficiados	1,560
Dotación anual (lts)	238,596
Importe ($)	835,086

PROGAN

	Productores	Vientres	Superficie (ha)	Monto ($)
2003	0	0	0	0
2004	0	0	0	0
2005	0	0	0	0

PROCAMPO

	Primavera-Verano			Otoño-Invierno		
	Solicitudes	Productores	Superficie (ha)	Solicitudes	Productores	Superficie (ha)
2000	3,144	812	2,745.2	101	88	45.2
2001	3,234	807	2,786.0	108	93	46.2
2002	3,267	810	2,814.7	110	96	47.2
2003	3,332	803	2,801.2	117	101	51.9
2004	3,263	788	2,747.0	118	102	52.3
2005	3,303	791	2,765.5	114	98	47.6

FAPRAC

2006	
Localidades	0
Beneficiarios	0
Superficie(ha)	0
Apoyo($)	0

ALIANZA PARA EL CAMPO

Inversión Productiva		
	Inversión (miles de $)	Beneficiarios
2004	796.05	130
2005	505.08	68

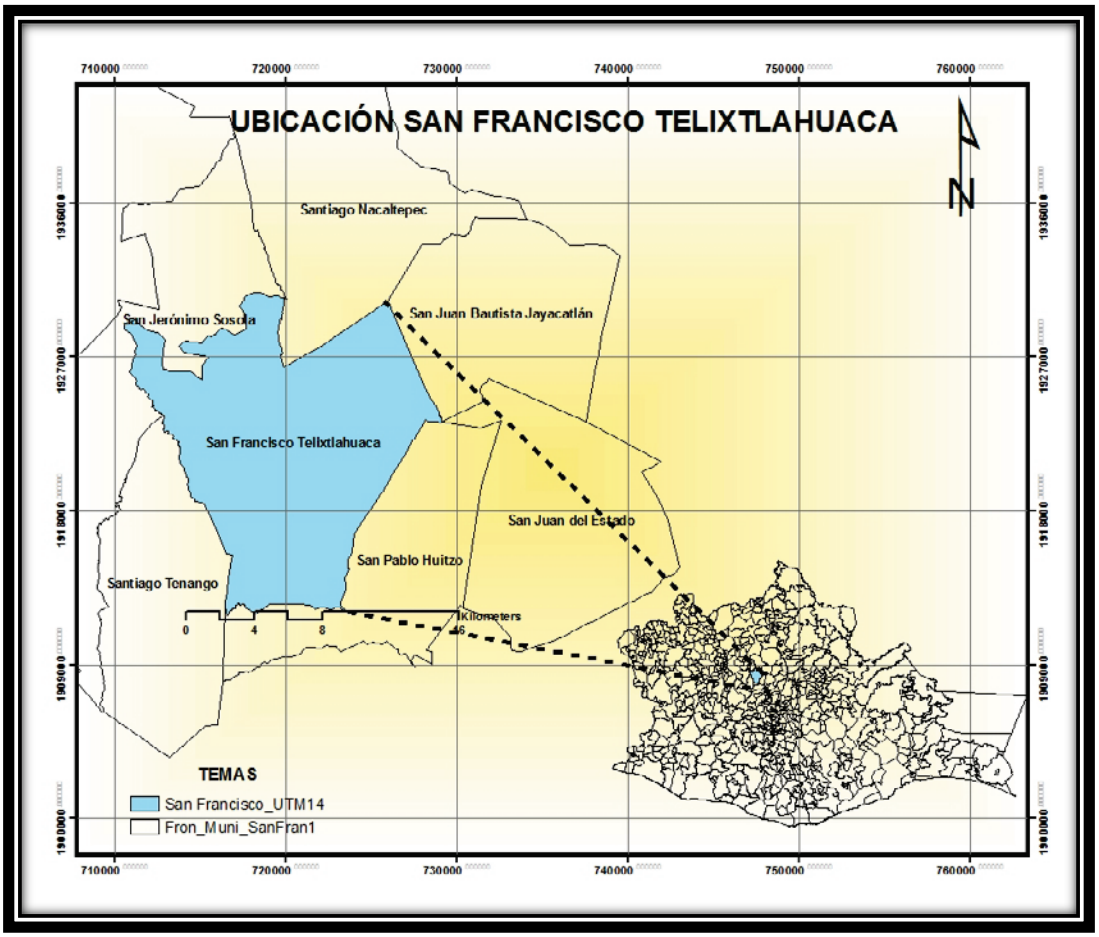
I. Datos Generales

A. Geografía física

San Francisco Telixtlahuaca se localiza en el estado de Oaxaca en las coordenadas 17° 16´ y 17° 28´ de latitud norte; los meridianos 96° 50´ y 97° 02´ de longitud oeste; altitud entre 1,400 y 2,500m.

Colinda al norte con el municipios de San Jerónimo Sosola, Santiago Nacaltepec y San Bautista Jayacatlán; al este con los municipios de de San Juan Bautista Jayacatlán, San Juan del Estado y San Pablo Huitzo; al sur con los municipios de San Pablo Huitzo y Santiago Tenango; al oeste con los municipios de Santiago Tenango y San Jerónimo Sosola. Este municipio tiene una superficie de 193.028 kilómetros cuadrados y ocupa el 0.22 % de la superficie del estado. Ver Ilustración 1.

Ilustración 2
Ubicación del Municipio San Francisco Telixtlahuaca

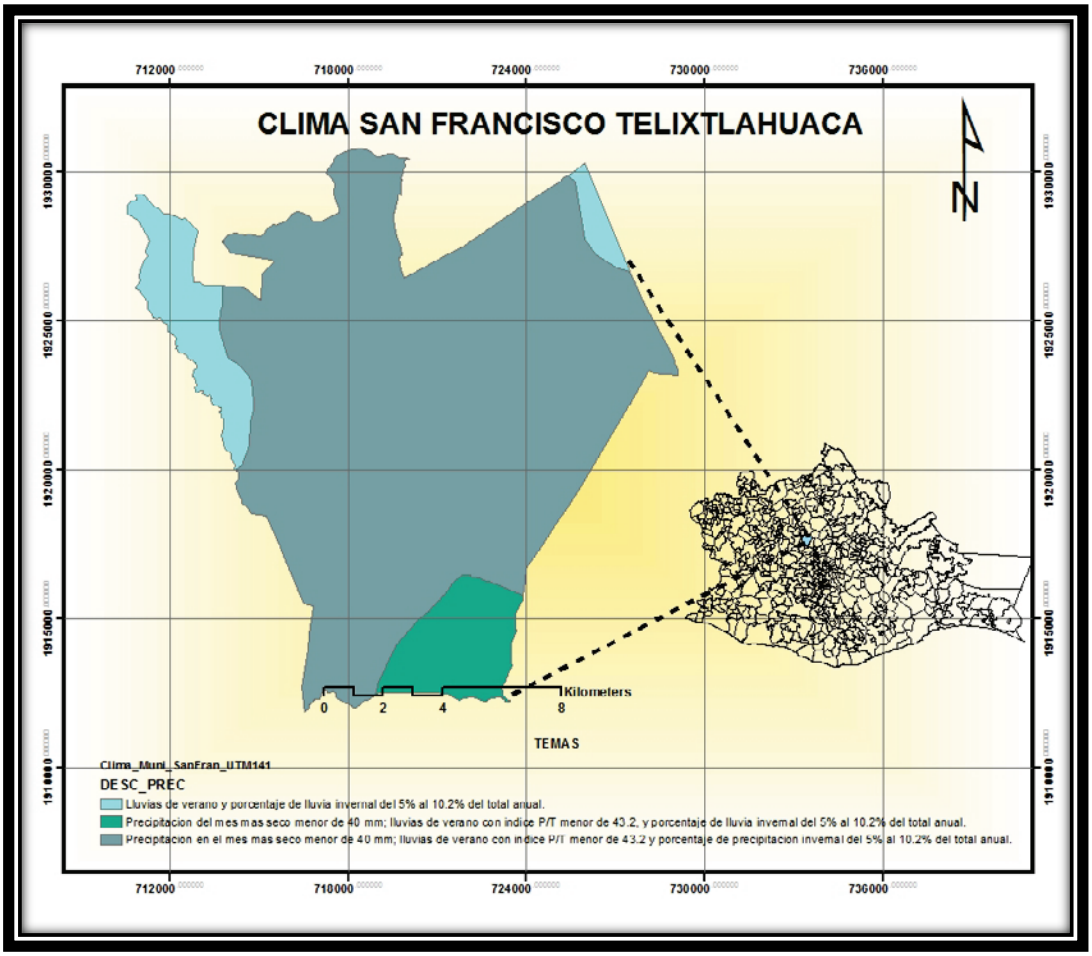


Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

1. Clima

Templado Subhúmedo que corresponde a las temporadas templadas de frío en los meses de julio a enero. En los meses de febrero a mayo se tiene un clima cálido. Ver Ilustración 2.

Ilustración 3
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca con sus principales climas



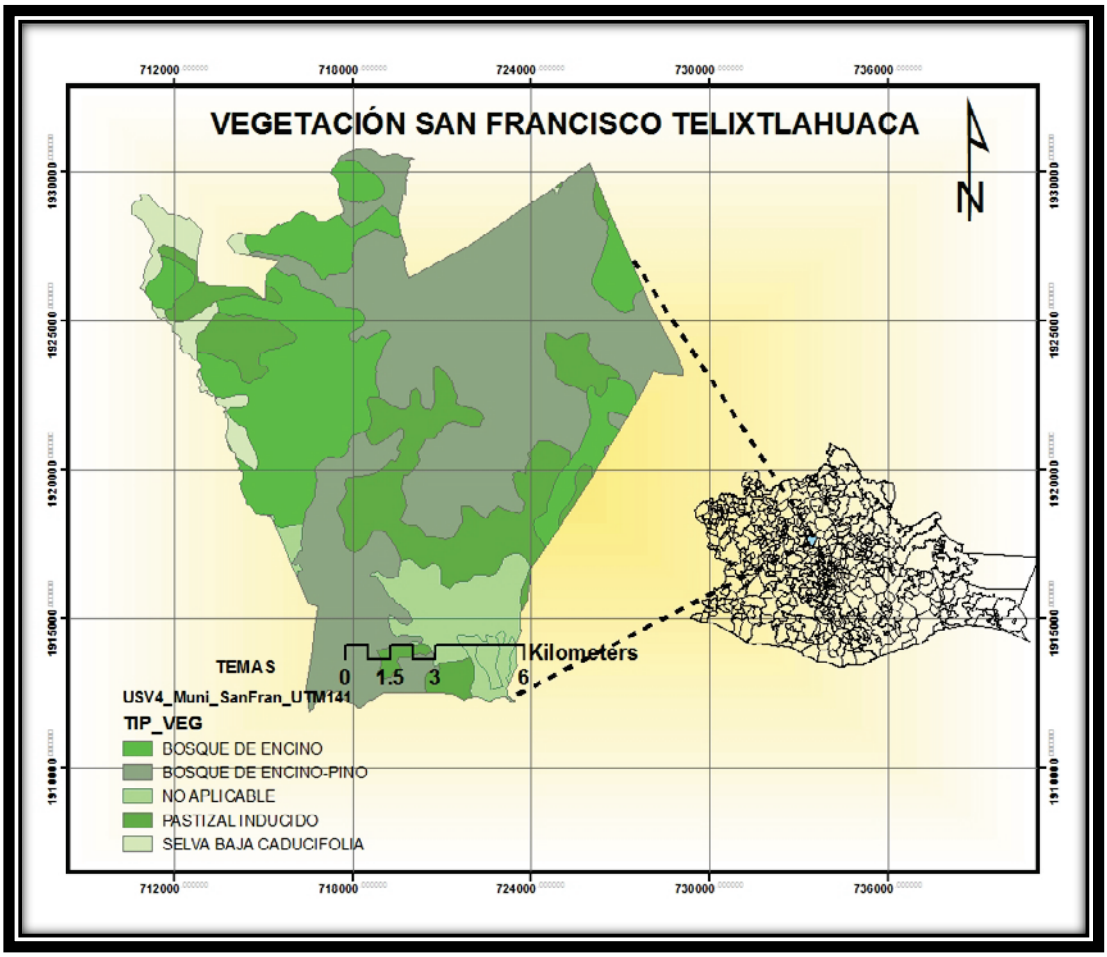
Fuente: Clima 1:250, 000, INEGI.

2. Uso de suelo y vegetación

Con base en la cartografía de INEGI a escala 1:250, 000 se determinó el uso de suelo que existe en el municipio. El uso de suelo de este municipio lo podemos resumir de la siguiente forma: Agricultura (7%) y zona urbana (1%). Su vegetación está conformada por Selva Caducifolia (3%), Bosque de Encino (23%), Bosque de Encino-Pino (48%), y Pastizal Inducido (18%). Ver Ilustración 3.

Entre las flores encontramos rosas, margaritas, geranios y lirios. Entre las plantas comestibles se encuentran quintoniles y flor de calabaza. En las plantas medicinales encontramos a hierbabuena, albacar, ruda, pericón, hierba santa y té limón. Los árboles ubicados son pino, encino, acotes, ramoncillos y enebros.

Ilustración 3
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca con sus principales Usos de Suelo y Vegetación



Fuente: Uso de Suelo y Vegetación serie IV 1:250, 000, INEGI.

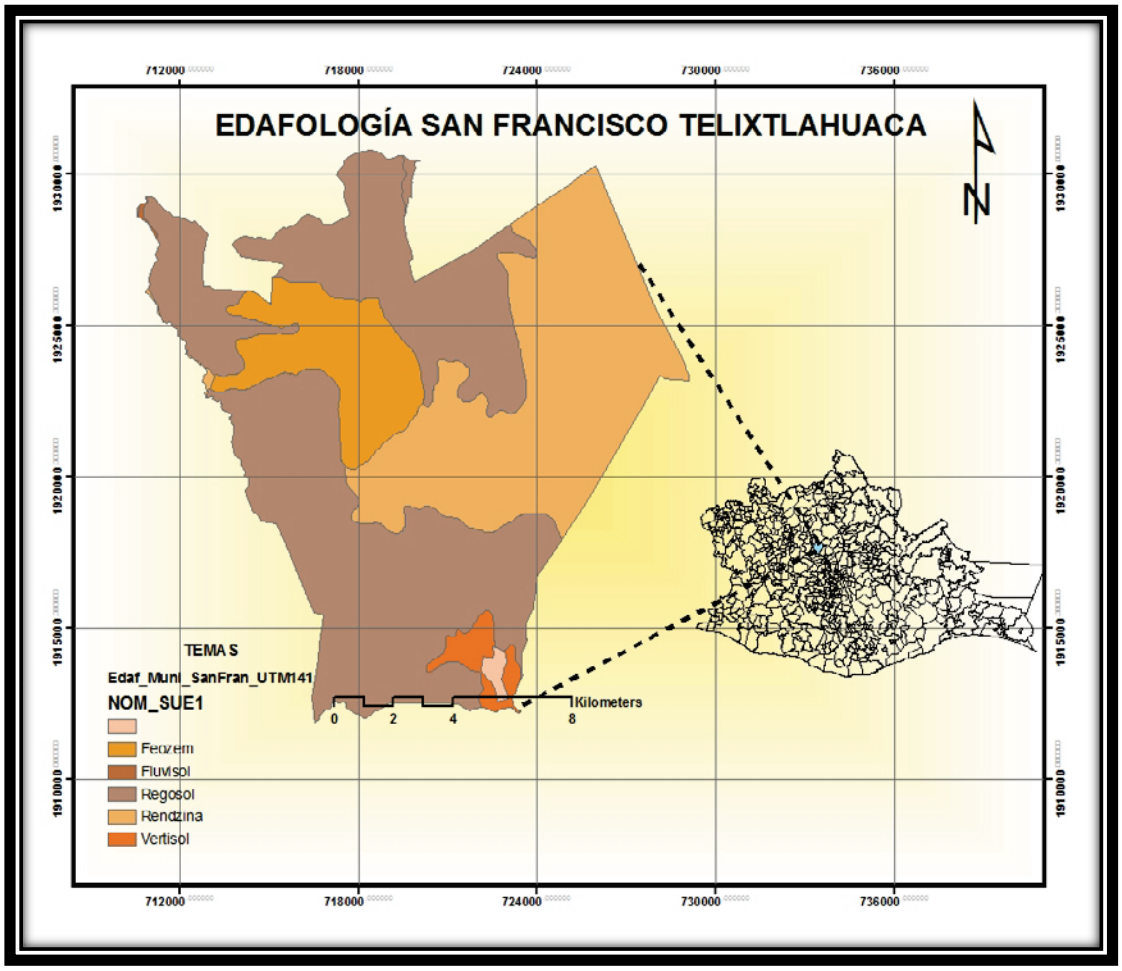
3. Edafología

El municipio presenta cinco grupos de suelos:

- Feozem, Regosol, Rendzina. Vertisol y Fluvisol. Ver Ilustración 4.

Al noroeste de esta localidad penetra a su jurisdicción una de las secciones que se desprenden de la cordillera de la Sierra Madre y que, dividiéndose en otras dos secciones, una va hacia el este, sobre la cual se encuentra situado el rancho de Calderón de la pertenencia de San Juan del Estado, y la otra sigue al sur pasando al oriente de esta misma localidad. En la cordillera de las montañas mencionadas y por la parte sur, tributan las aguas del Río Atoyac que nace en los términos de este municipio y el de Tenango pasa a 200 metros con dirección al oeste, inclinándose después hacia el suroeste.

Ilustración 4
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca con sus principales suelos

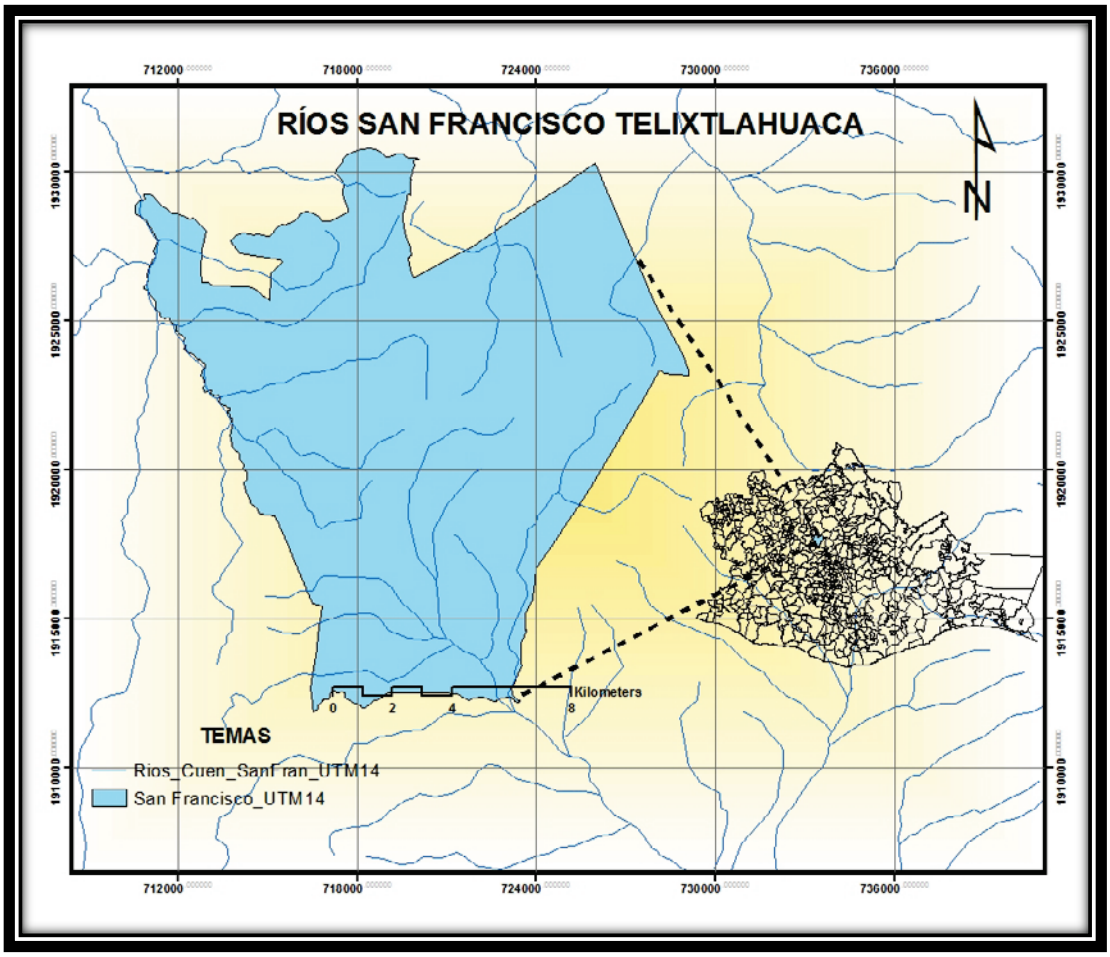


Fuente: Edafología 1:250, 000, INEGI.

4. Hidrografía

Sus recursos hidrográficos son el Río Seco y el Río Nariz, que desembocan en el Río Atoyac, sin embargo, la superficie del Municipio es delimitada por la cuenca del Río Papaloapan. Ver Ilustración 5.

Ilustración 5
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca con sus principales rasgos hidrográficos



Fuente: Hidrología 1:250, 000, INEGI.

4.1 Hidrología de la cuenca de aportación a San Francisco Telixtlahuaca.

El municipio pertenece a la región hidrológica RH20 Costa Chica Río Verde, a la cuenca Río Atoyac y a la subcuenca Río Atoyac-Oaxaca de Juárez. La subcuenca del Río Atoyac-Oaxaca de Juárez representa el 14.83% de la superficie en la región hidrológica Costa Chica de Guerrero y el 11.84% del territorio de la cuenca Río Atoyac. En la Ilustración 6 se observa la cuenca del Río Atoyac y en la tabla 1 se tiene la información de la cuenca.

Ilustración 6
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca con sus Cuencas de Aportación

Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI.

Tabla 1.
Características de la cuenca Río Atoyac

CUENCA	CLAVE	RH	SUBCUENCA	SUBCUENCA	Área Km2	PORCENTAJE
RÍO ATOYAC	RH18	BALSAS	L. Totolzingo	h	5019.72	0.10081
			Río Zahuapan	i	1561.54	0.03136
			Río Atoyac -San Martín Texmelucan	d	1962.33	0.03941
			Río Atoyac-Balcón del Diablo	b	4088.49	0.08211
			Río Alceseca	j	238.54	0.00479
			Río Nexapa	e	4416.31	0.08869
			P. Miguel Avila Camacho	c	176.2	0.00354
			Río Atoyac-Tehuitzingo	a	2809.06	0.05641
			Río Acatlán	g	3446.76	0.06922
			Río Mixteco	f	7718.98	0.15502
	RH20	COSTA CHICA-RÍO VERDE	Río Sordo	d	5584.82	0.11216
			Río Atoyac-Oaxaca de Juárez	c	5897.78	0.11844
			Río Yolatepec	e	2246.43	0.04511
			Río Atoyac-San Pedro Juchatengo	b	2959.13	0.05943
			Río Atoyac-Paso de la Reina	a	1668.06	0.0335

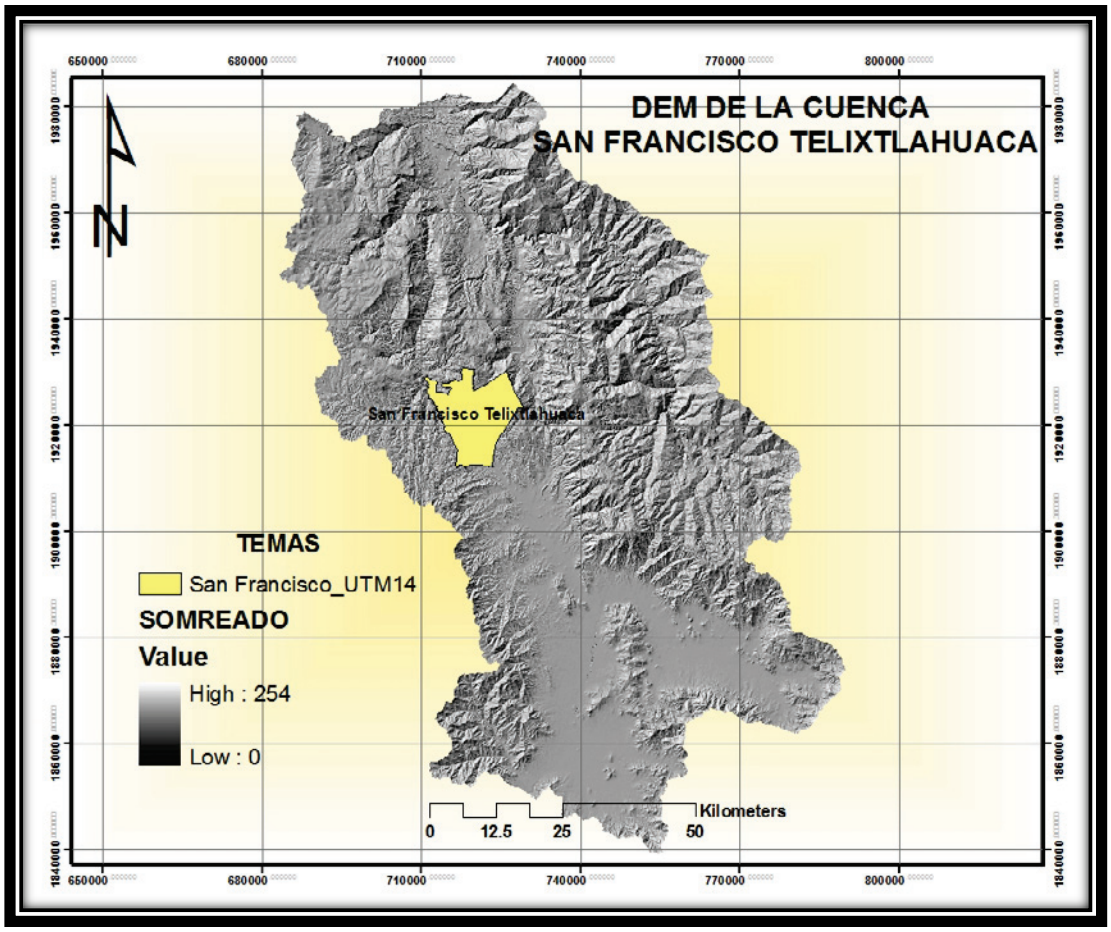
Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI

4.2 Características fisiográficas de la Cuenca de aportación a San Francisco Telixtlahuaca.

A partir del Modelo Digital de Elevaciones extraído del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI, se definió la delineación de la cuenca con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 con la extensión Hydrologic Model System, HMS, obteniendo un área 8454 Km^2, y un perímetro de 742880 m.

- Área de la Cuenca: 8454 Km^2
- Perímetro de la Cuenca: 742880 m
- Pendiente media de la cuenca**: 33**.41% clasificada como Fuertemente. Ver Ilustración 7.

Ilustración 7
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros con su Modelo de Elevación Digital de la Cuenca



Fuente: Modelo de Elevación Digital, INEGI.

4.3 Análisis Climatológico en la cuenca que drena a San Francisco Telixtlahuaca.

Para un buen análisis de este parámetro es de importancia la distribución espacial y temporal de los registros de datos que se tengan, así como la continuidad del periodo.

La información climatológica existente se trata de registros históricos con datos de precipitación pluvial, temperaturas (mínima, media y máxima), evaporación,

dirección dominante del viento y otros fenómenos meteorológicos como granizo y neblina. Ver Tabla 2.

Tabla 2
Datos Climatológicos medios (temperatura y lluvia) en el Municipio de San Francisco Telixtlahuaca

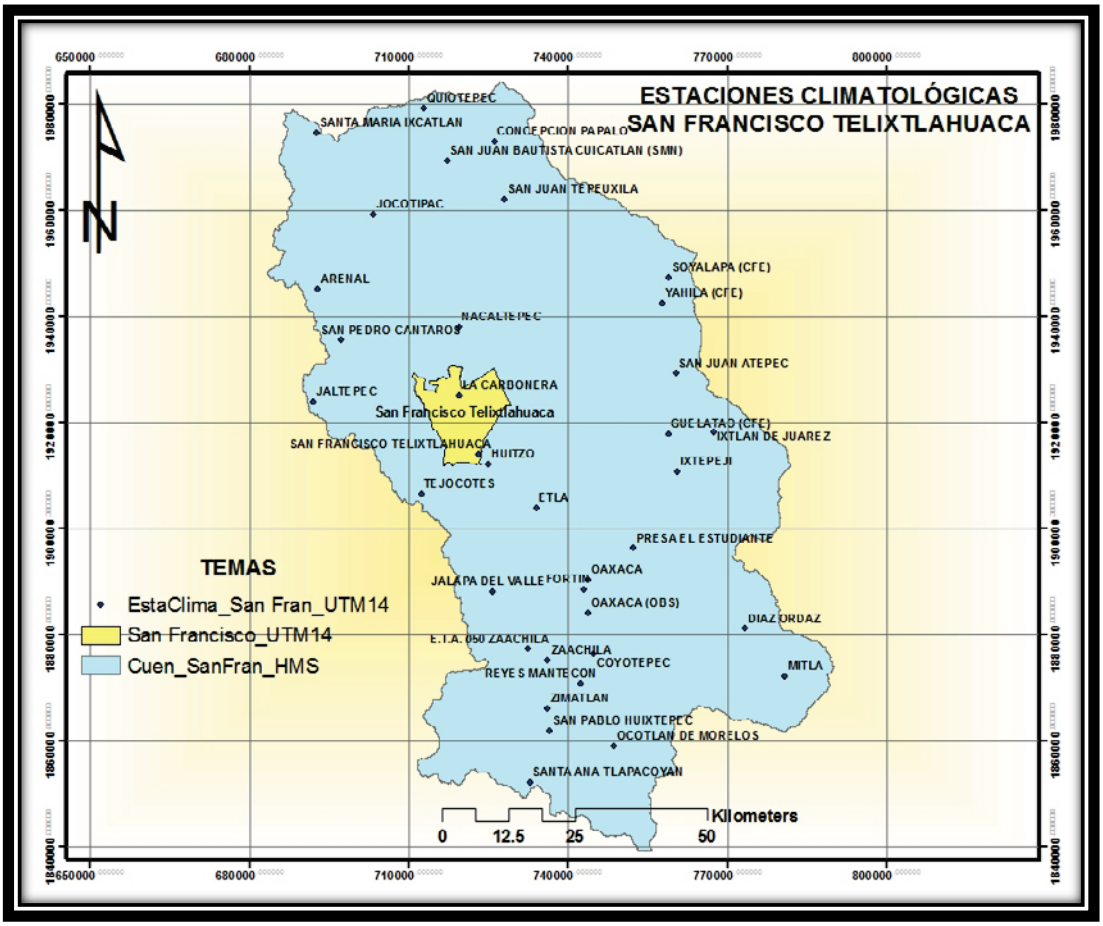
Nombre	San Francisco Telixtlahuaca		
Clave de la Localidad	201500001		
Clave climática	(A)C(w0)(w)		
Propiedad	**Valor**	**Propiedad**	**Valor**
Temp. Media Enero °C	15.8	Lluvia Media Enero mm	4
Temp. Media Febrero °C	17.4	Lluvia Media Febrero mm	7
Temp. Media Marzo °C	19.4	Lluvia Media Marzo mm	9
Temp. Media Abril °C	20.6	Lluvia Media Abril mm	30
Temp. Media Mayo °C	21	Lluvia Media Mayo mm	83
Temp. Media Junio °C	20.1	Lluvia Media Junio mm	160
Temp. Media Julio °C	19.1	Lluvia Media Julio mm	134
Temp. Media Agosto °C	19.2	Lluvia Media Agosto mm	127
Temp. Media Septiembre °C	19.1	Lluvia Media Septiembre mm	139
Temp. Media Octubre °C	18.2	Lluvia Media Octubre mm	41
Temp. Media Noviembre °C	16.9	Lluvia Media Noviembre mm	12
Temp. Media Diciembre °C	16.1	Lluvia Media Diciembre mm	4

Fuente: (INEGI, 2010)

Los datos de precipitación corresponden a valores registrados cada 24h por una red de pluviómetros. Se procesaron estadísticamente y se obtuvo la precipitación media mensual en la cuenca de aportación.

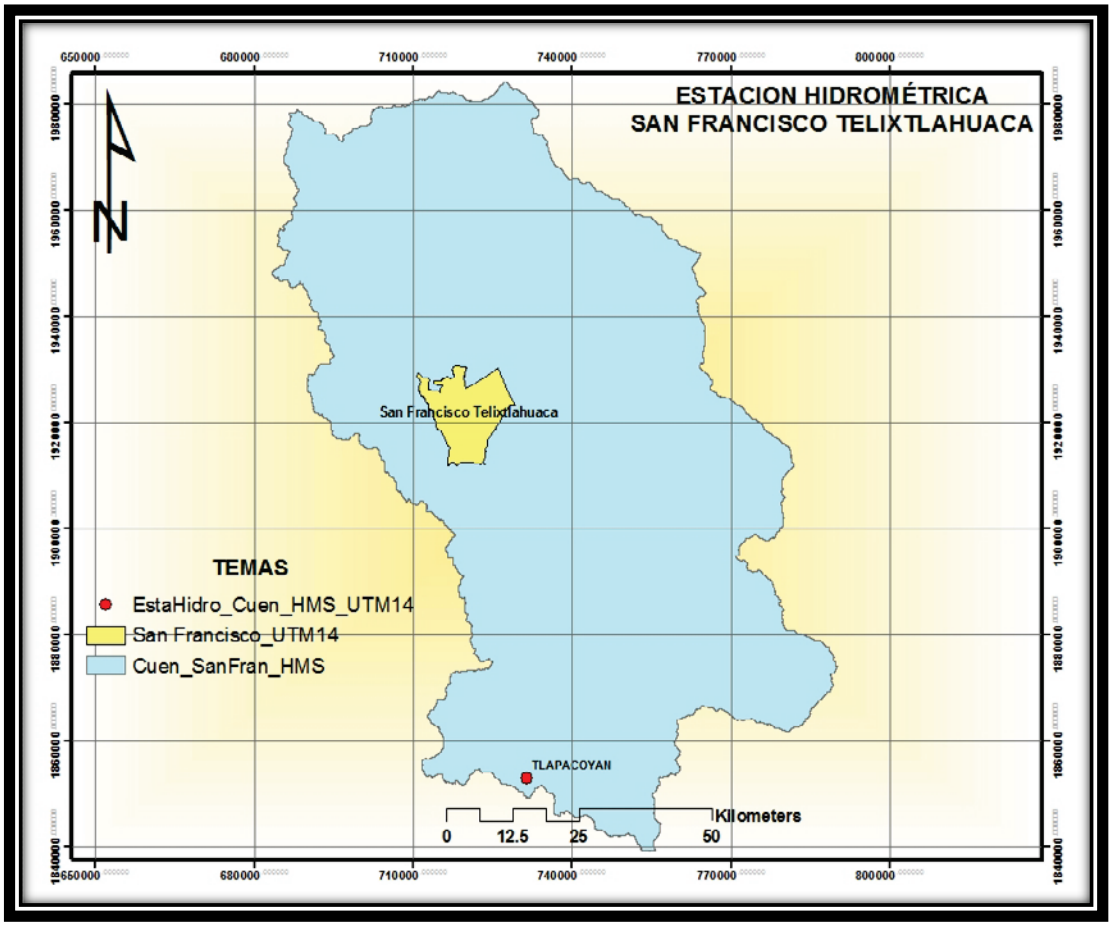
En la zona de estudio se localizaron 35 estaciones climatológicas y una estación hidrométrica, las cuales se distribuyen espacialmente en la zona de estudio. Ver Ilustraciones 8 y 9.

Ilustración 8
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca Estaciones Climatológicas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Climatológicas, 1:250, 000, INEGI

Ilustración 9
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca Estación Hidrométrica de la Cuenca



Fuente: Estaciones hidrométrica, 1:250, 000, INEGI

En las tablas 3 y 4 se muestran los datos de las estaciones climatológicas e Hidrométrica presentes en el área de la cuenca.

Tabla 3
Estaciones climatológicas de la cuenca

Clave	Nombre	Estado	Altura	Latitud	Longitud
20004	SAN JUAN ATEPEC	**OAXACA**	2000	17.4331	-96.5497
20020	CONCEPCION PAPALO		2200	17.8331	-96.8667
20022	COYOTEPEC		1520	16.9567	-96.7006
20025	SAN JUAN BAUTISTA CUICATLAN (SMN)		620	17.8000	-96.9500
20034	ETLA		1660	17.2072	-96.7997
20040	IXTEPEJI		1880	17.2667	-96.5497
20041	IXTLAN DE JUAREZ		2030	17.3331	-96.4831
20044	JALAPA DEL VALLE		1720	17.0658	-96.8783
20049	JOCOTIPAC		2040	17.7100	-97.0831
20073	NACALTEPEC		1900	17.5167	-96.9331
20079	OAXACA		1555	17.0831	-96.7097
20080	OCOTLAN DE MORELOS		1500	16.8000	-96.6667
20096	QUIOTEPEC		560	17.8900	-96.9906
20121	SAN PEDRO CANTAROS		2260	17.4961	-97.1422
20129	SANTA MARIA IXCATLAN		1960	17.8500	-97.1831
20150	TEJOCOTES		2260	17.2322	-97.0022
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA		1700	17.3000	-96.9000
20158	SAN JUAN TEPEUXILA		2100	17.7331	-96.8497
20198	YAHILA (CFE)		1740	17.5531	-96.5725
20202	SANTA ANA TLAPACOYAN		1460	16.7397	-96.8167
20209	ZIMATLAN		1500	16.8650	-96.7844
20242	ARENAL		2320	17.5831	-97.1831
20243	E.T.A. 050 ZAACHILA		1520	16.9667	-96.8167
20245	JALTEPEC		2190	17.3922	-97.1919
20266	SAN PABLO HUIXTEPEC		1480	16.8269	-96.7806
20271	LA CARBONERA		2240	17.3997	-96.9331
20279	SOYALAPA (CFE)		850	17.5969	-96.5606
20280	GUELATAO (CFE)		1450	17.3303	-96.5642
20329	FORTIN		1564	17.0667	-96.7167
20354	ZAACHILA		1490	16.9478	-96.7822
20364	HUITZO		1700	17.2831	-96.8831
20366	MITLA		1680	16.9153	-96.3644
20367	PRESA EL ESTUDIANTE		1580	17.1364	-96.6281
20383	REYES MANTECON		1500	16.9069	-96.7256
20507	DIAZ ORDAZ		1700	16.9972	-96.4325

Fuente: Estaciones Climatológicas 1:250, 000, INEGI

Tabla 4
Estación hidrométrica de la cuenca

Num	Nombre	Edo	R_H	Cuenca	Corriente	Altitud	Latitud	Longitud
443	TLAPACOYAN	OAXACA	20	RIO ATOYAC	RIO Atoyac	1465	16.7461	-96.8294

Fuente: Estaciones Hidrométricas 1:250, 000, INEGI

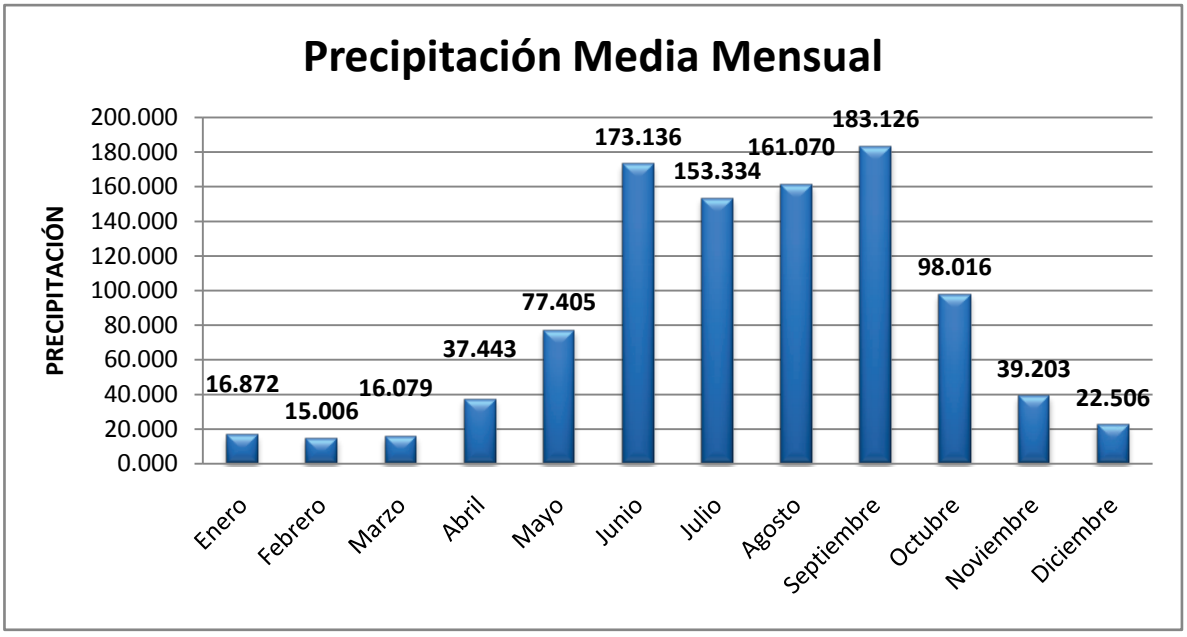
4.4. Comportamiento de las lluvias en la cuenca

A partir de los datos de precipitación tomados de la base de datos CLICOM 2008 del Servicio Meteorológico Nacional, acumulada por mes, se determinó el comportamiento de la distribución temporal de la precipitación pluvial a lo largo del año en la zona de estudio.

En la Ilustración 10 se puede apreciar que la época de lluvias se delimita entre los meses de junio a septiembre. Se concluye también que el mes más lluvioso es septiembre, con un valor del 183 mm; le sigue el mes de junio con 173 (mm).

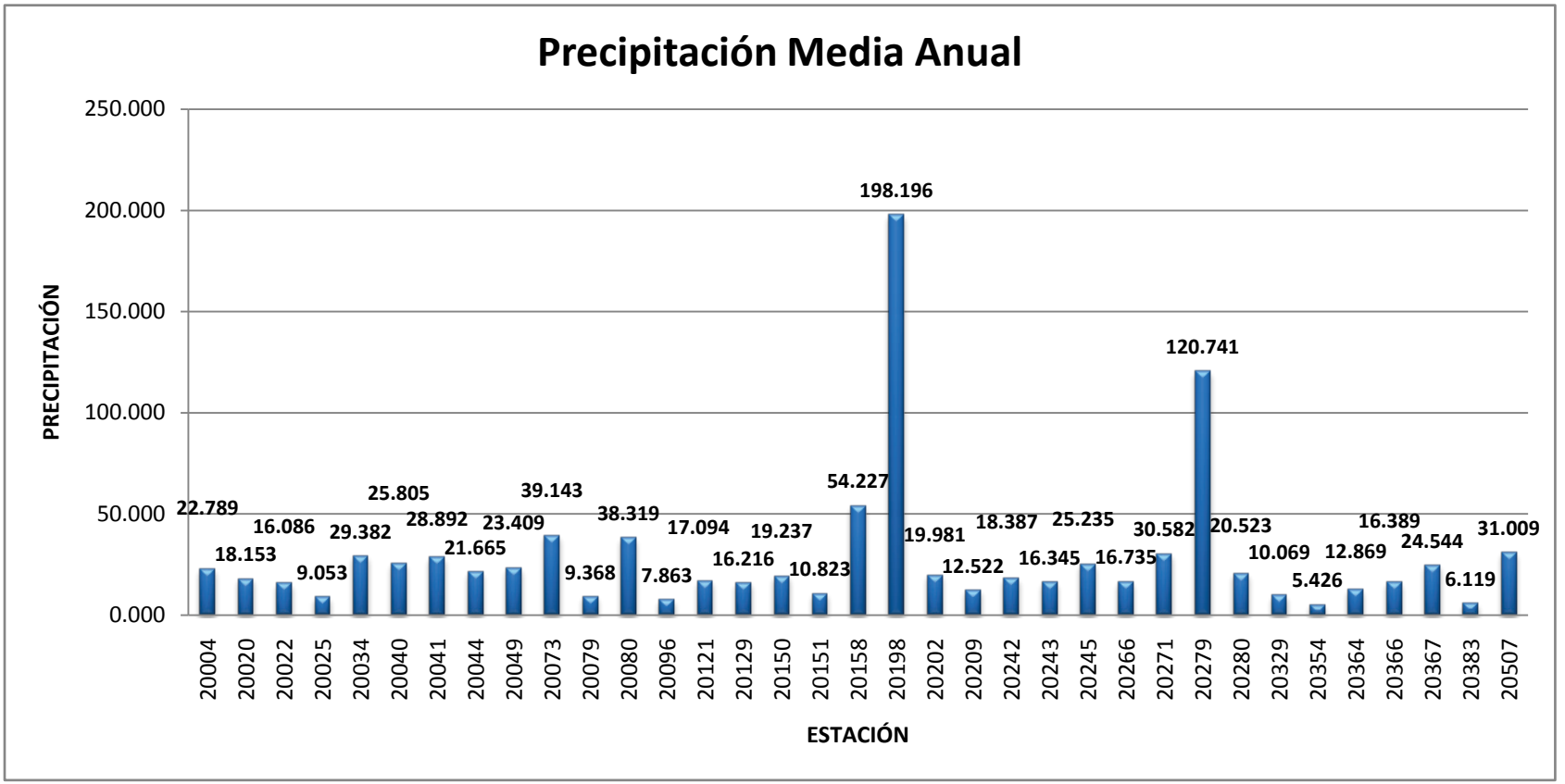
Ilustración 10

Gráfica de la precipitación Media Mensual del Municipio San Francisco Telixtlahuaca



Con respecto a la precipitación anual por estación se observa en la Ilustración 11 que la estación 20198 presenta el valor más alto con 198. (mm), y enseguida la estación 20279, con un valor de 120. (mm).

Ilustración 11
Gráfica de la precipitación Media Anual del Municipio San Francisco Telixtlahuaca



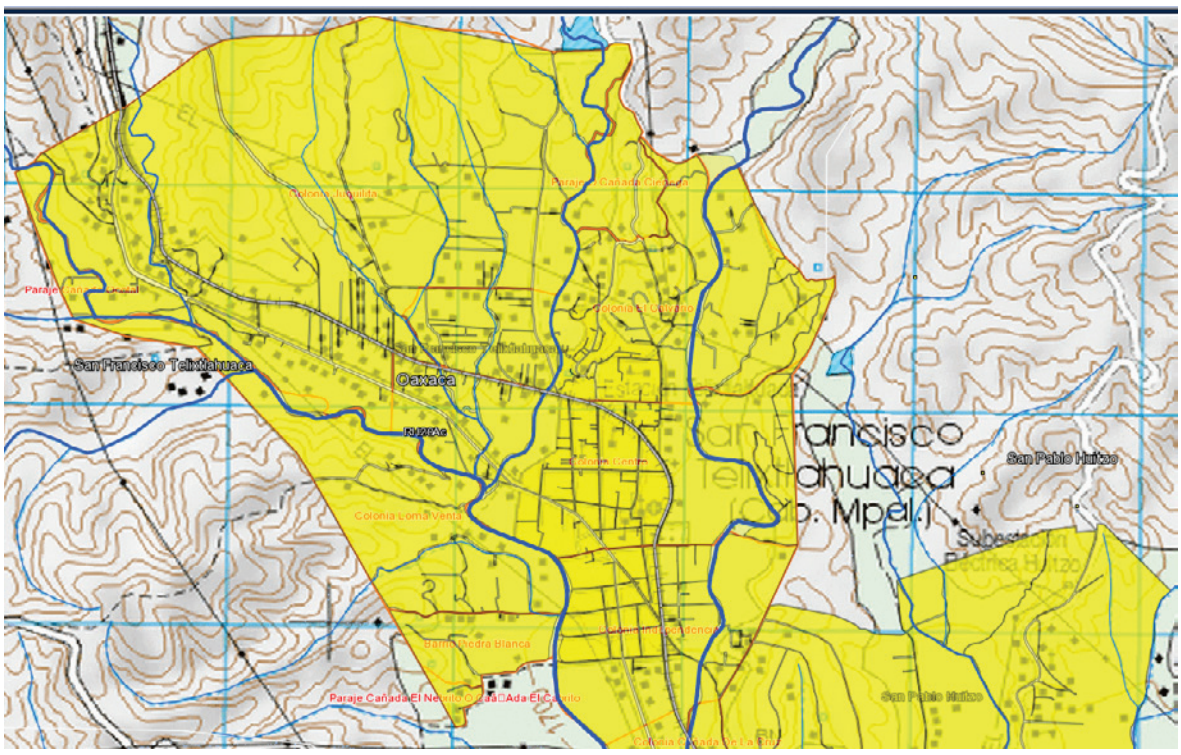
5. Uso potencial de la tierra y zona urbana

Zona Rural

El municipio tiene las siguientes posibilidades de uso de suelo:

Para la agricultura mecanizada continua es de 1.39% mientras que el suelo no apto para la agricultura es de33.53%. Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (1.39%), para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (62.81%), no apta para uso pecuario (6.64%).La zona urbana está ubicada sobre roca metamórfica, en lomerío con llanuras y sierra baja compleja con cañadas; sobre área donde originalmente había suelo Leptosol; tiene clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y está creciendo sobre terreno previamente ocupado por agricultura y pastizal. Ver Ilustración 12.

Ilustración 12
Mapa del Municipio San Francisco Telixtlahuaca con sus Principales Rasgos Hidrográficos



Fuente: (INEGI, 2010)

II. Datos Poblacionales

A. Perfil Socio-demográfico

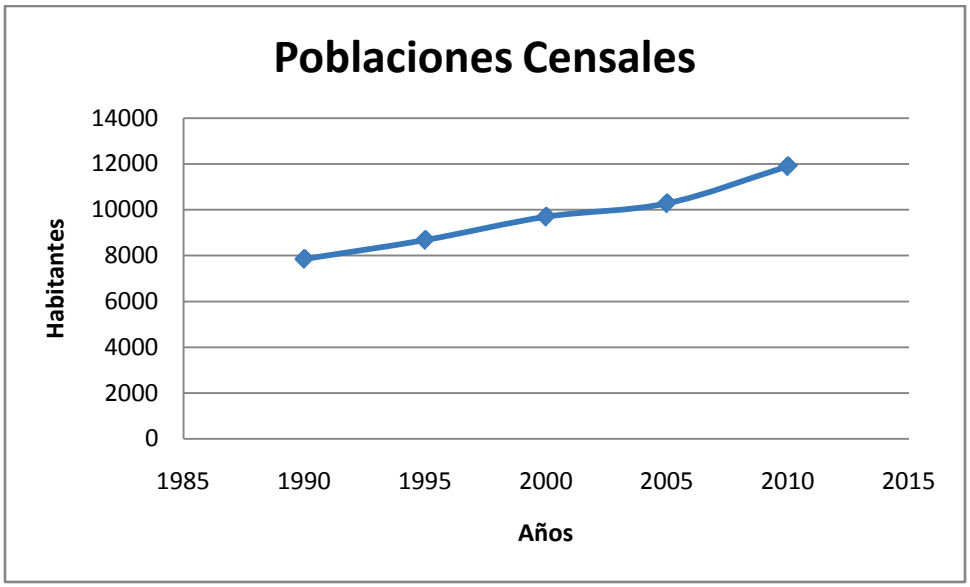
Este municipio presentó el siguiente crecimiento poblacional según los datos censales y conteos poblacionales que INEGI realizó en 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Ver Tablas 5 y 6 e Ilustraciones 13 y 14.

Tabla 5
Datos de Población de los diferentes censos y conteos poblaciones, INEGI.

1990	1995	2000	2005	2010
7, 854	8, 681	9, 694	10, 278	11, 893

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 13
Gráfica del crecimiento poblacional del Municipio San Francisco Telixtlahuaca



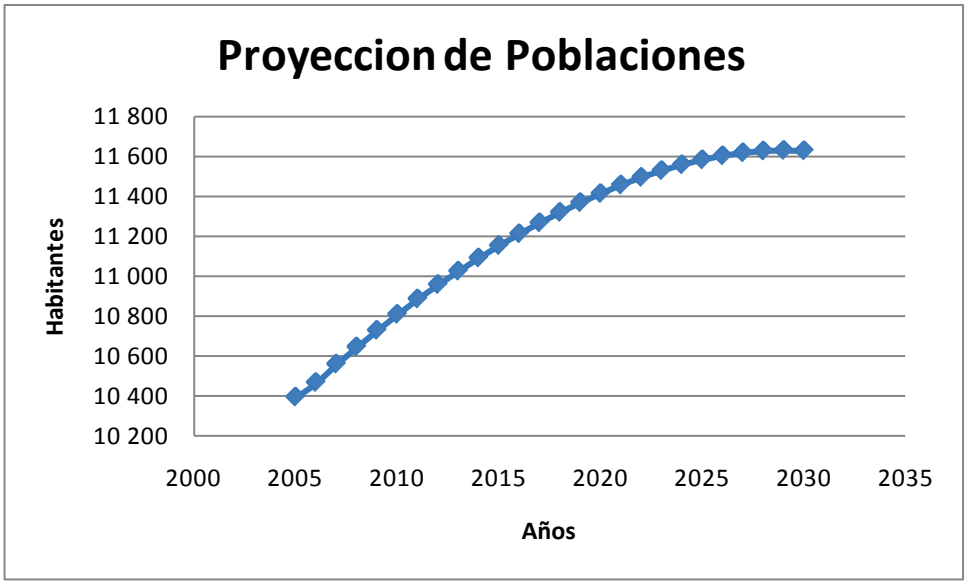
Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Tabla 6
Proyecciones de la Población en el municipio El Carmen, según la CONAPO

Año	Población	Año	Población
2005	10 393	**2018**	11 317
2006	10 466	**2019**	11 366
2007	10 558	**2020**	11 411
2008	10 644	**2021**	11 454
2009	10 727	**2022**	11 492
2010	10 807	**2023**	11 526
2011	10 884	**2024**	11 555
2012	10 956	**2025**	11 580
2013	11 023	**2026**	11 600
2014	11 089	**2027**	11 615
2015	11 151	**2028**	11 624
2016	11 210	**2029**	11 627
2017	11 265	**2030**	11 625

Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

Ilustración 14
Gráfica de las proyecciones de crecimiento poblacional según la CONAPO



Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

B. Grado de Marginación[5]

En esta sección se presentarán indicadores socio–económicos, índices, grado de marginación y el lugar que ocupa el municipio en el contexto nacional y estatal. La información es tomada del índice de marginación por entidad federativa publicado por CONAPO en 2010. Ver Tablas 7 y 8.

Tabla 7
Indicadores de socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal en el municipio de san Francisco Telixtlahuaca

Concepto	Valor
Clave de la entidad federativa	20
Clave del municipio	150
Municipio	San Francisco Telixtlahuaca
Población total	11 893
% Población de 15 años o más analfabeta	7.14
% Población de 15 años o más sin primaria completa	21.32
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	3.17
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.00
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	18.95
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	48.46
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	13.61
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	10.72
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	40.18
Índice de marginación	-0.78125
Grado de marginación	Bajo
Índice de marginación escala 0 a 100	18.845
Lugar que ocupa en el contexto estatal	537

Fuente: (CONAPO, 2010)

[5] El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Tabla 8
Indicadores de socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal en el municipio de San Francisco Telixtlahuaca

Municipio	San Francisco Telixtlahuaca
Población total	10 278
Grado de marginación	Bajo
Índice de marginación	18.845

Fuente: (CONAPO, 2010)

C. Grupos Étnicos

La composición indígena en San Francisco Telixtlahuaca correspondió en el año 2010 al 3.4% de la población en hogares censales. Ver Tabla 9.

Tabla 9
Datos de Población hablante de lengua Indígena, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	-	57	91	68	142
Población en hogares censales indígenas	-	-	-	139	405

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

D. Educación

El Grado Promedio de Escolaridad de la población de San Francisco Telixtlahuaca, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010) es de 8.21 años. La población de 15 años y más analfabeta fue de 575 personas (5.28%), mientras que la población de 15 años y más sin escolaridad de 402 (3.91%) habitantes.

El municipio cuenta con nueve escuelas a nivel preescolar, 13 escuelas primarias, cuatro secundarias, una escuela a nivel bachillerato y una escuela de educación especial.[6]

[6] GEO-SAGARPA (s/f) Municipio 150 Francisco Telixtlahuaca en Tarjetas Municipales de Información Estadística Básica del Estado de Oaxaca. Tomo 1. Gobierno del Estado de Oaxaca-Oficina Estatal de

E. Salud

La atención médica se proporciona a través de cuatro unidades médicas, una del ISSSTE, una del IMSS-OPORTUNIDADES y dos de la S.S.A., además cuenta con dos Casas de Salud, dos laboratorios, y 10 Consultorios particulares[7]. La población no derechohabiente de servicios de salud en 2010 correspondió a 4, 901 habitantes, es decir el 41% de los habitantes.

F. Hogares

Tabla 10
Datos de Hogares con jefatura femenina, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hogares censales con jefatura femenina	-	-	376	465	672
Hogares censales con jefatura masculina	-	-	1517	1789	2062
Total de Hogares	-	-	1893	2254	2734
Población en hogares censales con jefatura femenina	-	-	1642	1745	2592
Población en hogares censales con jefatura masculina	-	-	8041	8453	9289
Población en hogares censales	-	-	9683	10198	11881

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

En el año 2000, el 19.8% de hogares censados estaba a cargo de la jefatura femenina, en el 2005, representó el 20.6% y en el año 2010 el 24.5%. Ello significó que en el 2000, el 17% de la población de San Francisco Telixtlahuaca habitaba en un hogar con jefatura femenina; el 17% en 2005 y el 21.8% en año 2010. Ver Tabla 10.

Información para el Desarrollo Rural Sustentable- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [En Línea], Disponible en: http://www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/fichas/tomoI/distrito11.pdf

[7] INAFED (2009) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Oaxaca, San Francisco Telixtlahuaca. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Oaxaca. [En Línea], Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20150a.htm.

G. Actividades Económicas

Las principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería y avicultura, la explotación forestal y minera, así como actividades industriales. En el municipio se produce maíz y frijol, se cría ganado vacuno y aves de corral, se explotan recursos maderables y grafito y también se elaboran mezcal y tejidos de ixtle y palma.[8]

La Población Económicamente Activa (PEA) en el año 2000 correspondió a 2, 809 personas, de las cuales, el 39% se encontraban ocupadas en el sector terciario. Ver Tabla 11. En el año 2010, la PEA en San Francisco Telixtlahuaca ascendió a 4, 349 habitantes.

Tabla 11
PEA por sector en porcentaje

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	20
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	38
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	39
Otros	3

Fuente: (INAFED, 2009)

H. Coberturas*

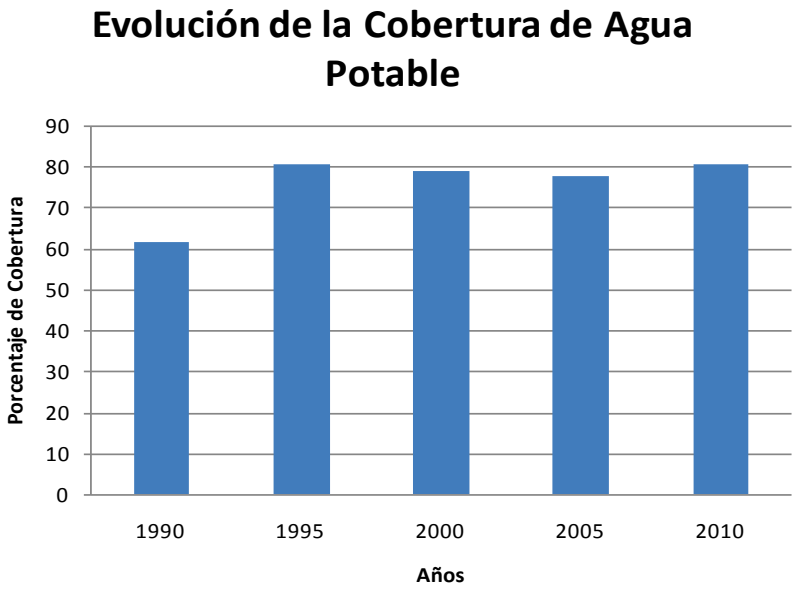
La cobertura de servicios públicos, de acuerdo a apreciaciones del H. Ayuntamiento de San Francisco Telixtlahuaca, es de 81% en agua potable, y 51% en drenaje[9]. Ver Ilustraciones 15 y 16.

* Dato calculado con la relación

$$\frac{Total\ de\ Viviendas\ Particulares\ habitadas}{Viviendas\ que\ disponen\ del\ servicio} = \%\ de\ cobertura$$

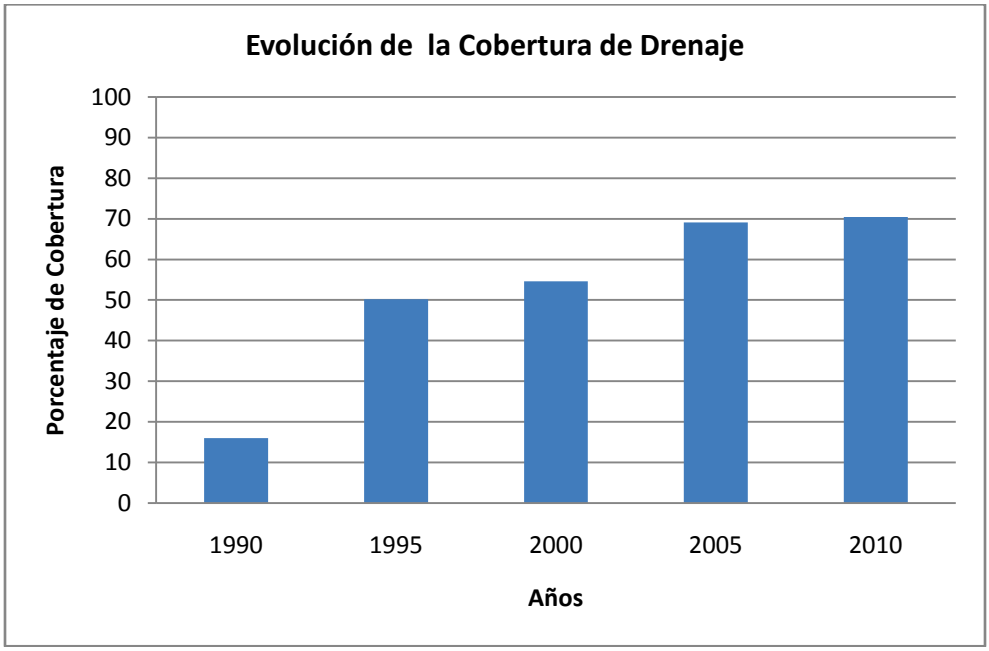
[8] Ibíd.
[9] Ibíd.

Ilustración 15
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Agua Potable en el municipio San Francisco Telixtlahuaca



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 16
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Drenaje en el municipio San Francisco Telixtlahuaca



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Ficha Técnica del Municipio

Tabla 12
Ficha Técnica Resumen del Municipio el Carmen Tequexquitla

Concepto/ año	1990	1995	2000	2005	2010
Total de Población	7854	8681	9694	10278	11893
Total de localidades					
Total de población de localidades urbanas					
Total de localidades urbanas					
Total de población de localidades rurales					
Total de localidades rurales					
Total de Población Masculina	3826	4147	4653	4954	5694
Total de Población Femenina	4028	4534	5041	5324	6199
Total del viviendas particulares habitadas	1414	1601	1893	2252	2734
Ocupantes de VPH					
Promedio de Habitantes de VPH					
Viviendas que disponen con agua entubada	871	1292	1496	1745	2198
Viviendas que disponen con drenaje	226	803	1034	1556	1927
Cobertura de Agua *	61.59%	80.69%	79.02%	77.48%	80.39%
Cobertura de Drenaje *	15.98%	50.19%	54.62%	69.09%	70.48%
Cobertura de Saneamiento					

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Datos Generales

A. Geografía física

Zimatlán de Álvarez se localiza en el estado de Oaxaca en las coordenadas 16° 34´ y 16° 57´de latitud norte; los meridianos 96° 45´ y 97° 13´ de longitud oeste; altitud entre 1,400 y 3,100m.

El municipio de Zimatlán de Álvarez geográficamente está dividido en cuatro áreas: La parte principal colinda al norte con los municipios de Santa Inés del Monte Zaachila; al este con los municipios de Ciénega de Zimatlán, Santa Catarina Quiané y Santa Ana Zegache; al sur con el municipio de San Pedro Huixtepec; al oeste con los municipios de San Bernardo Mixtepec, Magdalena Mixtepec y Santa Inés del Monte.

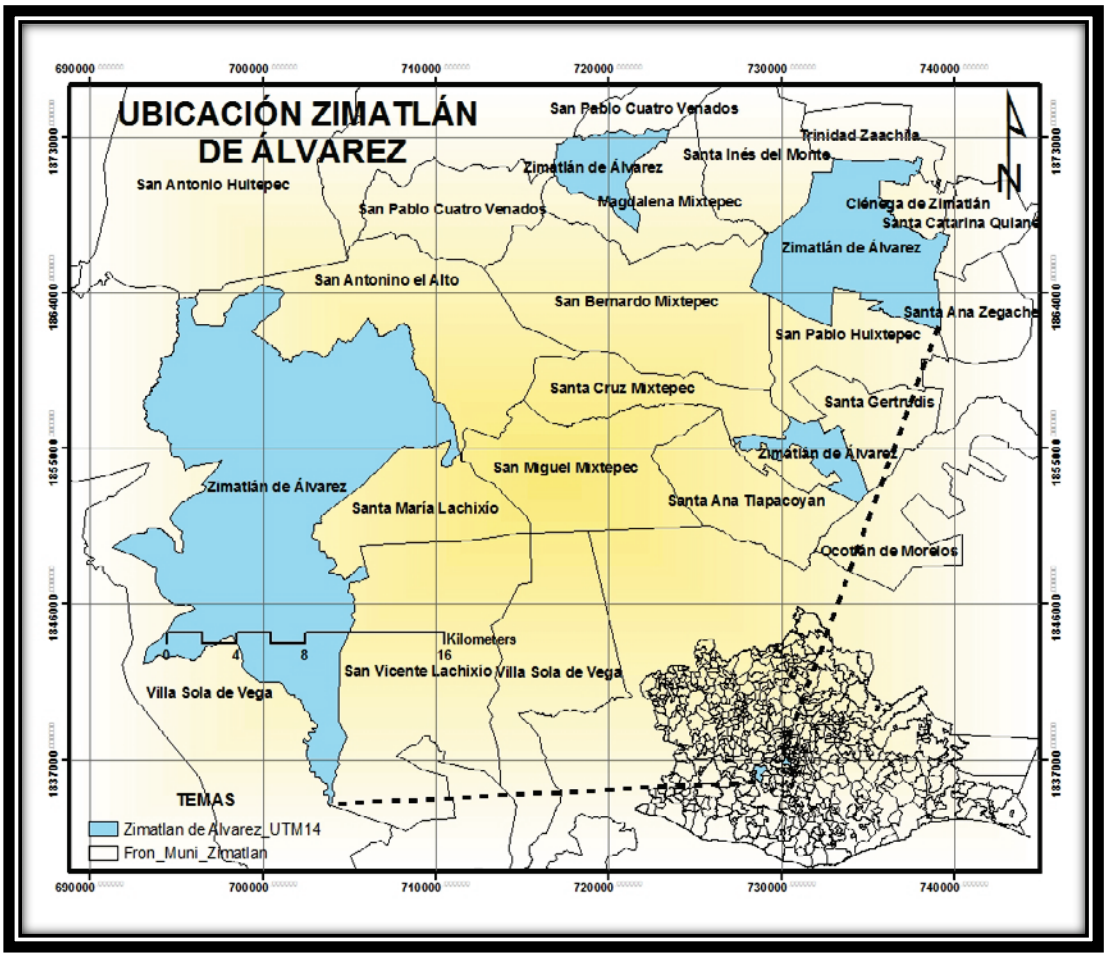
La segunda fracción colinda al norte con los municipios de Villa Sola de Vega, San Antonio Huitepec y San Antonio de Alto; al este con los municipios de San Antonio el Alto, Santa María Lachixío y San Vicente Lachixío ; al sur con los municipios de San Vicente Lachixío y Villa Sola de la Vega; al oeste con el municipio de Villa Sola de Vega .

La tercera sección colinda al norte con el municipio de San Pedro de Huixtepec; al este con el menipeo de Santa Gertudris; al Sur con los municipios de Ocotlán de Morelos, Santa Ana Tlapacoyan y Santa Cruz Mixtepec; al oeste con el municipio de Santa Cruz Mixtepec.

La fracción restante colinda al norte con el municipio de San Pablo Cuatro Venados; al este y sur con el municipio de Magdalena Mixtepec; al oeste con los municipios de Magdalena Mixtepec y San Pablo Cuatro Venados ver Ilustración 1.

Este municipio ocupa el 0.38% de la superficie del estado, su extensión territorial es de 4 518 000 hectáreas, con un área de cultivo de 2 651 000 has. de las cuales, 275 000 has. son de riego y 2 376 has. de temporal.

Ilustración 4
Ubicación del Municipio Zimatlán de Álvarez



Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

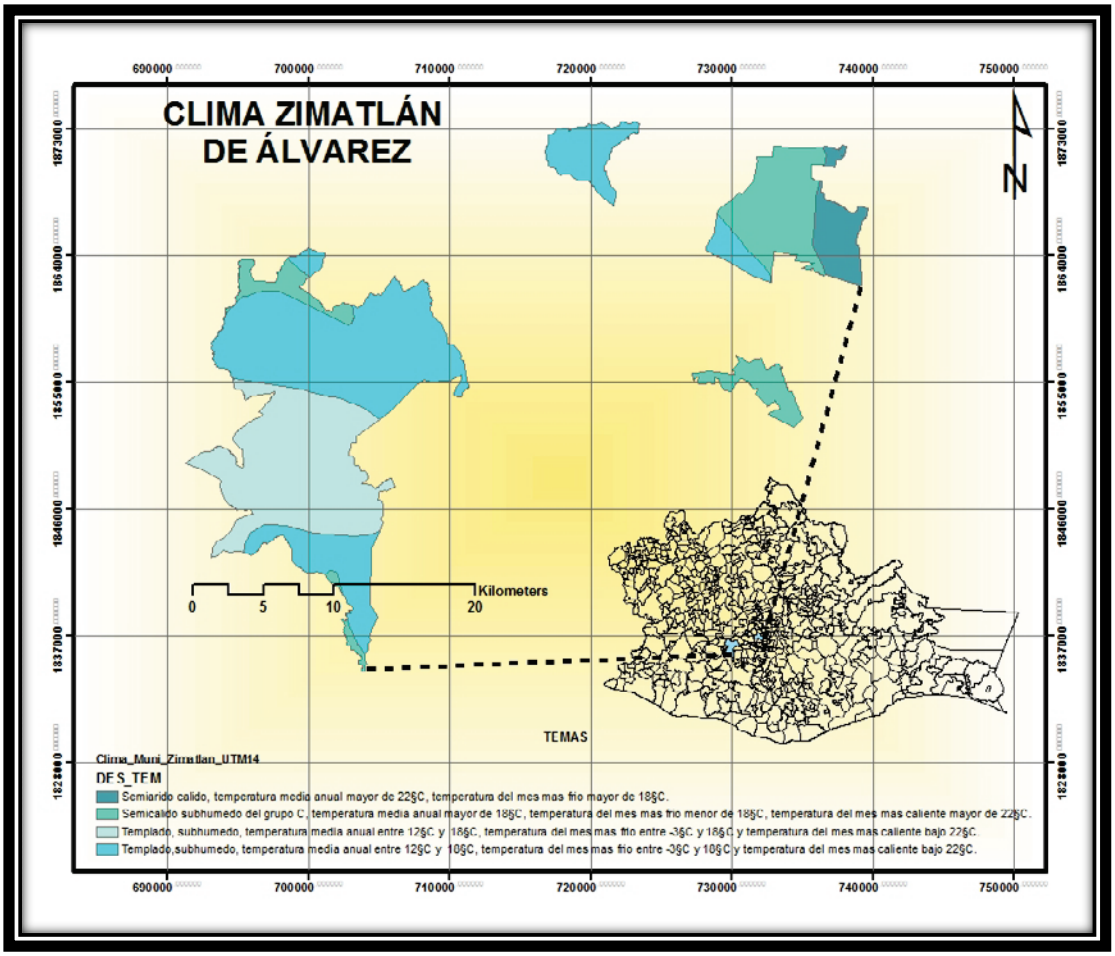
1. Clima

El clima que prevalece en el municipio de Zimatlán de Álvarez es templado subhúmedo, el cual se encuentra presente durante los tres primeros meses del

año, caluroso en verano y frío en invierno. La temperatura media anual es de 22.3ºC., con máximas de 28.7ºC y mínimas de 19.8ºC. La precipitación media es de 780.6 mm anuales.

El periodo de lluvias comprende cinco meses del año, de mayo a septiembre, los otros siete meses corresponden al periodo semi-seco. Es importante señalar que entre los meses julio y agosto se presenta un periodo de sequía o lluvia, conocido entre los campesinos como canícula, con una duración aproximada de 40 días, cuando se presenta causa severos daños a los cultivos. Ver Ilustración 2.

Ilustración 5
Mapa del Municipio Zimatlán de Álvarez con sus principales Climas



Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

2. Uso de suelo y vegetación

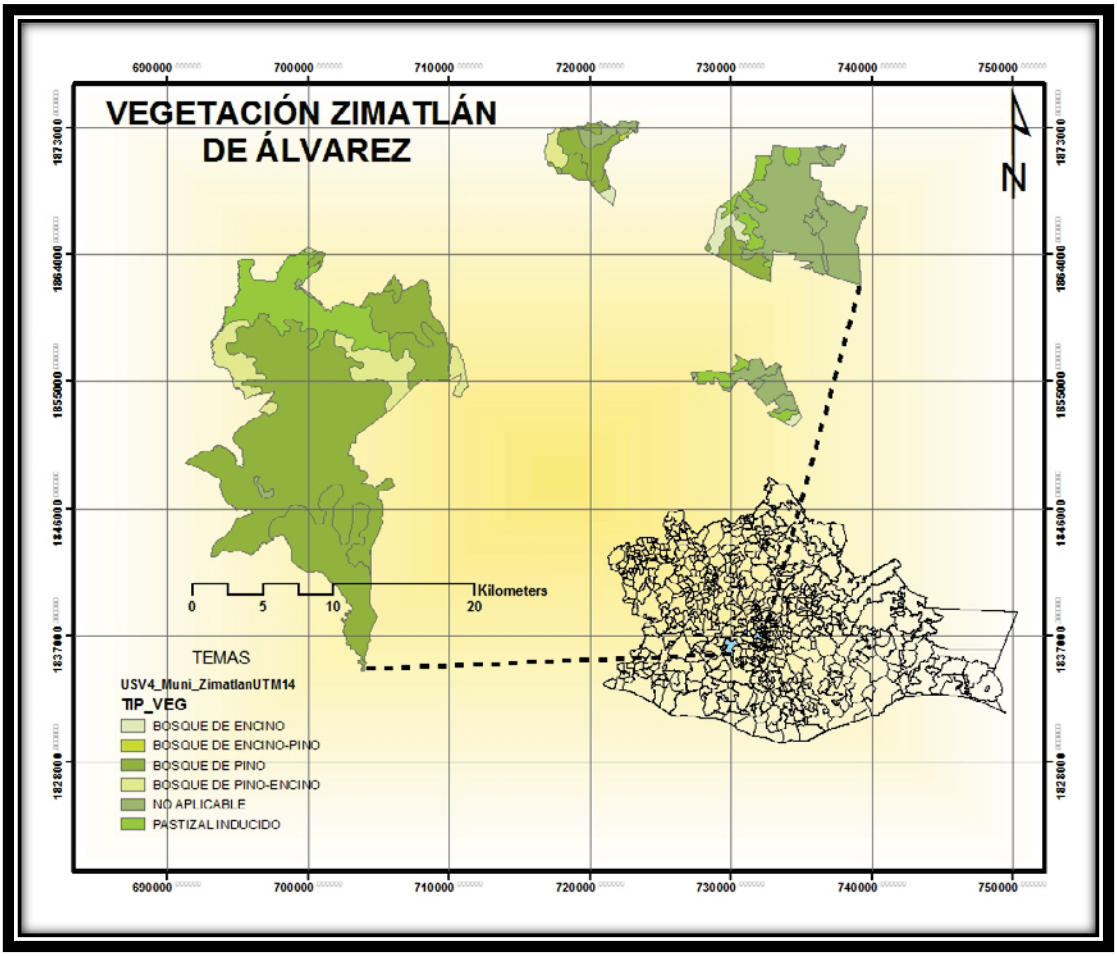
Las localidades de Santiago Clavellinas, La Cumbre, San Pedro el Alto, San Sebastián Río Dulce y San Pedro Totomachapam, son de vegetación de Bosque de pino encino, bosque de encino, bosque de encino-pino y selva baja caducifolia, con vegetación secundaria tanto arbórea como arbustiva y pastizal inducido; así como terrenos sin vegetación natural.

A causa de la extensión de la superficie de siembra y pastoreo libre, la vegetación ahora es escasa, asociada al chaparral, y árboles aislados especialmente guamúchiles, mezquites, cactáceas, huisaches, magueyes y pastos; también se pueden observar de manera muy aislada jacarandas y, en el margen del Río Atoyac, aún se aprecian algunos sauces.

Es común encontrar en las zonas altas del municipio cultivos frutales ,los cuales regularmente son de traspatio y son aprovechados en su mayoría para autoconsumo y, en menor medida, para la comercialización. Los cultivos encontrados son: durazno, capulín, chabacano, tejocote, manzana criolla, granada china y pera.

Con base en la cartografía de INEGI a escala 1:250, 000 se determinó el uso de suelo que existe en el municipio. El uso de suelo de este municipio lo podemos resumir de la siguiente forma: agricultura 17% y zona urbana 1%. Su vegetación está conformada por 2% de Bosque de Encino, 59% de Bosque de Pino, 8% de Bosque de Pino-Encino y 13% de Pastizal Inducido. Ver Ilustración 3.

Ilustración 3
Mapa del Municipio Zimatlán de Álvarez con sus principales Usos de Suelo y Vegetación



Fuente: Uso de Suelo y Vegetación serie IV 1:250, 000, INEGI.

3. Edafología

Características del uso del suelo, el municipio presenta diferentes grupos de suelos:

- Regosol, Rendzina. Vertisol, Luvisol, Fluvisol y Acrisol

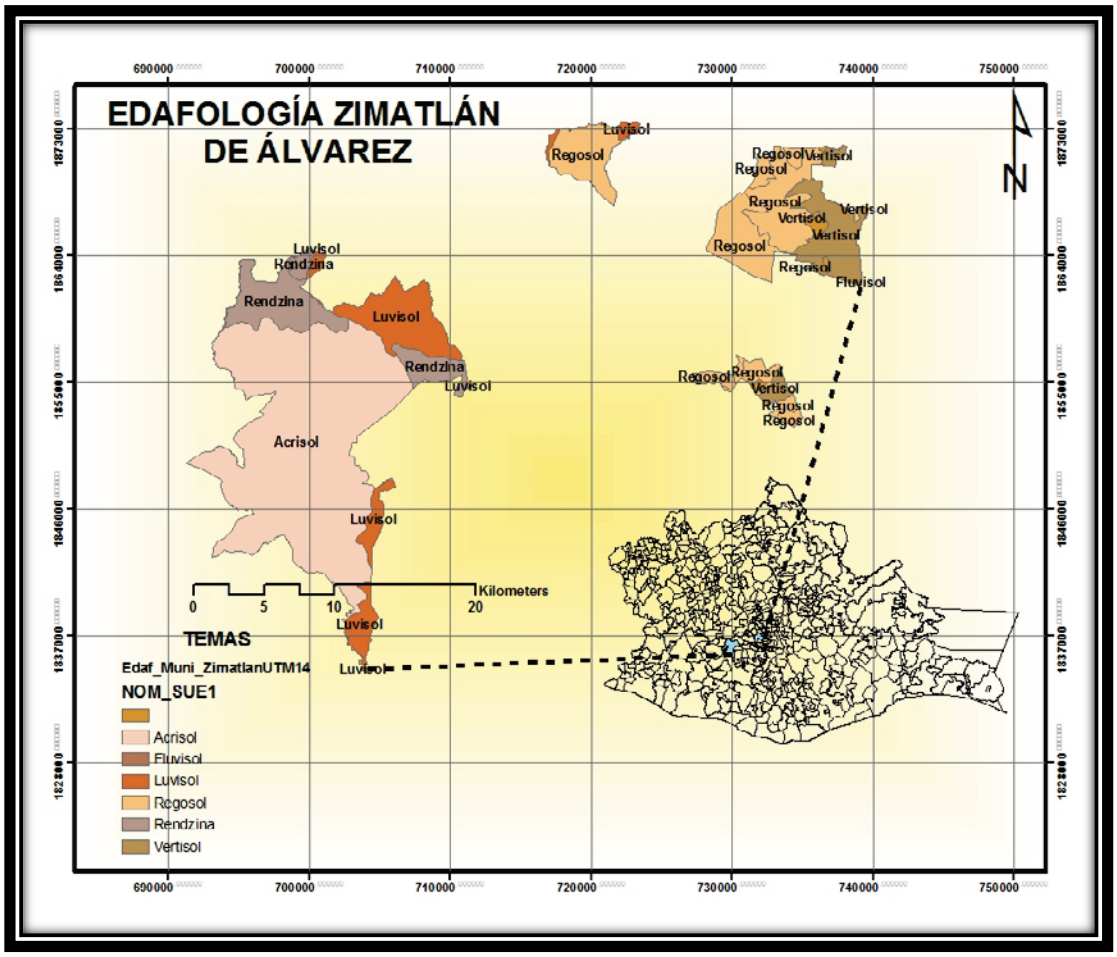
La zona geohidrológica del Valle de Zimatlán pertenece a la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre del Sur", Subprovincia Tierras Altas de Oaxaca y definida como

Provincia Fisiográfica “Zona Montañosa de Guerrero-Oaxaca”, Subprovincia “Sierras y Valles de Oaxaca”, “Cordillera Costera del Sur”.

El municipio y la mayoría de sus agencias cuentan con grandes extensiones de terrenos planos y se encuentran instaladas alrededor de 14 unidades de riego. No obstante, en las partes altas del municipio (San Pedro el Alto, Santiago Clavellinas y San Pedro Totomachapam) las condiciones cambian drásticamente al ser localidades inmersas en la Sierra Madre del Sur, encontrando terrenos de alta pendiente y de difícil acceso, pero con potencial forestal.

Esta orografía le da una particularidad en su diversidad de climas y, por consiguiente, de vegetación, lo que nos permite especular sobre un desarrollo eco turístico, ya que éste se desarrolla en zonas donde la biodiversidad es atractiva para humano, siendo las zonas boscosas las más atractivas para este tipo de desarrollo económico. Una de las agencias con mayor potencial es la agencia de San Pedro el Alto, que cuenta con estas cualidades. Ver Ilustración 4.

Ilustración 4
Mapa del Municipio Zimatlán de Álvarez con sus principales Suelo

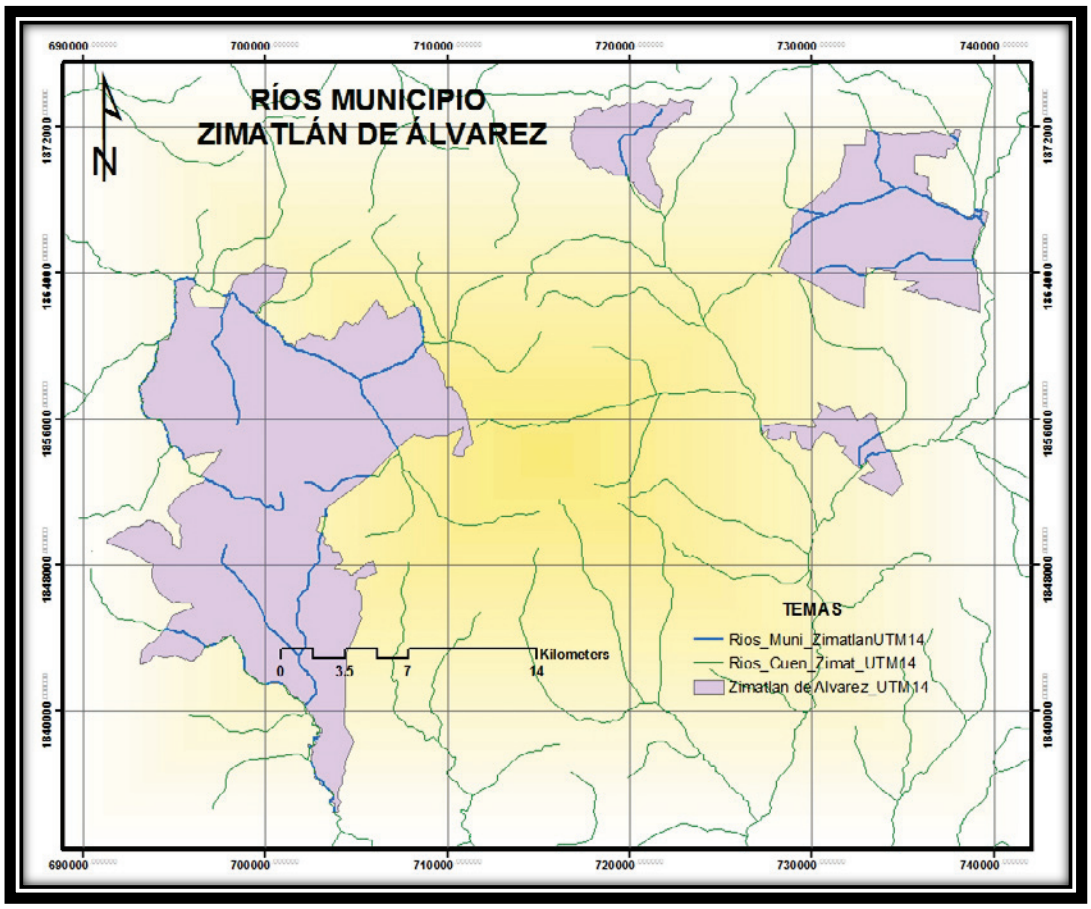


Fuente: Edafología 1:250, 000, INEGI.

4. Hidrografía

Por el poniente corre un riachuelo bordeando todo el norte de la población denominado Río de los Arquitos, por el sur, a unos 50 kilómetros de distancia, pasa otro río denominado Guelatao ó Bilaboo y por el oriente pasa el Río Atoyac a tres kilómetros. Ver Ilustración 5.

Ilustración 5
Mapa del Municipio Zimatlán de Álvarez con sus Principales Rasgos Hidrográficos



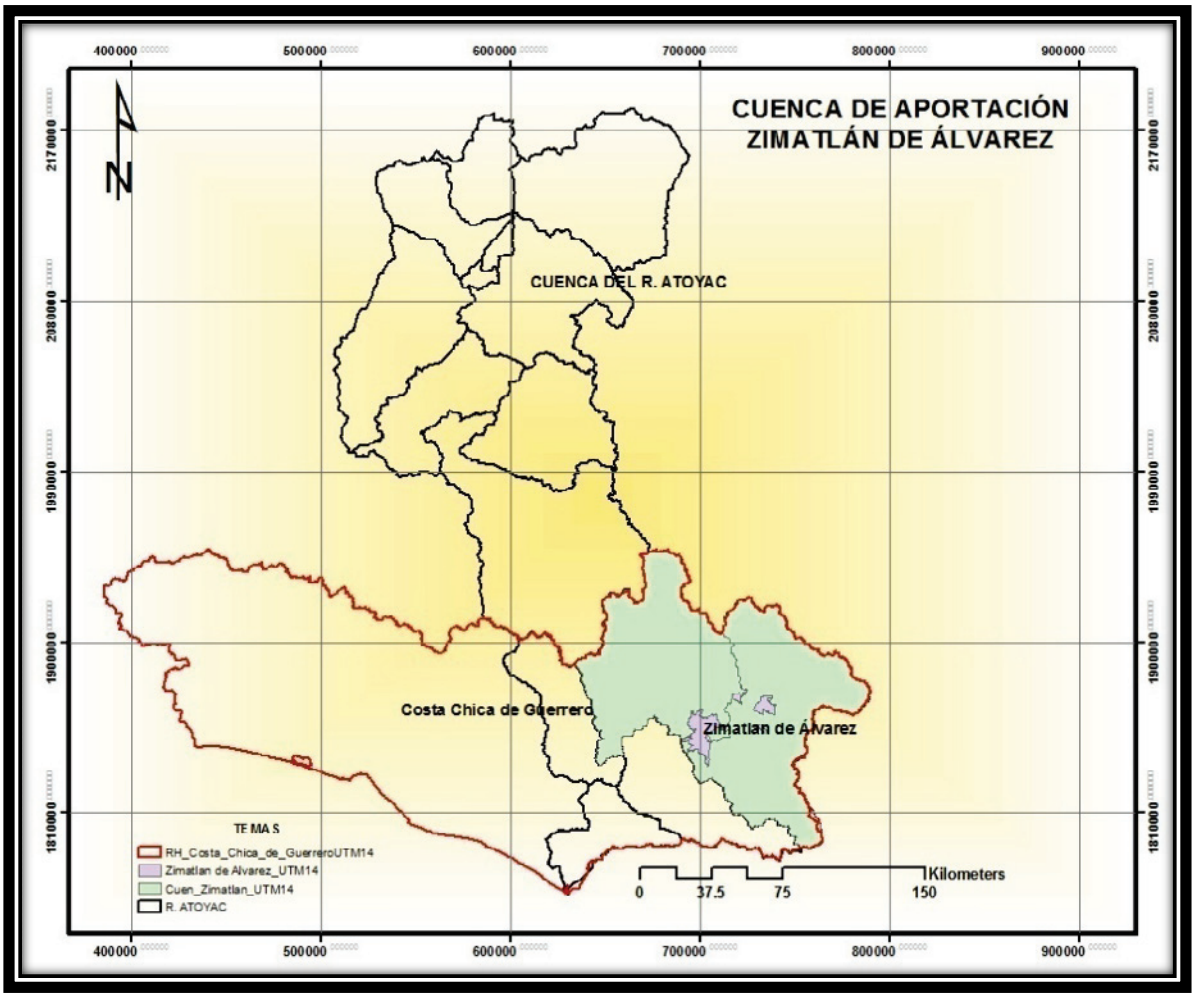
Fuente: Hidrología 1:250, 000, INEGI.

4.1 Hidrología de la cuenca de aportación a Zimatlán de Álvarez

El municipio de Zimatlán de Álvarez se encuentra en la Región Hidrológica Nº 20 Costa Chica de Guerrero, en la Subregión 20B. Costa Chica–Río Verde. Pertenece a la cuenca Río Atoyac, siendo su principal corriente superficial el Río Atoyac cuya longitud es de 342 Km., que se origina en el noroeste de la ciudad de Oaxaca, atravesando la ciudad con dirección norte-sur. Sus principales afluentes por la margen derecha son los ríos Mangal, San Bernando, Serrano, Sola de Vega, El

Anís, Minas, Suchil y Cieneguilla; por la margen izquierda el Río Miahuatlán. Ver Ilustración 6 y la tabla 1 para consultar la información de la cuenca.

Ilustración 6
Mapa del Municipio Zimatlán de Álvarez con sus cuencas de aportación



Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI.

Tabla 1
Cuenca del Río Atoyac

CUENCA	CLAVE	RH	SUBCUENCA	SUBCUENCA	Área KM2	%
RÍO ATOYAC	RH18	BALSAS	L. Totolzingo	h	5019.72	0.10081
			Río Zahuapan	i	1561.54	0.03136
			Río Atoyac-San Martín Texmelucan	d	1962.33	0.03941
			Río Atoyac-Balcón del Diablo	b	4088.49	0.08211
			Río Alceseca	j	238.54	0.00479
			Río Nexapa	e	4416.31	0.08869
			P. Miguel Avila Camacho	c	176.2	0.00354
			Río Atoyac-Tehuitzingo	a	2809.06	0.05641
			Río Acatlán	g	3446.76	0.06922
			Río Mixteco	f	7718.98	0.15502
	RH20	COSTA CHICA-RÍO VERDE	Río Sordo	d	5584.82	0.11216
			Río Atoyac-Oaxaca de Juarez	c	5897.78	0.11844
			Río Yolatepec	e	2246.43	0.04511
			Río Atoyac-San Pedro Juchatengo	b	2959.13	0.05943
			Río Atoyac-Paso de la Reina	a	1668.06	0.0335

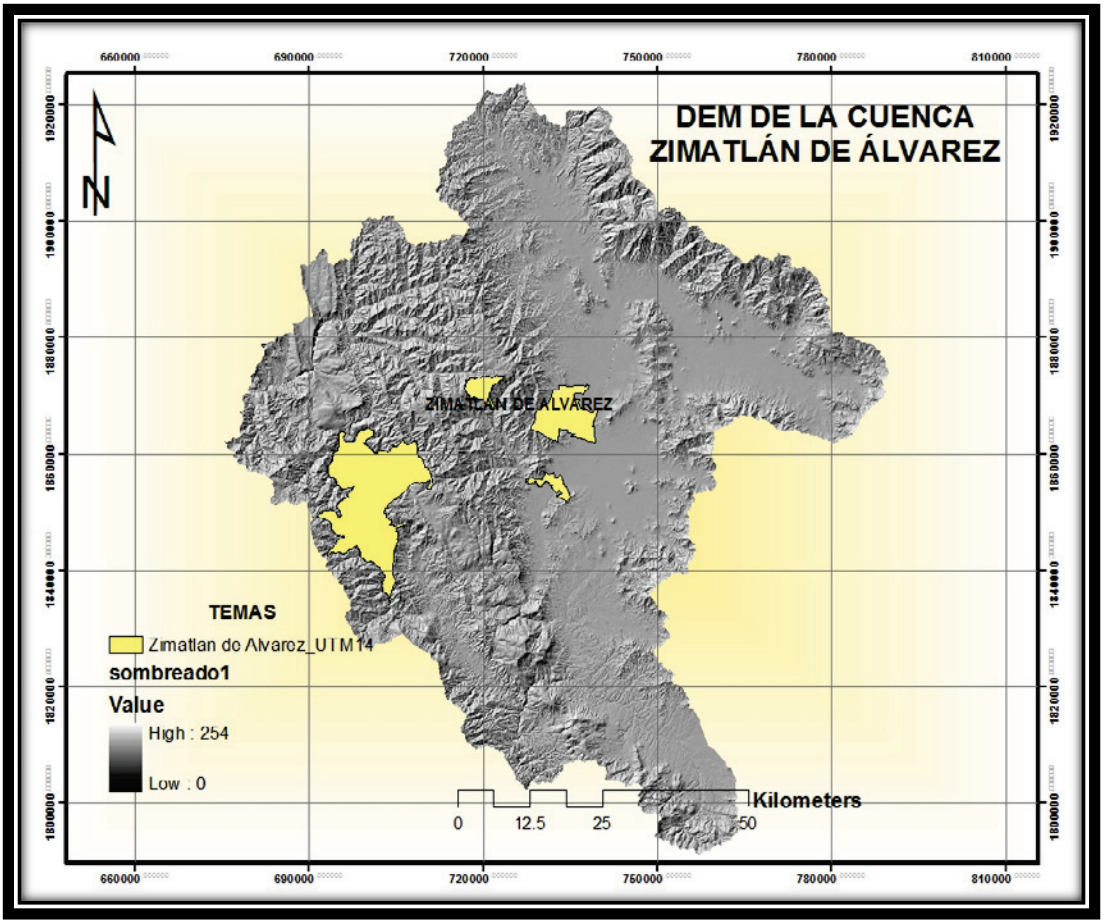
Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI

4.2. Características fisiográficas de la cuenca de aportación a Zimatlán de Álvarez

A partir del Modelo Digital de Elevaciones extraído del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI, se definió la delineación de la cuenca con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 con la extensión Hydrologic Model System, HMS, obteniendo un área 7436 Km^2, y un perímetro de 71704 m.

- Área de la Cuenca: 7436.63 Km^2
- Perímetro de la Cuenca: 71704 m
- Pendiente media de la cuenca**:** 29.08% clasificada como Fuertemente. *Ver* Ilustración 7.

Ilustración 7
Mapa del Municipio Zimatlán de Álvarez con su Modelo de Elevación Digital de la Cuenca



Fuente: Modelo de Elevación Digital, INEGI.

4.3. Análisis Climatológico en la cuenca que drena a Zimatlán de Álvarez

Para un buen análisis de este parámetro es de importancia la distribución espacial y temporal de los registros de datos que se tengan, así como la continuidad del periodo.

La información climatológica existente se trata de registros históricos con datos de precipitación pluvial, temperaturas (mínima, media y máxima), evaporación, dirección dominante del viento y otros fenómenos meteorológicos como granizo y neblina. Ver Tabla 2.

Tabla 2
Datos Climatológicos Medios (temperatura y lluvia)

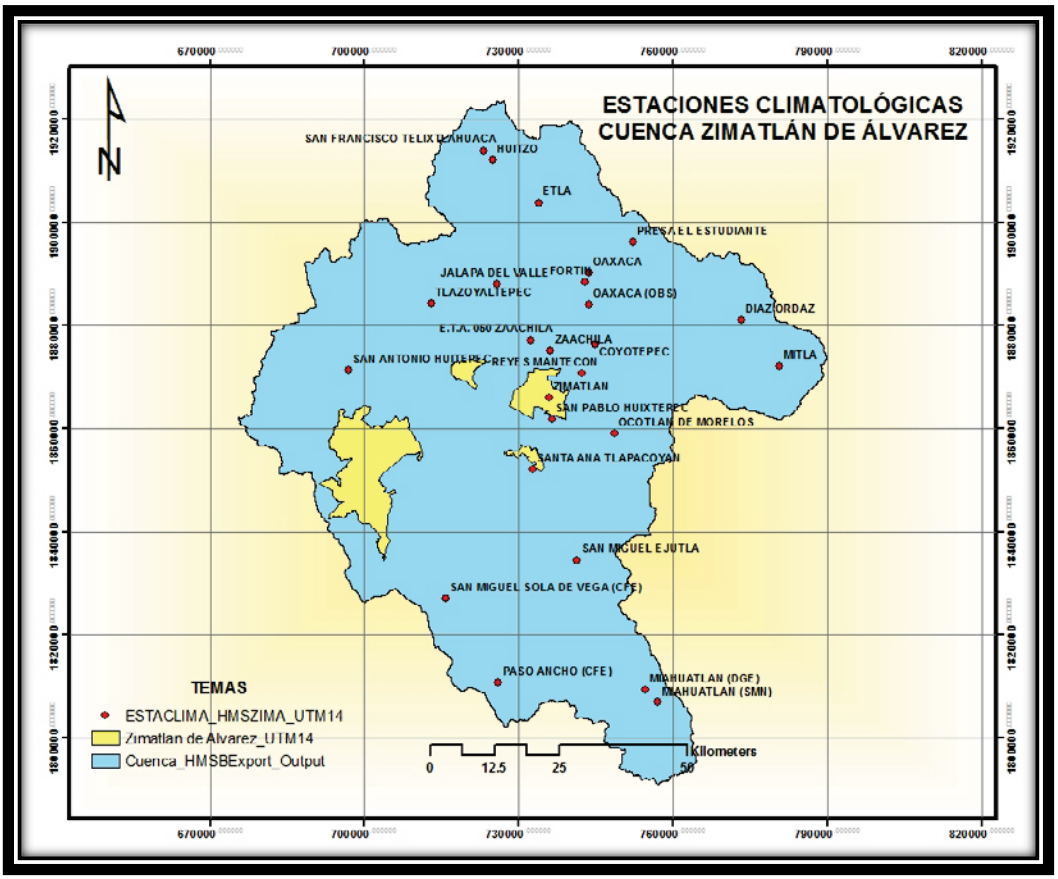
Nombre	Zimatlán de Álvarez		
Clave de la Localidad	205700001		
Clave climática	A(C)w0(w)		
Propiedad	**Valor**	**Propiedad**	**Valor**
Temp. Media Enero °C	18.1	Lluvia Media Enero mm	2
Temp. Media Febrero °C	19.6	Lluvia Media Febrero mm	5
Temp. Media Marzo °C	21.4	Lluvia Media Marzo mm	8
Temp. Media Abril °C	22.9	Lluvia Media Abril mm	35
Temp. Media Mayo °C	23.3	Lluvia Media Mayo mm	81
Temp. Media Junio °C	22.3	Lluvia Media Junio mm	157
Temp. Media Julio °C	21.6	Lluvia Media Julio mm	125
Temp. Media Agosto °C	21.7	Lluvia Media Agosto mm	117
Temp. Media Septiembre °C	21.5	Lluvia Media Septiembre mm	128
Temp. Media Octubre °C	20.7	Lluvia Media Octubre mm	34
Temp. Media Noviembre °C	19.2	Lluvia Media Noviembre mm	10
Temp. Media Diciembre °C	18.5	Lluvia Media Diciembre mm	5

Fuente: (INEGI, 2010)

Los datos de precipitación corresponden a valores registrados cada 24h por una red de pluviómetros. Se procesaron estadísticamente y se obtuvo la precipitación media mensual en la cuenca de aportación.

En la zona de estudio se localizaron 26 estaciones climatológicas y una estación hidrométrica las cuales se distribuyen espacialmente en la zona de estudio. Ver Ilustración 8.

Ilustración 8
Mapa del Municipio Zimatlán de Álvarez Estaciones Climatológicas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Climatológicas, 1:250, 000, INEGI

En la tabla 3 se muestra la información de las Estaciones Climatológicas presentes en la cuenca.

Tabla 3 Estaciones climatológicas de la cuenca

Clave	Nombre	Estado	Altura	Latitud	Longitud
20022	COYOTEPEC	**OAXACA**	1520	16.9567	-96.7006
20034	ETLA		1660	17.2072	-96.7997
20044	JALAPA DEL VALLE		1720	17.0658	-96.8783
20070	MIAHUATLAN (SMN)		1550	16.3294	-96.5939
20071	MIAHUATLAN (DGE)		1550	16.3500	-96.6167
20078	OAXACA (OBS)		1539	17.0272	-96.7103
20079	OAXACA		1555	17.0831	-96.7097
20080	OCOTLAN DE MORELOS		1500	16.8000	-96.6667
20085	PASO ANCHO (CFE)		1310	16.3667	-96.8831
20099	SAN MIGUEL SOLA DE VEGA (CFE)		1400	16.5144	-96.9775
20118	SAN MIGUEL EJUTLA		1440	16.5794	-96.7372
20150	TEJOCOTES		2260	17.2322	-97.0022
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA		1700	17.3000	-96.9000
20202	SANTA ANA TLAPACOYAN		1460	16.7397	-96.8167
20209	ZIMATLAN		1500	16.8650	-96.7844
20243	E.T.A. 050 ZAACHILA		1520	16.9667	-96.8167
20266	SAN PABLO HUIXTEPEC		1480	16.8269	-96.7806
20313	TLAZOYALTEPEC		2500	17.0317	-96.9981
20329	FORTIN		1564	17.0667	-96.7167
20354	ZAACHILA		1490	16.9478	-96.7822
20364	HUITZO		1700	17.2831	-96.8831
20366	MITLA		1680	16.9153	-96.3644
20367	PRESA EL ESTUDIANTE		1580	17.1364	-96.6281
20383	REYES MANTECON		1500	16.9069	-96.7256
20384	SAN ANTONIO HUITEPEC		2366	16.9167	-97.1500
20507	DIAZ ORDAZ		1700	16.9972	-96.4325

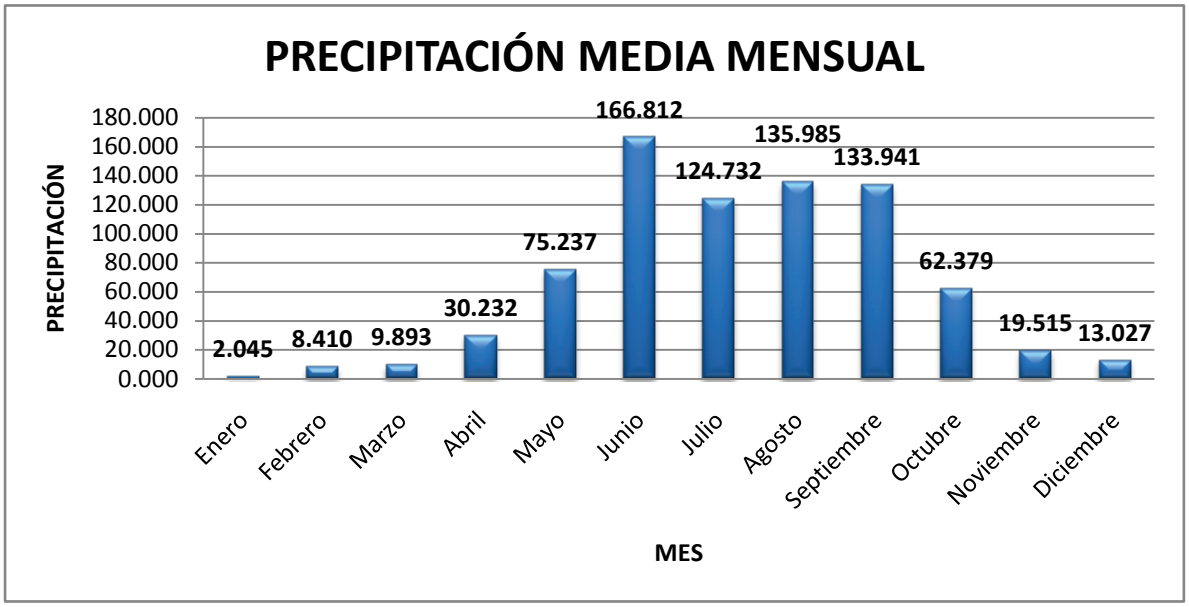
Fuente: Estaciones Climatológicas 1:250, 000, INEGI, 2012

4.4 Comportamiento de las lluvias en la cuenca

A partir de los datos de precipitación tomados de la base de datos CLICOM 2008 del Servicio Meteorológico Nacional, acumulada por mes, se determinó el comportamiento de la distribución temporal de la precipitación pluvial a lo largo del año en la zona de estudio.

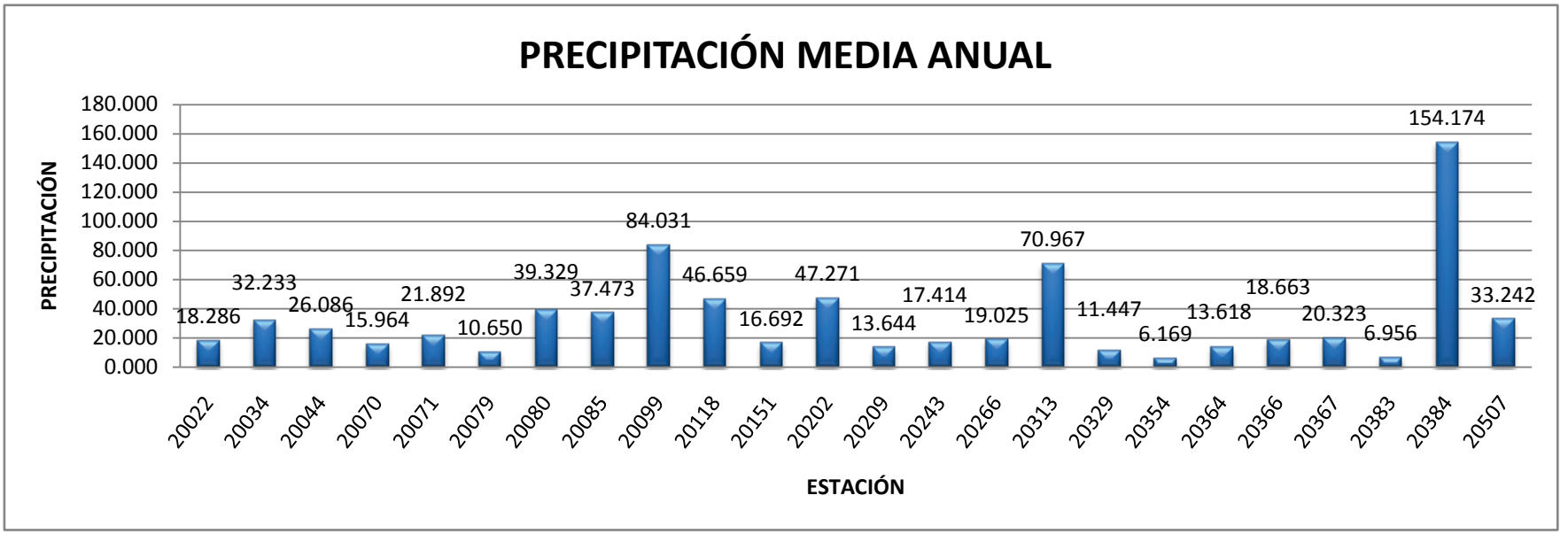
En la Ilustración 9 se puede apreciar que la época de lluvias se delimita entre los meses de junio a septiembre. Se concluye también que el mes más lluvioso es junio, con un valor del 166 mm, seguido de agosto con 135 (mm).

Ilustración 9
Gráfica de la precipitación Media Mensual del Municipio Zimatlán de Álvarez



Con respecto a la precipitación anual por estación se observa en la Ilustración 11 que la estación 20384 presenta el valor más alto con 154 (mm) seguida de la estación 20099, con un valor de 84 (mm).

Ilustración 10
Gráfica de la precipitación Media Anual del Municipio Zimatlán de Álvarez



II. Datos Poblacionales

A) Perfil Socio-demográfico

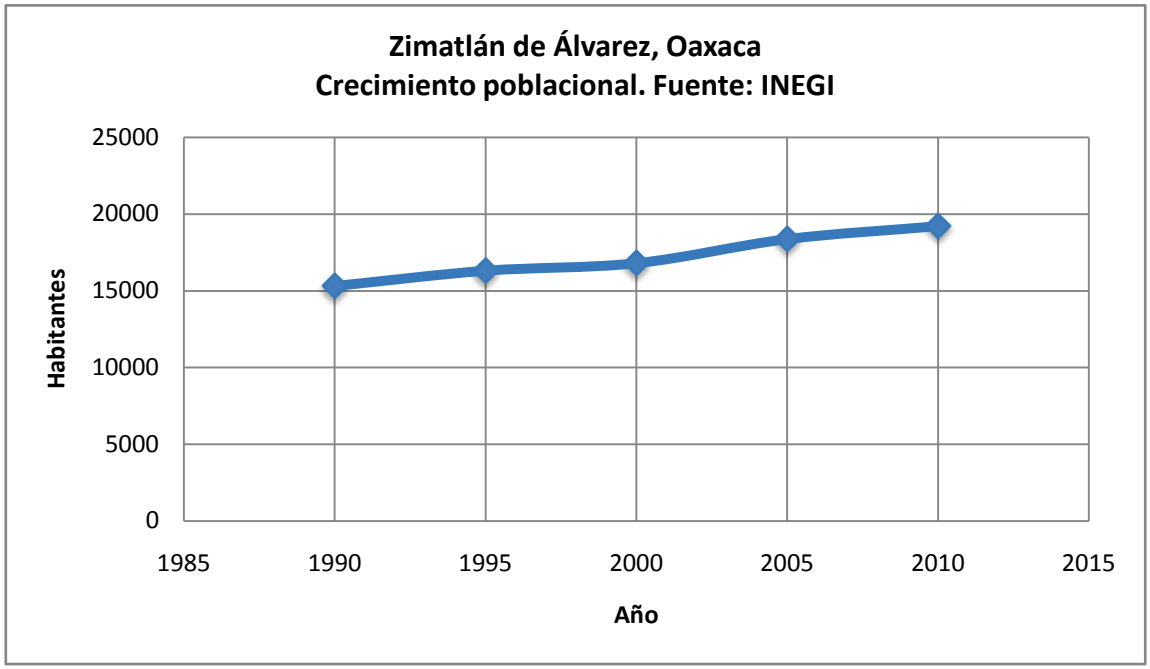
Este municipio presentó el siguiente crecimiento poblacional según los datos censales y conteos poblacionales que INEGI realizó en 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Ver Tablas 4, 5 y 6 e Ilustraciones 11 y 12.

Tabla 4
Datos de Población de los diferentes censos y conteos poblaciones, INEGI.

Año	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Población (Hab)	12, 587	15, 315	16, 311	16, 801	18, 370	19, 215

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 11
Gráfica del crecimiento poblacional del Municipio Zimatlán de Álvarez



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Tabla 5
Tasa de Crecimiento Poblacional

1980-1990	1990-2000	1980-200
2.094 %	0.931 %	1.494 %

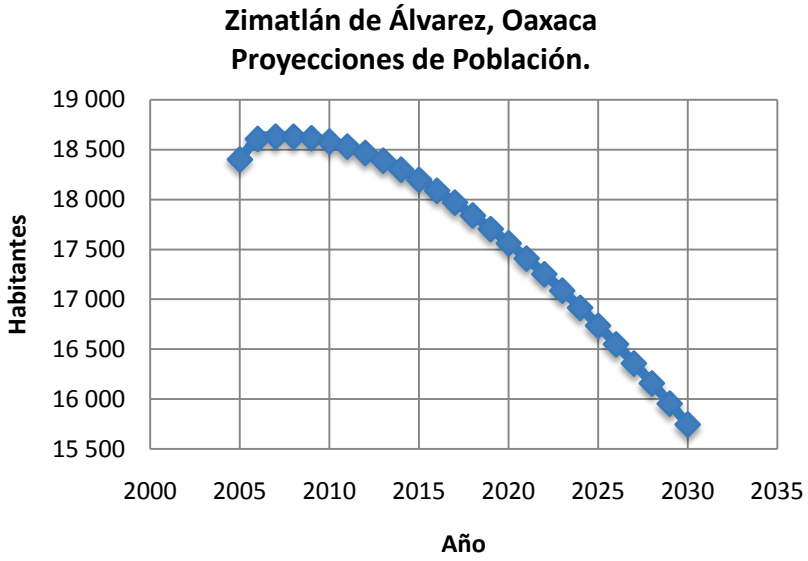
Fuente: (INEGI en Arango, 2007)

Tabla 6
Proyecciones de la Población en el municipio Zimatlán de Álvarez, según la CONAPO

Año	Población	Año	Población
2005	18 404	**2018**	17 843
2006	18 609	**2019**	17 707
2007	18 633	**2020**	17 563
2008	18 633	**2021**	17 412
2009	18 617	**2022**	17 254
2010	18 583	**2023**	17 089
2011	18 533	**2024**	16 917
2012	18 469	**2025**	16 738
2013	18 392	**2026**	16 552
2014	18 302	**2027**	16 359
2015	18 201	**2028**	16 161
2016	18 091	**2029**	15 957
2017	17 972	**2030**	15 748

Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

Ilustración 12
Gráfica de las proyecciones de crecimiento poblacional según la CONAPO



Fuente: (CONAPO, 2010)

B. Grado de Marginación[10]

Tabla 7
Indicadores socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal en el municipio de Zimatlán de Álvarez

Municipio	Zimatlán de Álvarez
Población total	19 215
Grado de marginación	Medio
Índice de marginación	27.284

Fuente: (CONAPO, 2010)

C. Grupos Étnicos

La composición indígena en Zimatlán de Álvarez correspondió en el año 2010 al 8.8% de la población en hogares censales, Tabla 8.

Tabla 8
Datos de Población hablante de lengua Indígena

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	-	4	793	632	706
Población en hogares censales indígenas	-	-	-	1555	1698

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

D. Educación

El Grado Promedio de Escolaridad de la población de Zimatlán de Álvarez, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010) es de 7.45 años. La población de 15 años y más analfabeta fue de 1510 personas (7.85%), mientras que la población de 15 años y más sin escolaridad de 1258 habitantes (6.54%).

[10] El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Los servicios educativos con que cuenta el municipio son 4 jardines de niños, 3 primarias, un centro de educación básica para adultos, una secundaria, un centro de bachillerato tecnológico industrial y de servicios, así como un centro de atención a hijos de jornaleros.[11]

E. Salud

La atención médica se proporciona a través del programa IMSS-Oportunidades, y por la Secretaria de Salud (SSA) por medio de los Centros de Salud Comunitario; la cabecera del municipio cuenta con un Centro de Salud de la SSA. y una Clínica familiar del I.M.S.S[12]. La población no derechohabiente de servicios de salud en 2010 correspondió a 7371 habitantes, es decir, el 38% de los habitantes de Zimatlán de Álvarez.

F. Hogares

En el año 2000, el 27% de hogares censados estaba a cargo de la jefatura femenina, en el 2005, representó el 28.5% y en el año 2010 el 28.9%. Ello significó que en el 2000, el 21% de la población de Zimatlán de Álvarez habitaba en un hogar con jefatura femenina; el 24% en 2005 y el 24.8% en año 2010. Ver Tabla 9.

Tabla 9
Datos de Hogares con jefatura femenina

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hogares censales con jefatura femenina	-	-	1025	1209	1366
Hogares censales con jefatura masculina	-	-	2765	3023	14431
Total de Hogares	-	-	3790	4232	4714
Población en hogares censales con jefatura femenina	-	-	3560	4354	4769
Población en hogares censales con jefatura masculina	-	-	13148	13619	14431
Población en hogares censales	-	-	16708	17973	19200

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

[11] Ely, M. (1999) La autonomía municipal: el caso de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca. Tesina de Licenciatura (Sociología), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
[12] Arango, O. (2007) Análisis regional de convergencia en el Distrito de Zimatlán, 1980-2000. Tesis Instituto Tecnológico de Oaxaca; INAFED (2009) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Oaxaca, Zimatlán de Álvarez. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Oaxaca. [En Línea], Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20570a.htm

G. Actividades Económicas

Las principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería, el comercio y la construcción. En el año 1990, Zimatlán de Álvarez ocupó el 68% de su PEA en actividades agrícolas, ganaderas y de caza y pesca, sin embargo, de 1980 a 2000 la población ocupada en el sector primario descendió en -1.9%, teniendo su máxima tasa de decremento en la década de 1990-2000 (-8.3%).[13]

La PEA en el año 2000 correspondió a 5, 596 personas, de las cuales el 45% se encontraban ocupadas en el sector terciario. Ver Tabla 8. En el año 2010, la PEA en Zimatlán de Álvarez ascendió a 7, 462 habitantes.

Tabla 10
Tabla de PEA por sector en porcentaje

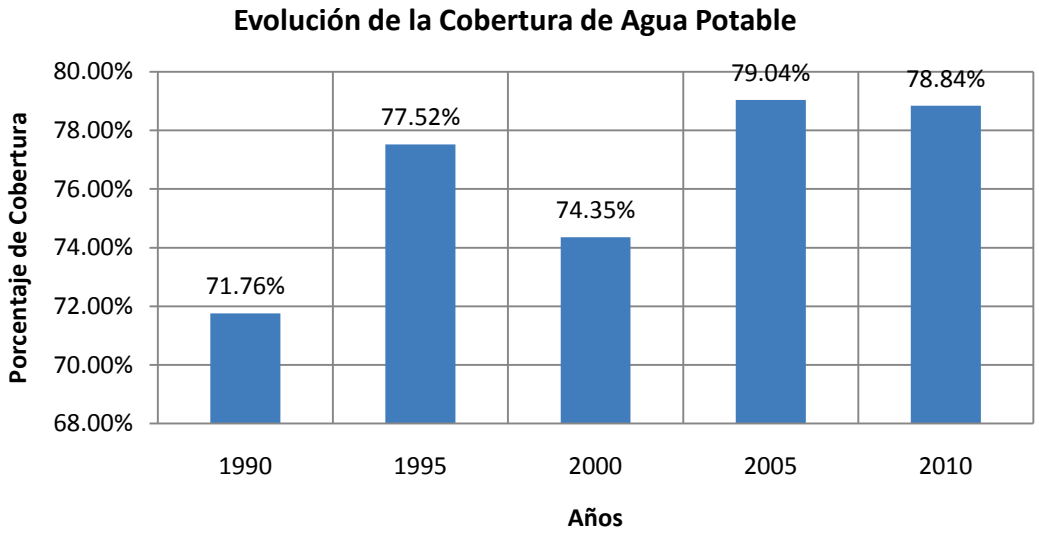
Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	32
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	22
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	45
Otros	1

Fuente: (INAFED, 2009)

[13] Ibíd.

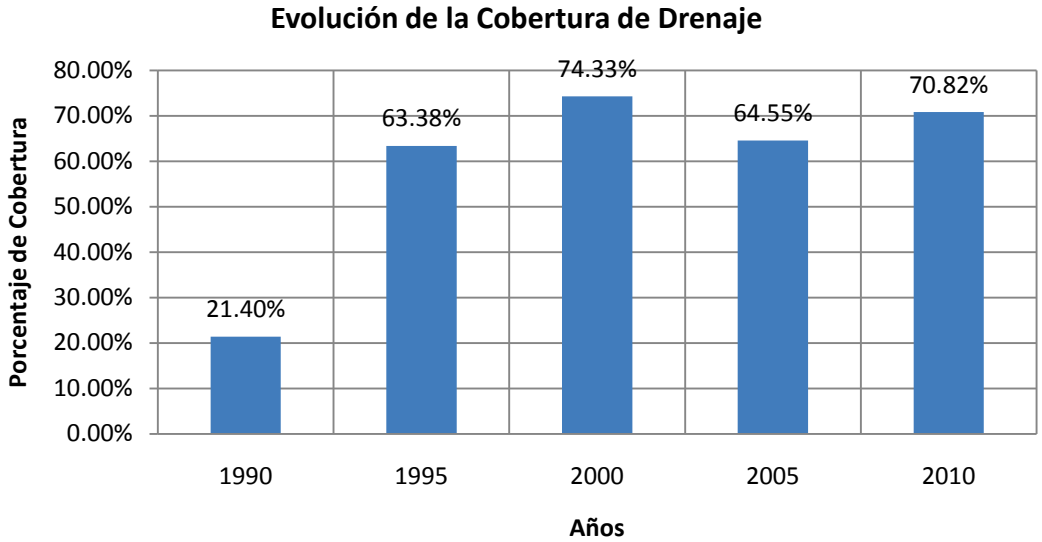
H. Coberturas

Ilustración 13
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Agua Potable en el municipio Zimatlán de Álvarez



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 14
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Drenaje en el municipio Zimatlán de Álvarez



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

La cobertura de servicios públicos de acuerdo a apreciaciones del H. Ayuntamiento de Zimatlán de Álvarez en el año 2009 fue de 95% en agua potable y 60% en mantenimiento del drenaje urbano.[14] Asimismo, de 2009 a 2010 el Ayuntamiento construyó 3 ollas de agua, rehabilitó las presas de El Matadero y Huilagoo y modificó la extracción de agua de las fuentes de abastecimiento; con ello, según el 2do. Informe de Gobierno municipal, se incrementó durante el año 2010 el suministro de agua en la mayoría de los hogares hasta en un 15 %, aproximadamente[15]. Ver Ilustraciones 13 y 14.

Las fuentes de agua potable antes de la actual administración de gobierno era a través de la extracción de 7 pozos, sin embargo, actualmente se utilizan únicamente 2. Las modificaciones en los pozos, según el 2º Informe de Gobierno de Zimatlán, serán los siguientes: el pozo No. 1 será utilizado para la unidad deportiva y la Universidad de Chapingo, el pozo No. 2 (con déficit hídrico) se utilizará para el abastecimiento de una purificadora de agua adquirida por el actual Ayuntamiento y dará servicios a los grupos vulnerables desde la administración municipal; el pozo No. 3 será aprovechado para suministrar agua potable al barrio de San José, el CBTis 248 yel hospital materno infantil; los pozos No. 4 y el 5 se encuentran agotados y el pozo No. 6 estará de reserva para casos de emergencia.[16]

[14] Ibíd.
[15] H. Ayuntamiento de Zimatlán de Álvarez (2010) 2º INFORME DE GOBIERNO, ZIMATLAN DE ALVAREZ, OAXACA. [En Línea], Disponible en: http://zimatlan.org/2010/01/20/2%C2%BA-informe-de-gobierno-zimatlan-de-alvarez-oaxaca/
[16] Ibíd.

I. Ficha Técnica del Municipio

Tabla 11
Ficha Técnica Resumen del Municipio Zimatlán de Álvarez

Concepto/ año	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**
Total de Población	**15315**	**16311**	**16801**	**18370**	**19215**
Total de localidades					
Total de población de localidades urbanas					
Total de localidades urbanas					
Total de población de localidades rurales					
Total de localidades rurales					
Total de Población Masculina	7388	7871	7873	8551	8935
Total de Población Femenina	7927	8440	8928	9819	10280
Total del viviendas particulares habitadas	2943	3310	3693	4232	4713
Ocupantes de VPH	1 a 6	1 a 6	1 a 6	1 a 6	1 a 5
Promedio de Habitantes de VPH					4.07
Viviendas que disponen con agua entubada	2112	2566	2746	3345	3716
Viviendas que disponen con drenaje	630	2098	2705	2732	3338
Cobertura de Agua *	71.76%	77.52%	74.35%	79.04%	78.84%
Cobertura de Drenaje *	21.40%	63.38%	74.33	64.55%	70.82%
Cobertura de Saneamiento					

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

* Dato calculado con la relación

$$\frac{Total\ de\ Viviendas\ Particulares\ habitadas}{Viviendas\ que\ disponen\ del\ servicio} = \%\ de\ cobertura$$

Tabla 12
Ficha Estadística básica del Municipio de Zimatlán de Álvarez

OFICINA ESTATAL DE INFORMACIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE
TARJETA MUNICIPAL DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA BÁSICA

MUNICIPIO 570 ZIMATLÁN DE ALVAREZ

Significado: Zimatlán significa "tierra de raíces".

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

2005		
Población		18,370
Hombres	% 47	8,551
Mujeres	% 53	9,819
Población rural		7,973
Tasa de crecimiento 2000-2005		1.59 %
Edad mediana		24
Edad mediana hombres		22
Edad mediana mujeres		25
Relación hombres-mujeres		87.1
Índice de marginación		-0.2419
Grado de marginación		MEDIO
2000		
Índice de desarrollo humano		0.746
Grado de desarrollo humano		MEDIO ALTO

CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

Latitud norte	16° 52'
Longitud oeste	96° 47'
Altitud (msnm)	1,500
Superficie (km2)	416.55
Clima	SEMISECO SEMICÁLIDO
Total de localidades **	72
Localidades rurales **	71
Distrito político	ZIMATLÁN
Región	VALLES
Coordinación regional	VALLES
DDR	VALLES CENTRALES
CADER	ETLA

** Localidades al mes de abril de 2007.

INFRAESTRUCTURA DE SALUD

2005	Unidades médicas	Personal médico	Población usuaria
Secretaría de Salud	4	10	7,986
IMSS	1	2	2,764
IMSS Oportunidades	0	0	2,077
ISSSTE	0	0	0
PEMEX	0	0	0
SEMAR	0	0	0

Servicios			
Camas	0	Consultorios	8
Quirófanos	0	Enfermeras	11

AGUA POTABLE*

Sistemas de agua potable	Tomas domiciliarias instaladas		
	Domésticas	Comerciales	Industriales
7	3,337	10	1

Localidades con red de distribución: 7

DRENAJE Y ALCANTARILLADO*

Sistemas de drenaje y alcantarillado	2
Localidades con el servicio	2

*Información correspondiente al año 2005.

ENERGÍA ELÉCTRICA*

Localidades electrificadas	29
Habitantes beneficiados *a	17,022

*a Cifra estimada por la CFE.

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN*

	(ha)
Agricultura	5,856.91
Pastizal	5,948.09
Bosque	13,561.73
Selva	0.00
Matorral	0.00
Otra vegetación	0.00
Vegetación secundaria	16,044.07
Sin vegetación	0.00
Cuerpos de agua	0.00
Área urbana	244.13

EDUCACIÓN E INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

Educación 2005	Alumnos	Personal Docente	Escuelas
Inicial	0	0	0
Inicial no escolarizada	27	1	1
Especial	67	9	1
Preescolar	714	35	17
Primaria	2,673	112	18
Secundaria	1,143	56	7
Capacitación para el trabajo	0	0	0
Bachillerato	1,240	56	2
Profesional medio	0	0	0
Normal	0	0	0
Superior	0	0	0

	Hombres (de 6 y más años)	Mujeres (de 6 y más años)
Leen y escriben	6,481	7,043
No leen y escriben	857	1,522
No especificado	6	9

Bibliotecas públicas	3
Personal ocupado	4
Libros en existencia	8,406
Obras consultadas	16,168
Usuarios	12,971

Educación indígena	Preescolar	Primaria
Alumnos inscritos	219	150
Alumnos existencias	214	145
Alumnos aprobados	214	124
Alumnos egresados	86	19
Personal docente	10	6
Escuelas	6	2

INFORMACIÓN ECONÓMICA

	Unidades económicas	Personal ocupado Total	Dependiente	Dependiente remunerado	No dependiente
2003	693	1,320	1,306	456	14

COMERCIO Y ABASTO

2005	
Tiendas DICONSA	7
Tianguis	1
Mercados	1
Rastros mpales.	0
Centros receptores de productos básicos	0

PRODUCCIÓN FORESTAL

2005 Maderable	Total	Pino	Oyamel	Encino	Comunes Preciosas	Comunes Tropicales
Volumen(m3)	49,285.09	48,246.24	608.15	430.70	0.00	0.00
Valor(miles de $)	37,110.39	36,618.90	361.85	129.64	0.00	0.00

No maderable	Total	Hongo Blanco	Resina	Palma real	Palma sombrero	Poleo	Musgo	Heno	Flor de niño
Volumen(m3)	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
Valor(miles de $)	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00

PROPIEDADES SOCIALES

2001	
Propiedades sociales	7
Superficie (ha)	22,902
Ejidatarios	1,596
Ejidatarios con parcela individual	1,059
Prop. con posesionarios	4
Posesionarios	920
Posesionarios con parcela individual	620

PRODUCCIÓN AGRICOLA 2005

PRINCIPALES CULTIVOS CÍCLICOS

	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
Cebolla	10.0	160.0	16.00
Chile verde	9.0	63.0	7.00
Frijol	991.0	654.0	0.66
Garbanzo grano	234.0	187.2	0.80
Maíz forrajero en verde	36.0	1,222.0	33.94
Maíz grano	758.0	1,802.0	2.50
Sorgo forrajero en verde	68.0	2,620.0	38.53
Tomate rojo (jitomate)	12.0	240.0	20.00
Tomate verde	4.0	46.8	11.70
Zempoalxochitl	24.0	295.0	12.29

PRINCIPALES CULTIVOS PERENNES

	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
Agave	432.0	806.0	62.00
Alfalfa verde	202.0	17,170.0	85.00
Caña de azucar	15.0	540.0	60.00
Durazno	6.0	25.8	4.30

DIESEL AGROPECUARIO

	Solicitudes	Productores	Litros
2003	456	450	128,080
2004	297	294	98,020
2005	304	302	101,490

DOTACIÓN DE LECHE LICONSA

Puntos de atención *	3
Niños beneficiados	608
Dotación anual (lts)	101,475
Importe ($)	355,163

PROGAN

	Productores	Vientres	Superficie (ha)	Monto ($)
2003	0	0	0	0
2004	0	0	0	0
2005	0	0	0	0

PROCAMPO

	Primavera-Verano Solicitudes	Primavera-Verano Productores	Primavera-Verano Superficie (ha)	Otoño-Invierno Solicitudes	Otoño-Invierno Productores	Otoño-Invierno Superficie (ha)
2000	3,716	1,157	2,901.9	245	168	123.3
2001	3,844	1,138	2,955.0	241	164	122.3
2002	3,834	1,133	2,937.3	241	166	122.5
2003	3,921	1,161	2,968.1	240	164	121.9
2004	3,909	1,163	2,960.6	236	161	121.6
2005	3,922	1,164	2,991.5	239	164	122.9

FAPRAC

2006	
Localidades	0
Beneficiarios	0
Superficie(ha)	0
Apoyo($)	0

ALIANZA PARA EL CAMPO

Inversión Productiva	Inversión (miles de $)	Beneficiarios
2004	955.56	409
2005	3,357.37	163

I. Datos Generales

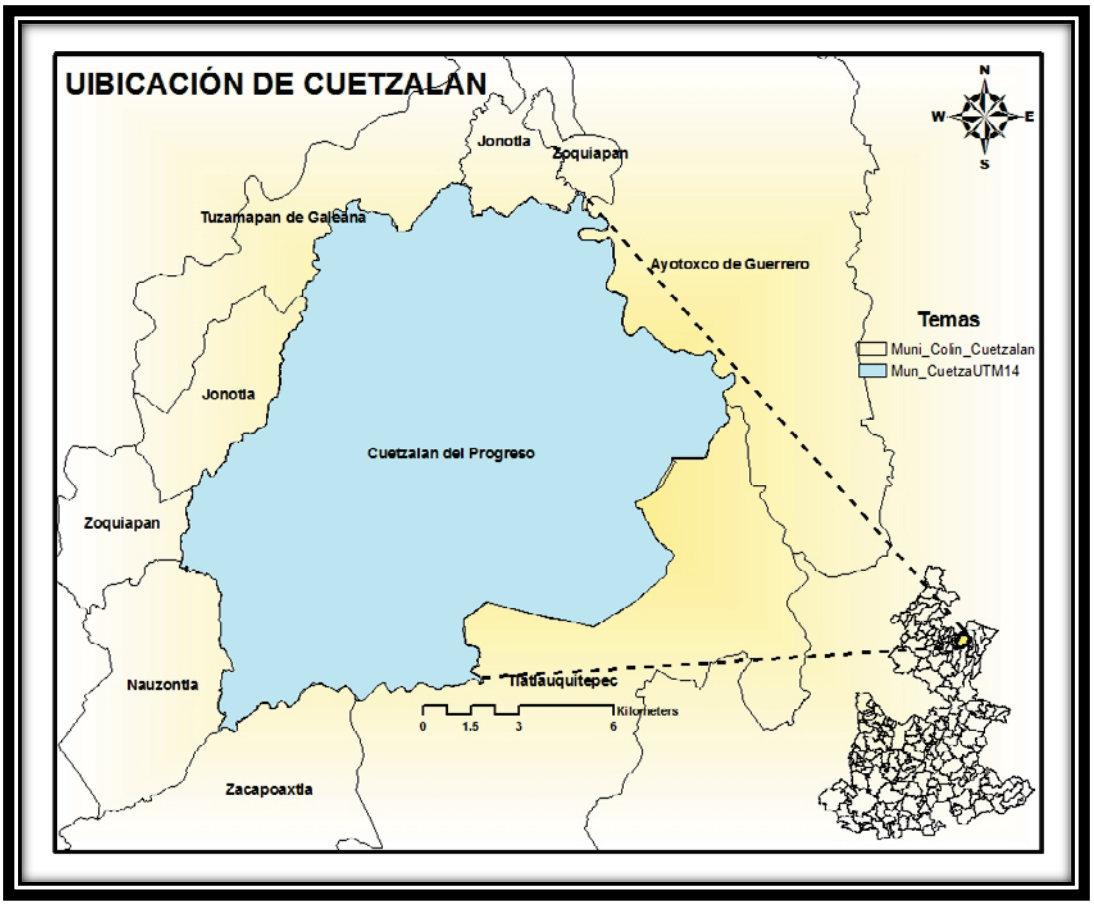
A. Geografía física

Cuetzalan del Progreso se localiza en el estado de Puebla en las coordenadas 19° 57´ y 20° 06´de latitud norte; los meridianos 97° 23´ y 97° 35´ de longitud oeste; altitud entre 1, 800 y 1, 600 msnm.

El municipio se localiza en el norte del estado de Puebla, muy cerca del límite con Veracruz. Limita al norte con Jonotla y Tenampulco; al este, con Ayotoxco de Guerrero y Tlatlauquitepec; al sur, con Zacapoaxtla y al oeste, con Zoquiapan. El norte de este municipio lo constituye el declive de la Sierra Norte de Puebla —nombre con que se conoce el tramo de la Sierra Madre Oriental en el norte poblano— hacia la Llanura Costera del Golfo. Por el sur, una cadena de cerros atraviesa el municipio de este a oeste, penetrando en el territorio de Tlatlauquitepec.

Este municipio ocupa el 0.5 % de la superficie del estado, tiene una superficie de 181.65 kilómetros cuadrados que lo ubica en el lugar 96 con respecto a los demás municipios del estado. Ver Ilustración 1.

Ilustración 6
Ubicación del Municipio Cuetzalan del Progreso



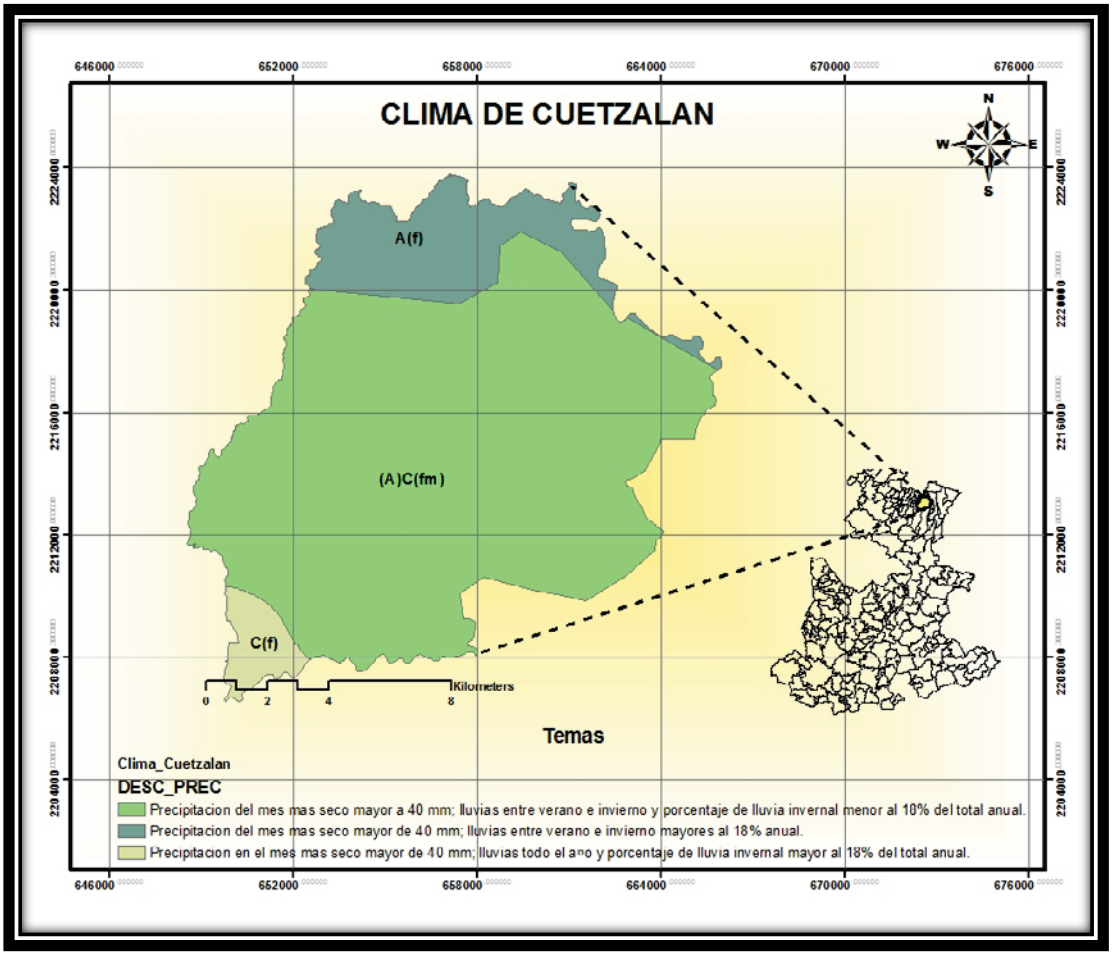
Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

1. Clima

En la zona del municipio se presenta un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la parte alta de la cuenca; cálido húmedo y subhúmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la cuenca baja. La temperatura media anual es de 14-26 °C y la precipitación total anual es de 1,200 hasta más de 4,000 mm, con una evaporación de 1064-1420 mm.

El municipio tiene una temperatura media anual de 20.3 C y una precipitación media anual de 3, 804 mm, que está por encima de la precipitación media anual del país. Ver Ilustración 2.

Ilustración 7
Mapa del Cuetzalan del Progreso con sus principales Climas



Fuente: Clima 1:250, 000, INEGI.

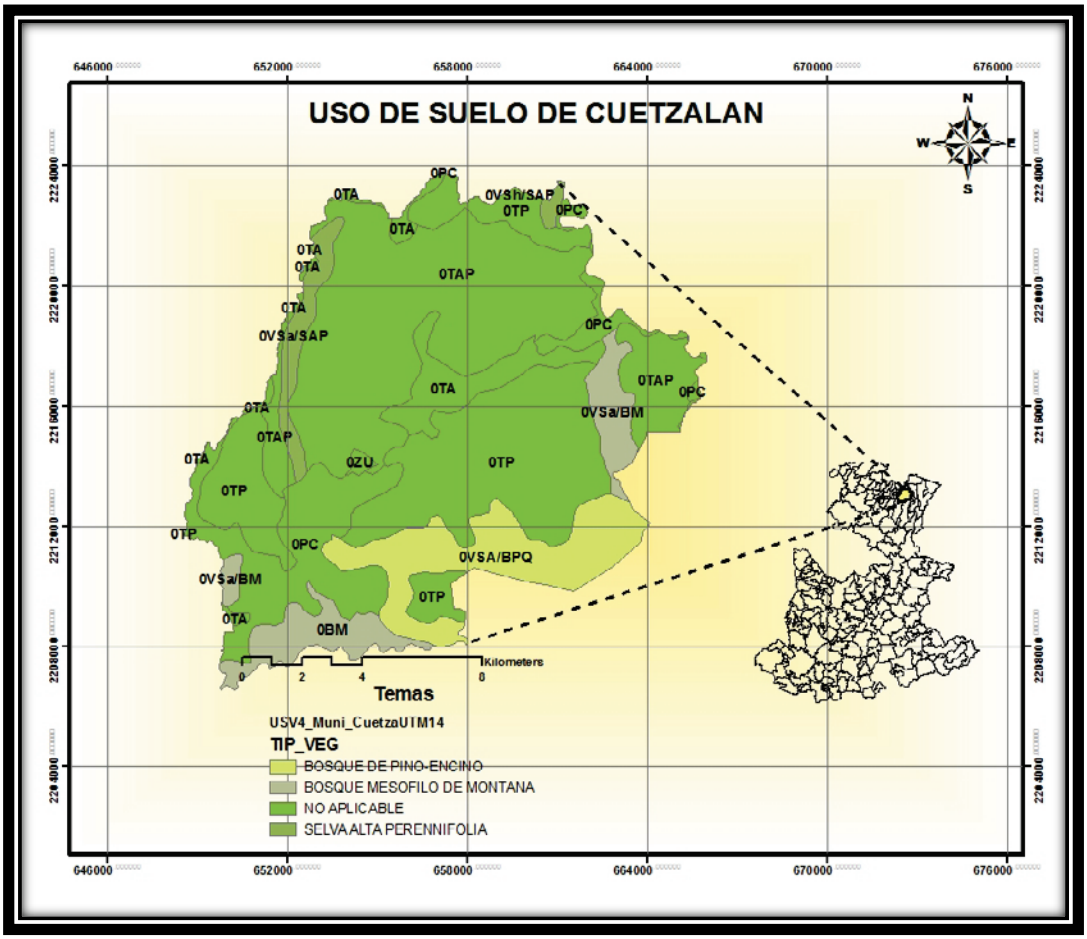
2. Uso de suelo y vegetación

La vegetación que existe es propia del bosque tropical perennifolio con lluvias durante la mayor parte del año con una temperatura superior a los 22 °C en el mes más cálido, dan un clima subtropical húmedo. El bosque mesófilo de montaña o bosque de niebla, que abunda en esta zona donde la humedad es un poco más elevada, y la vegetación no han sido alteradas por las actividades humanas. Fisonómicamente es un bosque denso, con árboles de entre 15 y 20 m de altura, presenta un estrato arbóreo bajo, así como un estrato arbustivo bien definido.

El estrato herbáceo resulta exuberante, con un gran número de diferentes especies. La cantidad de Briofitas y Pteridofitas es elevada y hay gran abundancia de trepadoras (entre ellas Rhus sp.) y epífitas (de las familias Orchidaceae, Piperaceae y Bromeliaceae). Dentro del estrato arbóreo, la especie importante pertenece al género Quercus.

Con base en la cartografía de INEGI a escala 1:250, 000 se determinó el uso de suelo que existe en el municipio. El uso de suelo de este municipio lo podemos resumir de la siguiente forma: Agricultura (64%) y zona urbana (3%). Su vegetación está conformada por selva perennifolia (3%), bosque de Coníferas (11%) y pastizal (12%). Ver Ilustración 3.

Ilustración 3
Mapa del Municipio Cuetzalan del Progreso con sus principales Usos de Suelo y Vegetación



Fuente: Uso de Suelo y Vegetación serie IV 1:250, 000, INEGI.

3. Edafología

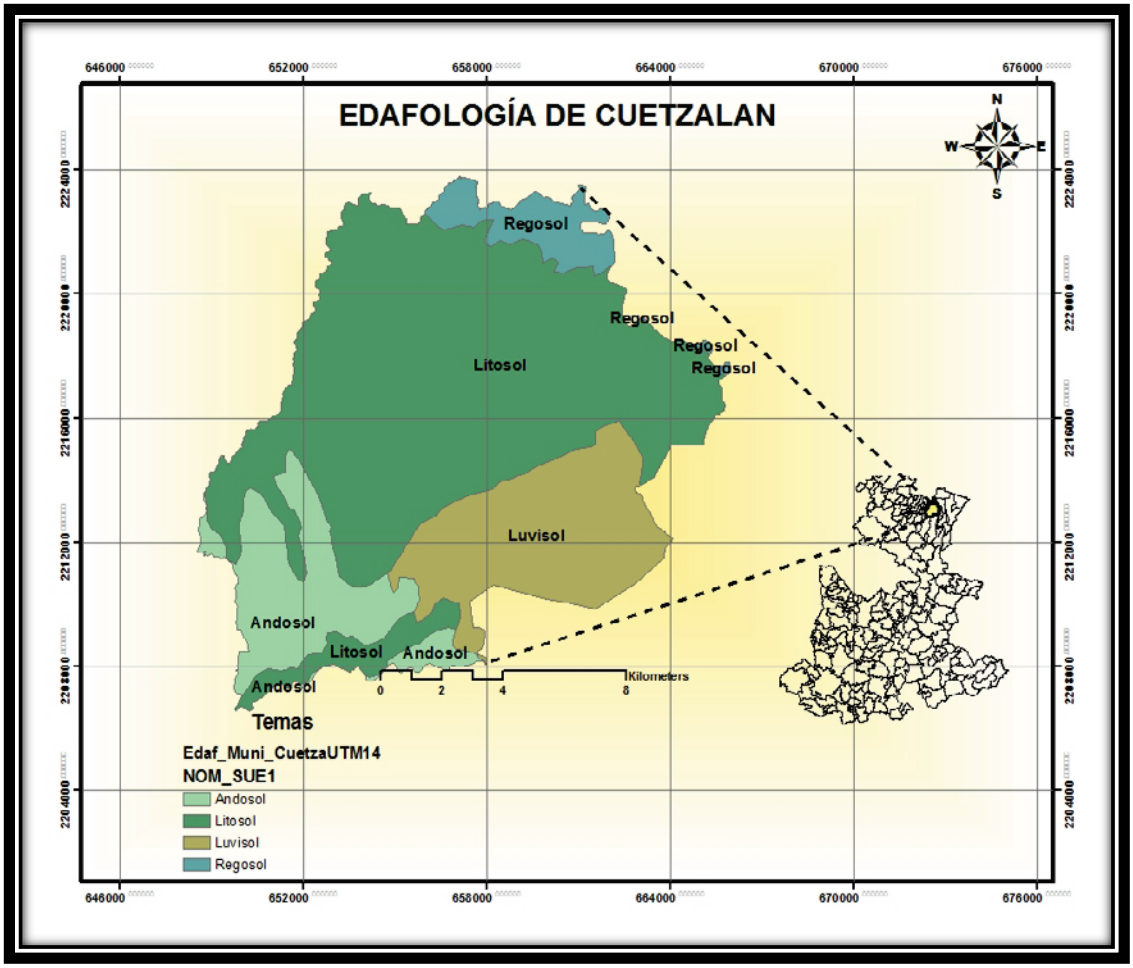
En el municipio se identifican suelos pertenecientes a cuatro grupos diferentes:

- Litosol: Es el suelo predominante en el municipio y cubre la parte septentrional y la rivera del Río Apulco.
- Regosol: Se localizan en un área reducida al noroeste.
- Luvisol: Ocupan una extensa área y presentan fase lítica profunda (roca entre 50 y 100 centímetros de profundidad).
- Andosol: Se localizan en la porción suroeste; presentan fase petrocálcica (caliche endurecido a menos de 50 centímetros de profundidad).

El municipio pertenece a dos regiones morfológicas; de la cota 1000 hacia el sur, a la sierra norte; y de la misma cota hacia el norte al declive de Golfo. La sierra Norte o sierra de Puebla está formada por sierras más o menos individuales, paralelas, comprimidas y que suelen formar grandes o pequeñas altiplanicies intermontañas; en tanto que el declive del Golfo es el septentrional de la sierra norte hacia la llanura costera del Golfo de México, caracterizado por numerosas chimeneas volcánicas y lomas aisladas. La principal característica es la larga y baja sierra que atraviesa de oeste a este la parte sur; la sierra se levanta a 1, 000 metros sobre el nivel del mar, presenta una serie de picos más o menos alineados y se prolonga hasta Tlatlauquitepec.

De la sierra hacia el sur se presenta un brusco declive de más de 600 metros en solo dos kilómetros hacia el Río Apulco. De la sierra hacia el norte, y que es la característica de la mayor parte del municipio, se observa un continuo pero irregular declive con gran cantidad de cerros aislados como el Totolixipil, Caxaltepec y Cuamono y con algunas sierras cortas y bajas, destacando la que corre al oriente y que es continuación de la sierra meridional ya mencionada, de la cual el cerro Nectepec es el más representativo. El descenso sur-norte no es tan marcado como el de la sierra hacia el sur, pues llega a ser de 1200 metros en solo 9 kilómetros. Ver Ilustración 4.

Ilustración 4
Mapa del Municipio Cuetzalan del Progreso con sus principales suelos



Fuente: Edafología 1:250, 000, INEGI.

4. Hidrografía

El municipio pertenece a la vertiente septentrional del estado, formada por las distintas cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo de México y que se caracterizan por sus ríos jóvenes y con una gran cantidad de caídas.

Localizado en la cuenca del Río Tecolutla, es cruzado por el Apulco, el cual corre por una gran parte de la sierra norte, baña el suroeste de oeste a este, sirviendo de límite por cinco kilómetros con Zacapoaxtla, sale del municipio hacia Tlatlauquitepec, cambia de dirección dirigiéndose hacia el norte, donde vuelve a entrar a Cuetzalan bañando al noroeste, sirviendo de límite con Ayotoxco por

más de 12 kilómetros. Por su parte, los ríos Cuichatl y Zoquitate recorren de oeste a este la parte central hasta unirse al Apulco. Ver Ilustración 5.

Ilustración 5
Mapa del Municipio Cuetzalan del Progreso con sus Principales Rasgos Hidrográficos

Fuente: Hidrología 1:250, 000, INEGI.

4.1 Hidrología de la Cuenca de aportación a Cuetzalan del Progreso

La cuenca del Río Tecolutla se encuentra entre los paralelos 19°28' y 20°30' de latitud norte y entre los meridianos 96°58' y 98°15' de longitud. Políticamente está ubicada en los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Veracruz, el área que drena, hasta la desembocadura en el Golfo de México, se estima en 7 342 km^2.

En la cuenca se pueden distinguir tres zonas: a) La parte alta, en la Sierra Madre Oriental, en la que los cauces se encuentran alojados en cañones angostos y profundos con fuertes pendientes. b) La parte intermedia, en donde disminuye la pendiente del cauce y es posible construir vasos de almacenamiento para generar energía eléctrica. c) La parte baja, que atraviesa la planicie costera del estado de Veracruz hasta la desembocadura en el Golfo de México. En el mapa se observa las cuencas de aportación (cuenca del Río Tecolutla). Ver Ilustración 6. En la tabla 1 se muestra la información del Río Tecolutla.

Ilustración 6
Mapa del Municipio Cuetzalan del Progreso con sus Cuencas de Aportación.

Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI.

Tabla 1
Información de la cuenca del Río Tecolutla

Cuenca	Clave	RH	Cve_cuen	Subcue	Subcuenca	Area_km2	Porcentaje
R. TECOLUTLA	RH27	TUXPAN - NAUTLA	B	a	R. Tecolutla	1613.232	20.725
				f	R. Joloapan	507.208	6.516
				b	R. Necaxa	901.988	11.588
				c	R. Laxaxalpan	1636.645	21.026
				e	R. Apulco	2067.448	26.561
				d	R. Tecuantepec	1057.324	13.584

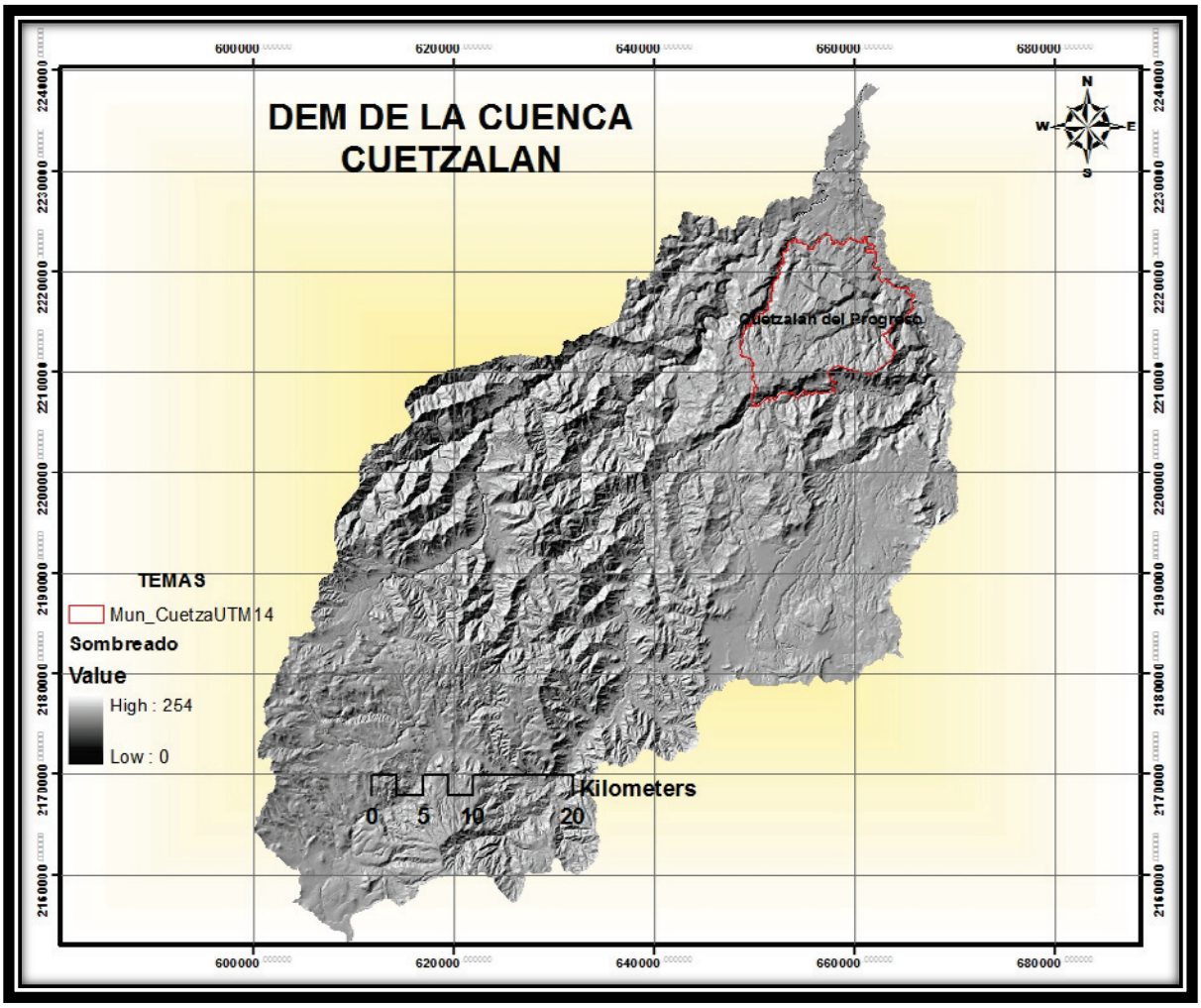
Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI

4.2 Características fisiográficas de la Cuenca de aportación a Cuetzalan del Progreso

A partir del Modelo Digital de Elevaciones extraído del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI, se definió la delineación de la cuenca con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 con la extensión Hydrologic Model System, HMS, obteniendo un área 3084 Km^2, y un perímetro de 406400 m. En el siguiente mapa se muestra la delimitación de la cuenca. En el mapa 6 se observa la delineación de la cuenca.

- Área de la Cuenca: 3084 Km^2
- Perímetro de la Cuenca: 406400 m
- Pendiente media de la cuenca**:** 36.46% clasificada como Fuerte. (Ver Ilustración 7)

Ilustración 7
Mapa del Municipio Cuetzalan del Progreso con su Modelo de Elevación Digital de la Cuenca



Fuente: Modelo de Elevación Digital, INEGI.

4.3 Análisis Climatológico en la cuenca que drena a Cuetzalan del Progreso.

Para un buen análisis de este parámetro es de importancia la distribución espacial y temporal de los registros de datos que se tengan, así como la continuidad del periodo.

La información climatológica existente se trata de registros históricos con datos de precipitación pluvial, temperaturas (mínima, media y máxima), evaporación,

dirección dominante del viento y otros fenómenos meteorológicos como granizo y neblina. Ver Tabla 2.

Tabla 2
Datos Climatológicos Medios (temperatura y lluvia) de la Estación climatológica localizada dentro del municipio

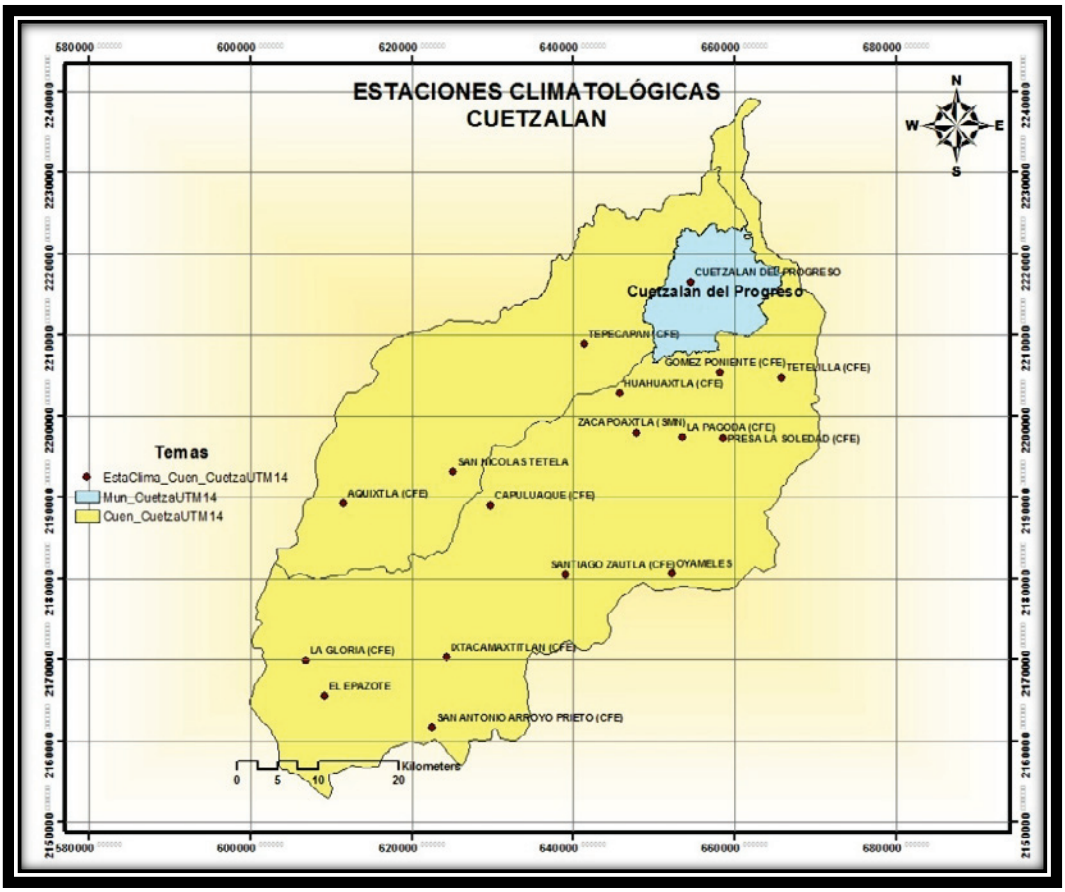
Nombre	Cuetzalan del Progreso		
Clave de la Localidad	210430001		
Clave climática	(A)C(fm)		
Propiedad	**Valor**	**Propiedad**	**Valor**
Temp. Media Enero °C	15.5	Lluvia Media Enero mm	135
Temp. Media Febrero °C	17.1	Lluvia Media Febrero mm	116
Temp. Media Marzo °C	19.2	Lluvia Media Marzo mm	124
Temp. Media Abril °C	21.9	Lluvia Media Abril mm	140
Temp. Media Mayo °C	23.5	Lluvia Media Mayo mm	197
Temp. Media Junio °C	23.5	Lluvia Media Junio mm	474
Temp. Media Julio °C	22.4	Lluvia Media Julio mm	612
Temp. Media Agosto °C	23	Lluvia Media Agosto mm	533
Temp. Media Septiembre °C	22.3	Lluvia Media Septiembre mm	673
Temp. Media Octubre °C	20.3	Lluvia Media Octubre mm	391
Temp. Media Noviembre °C	18.2	Lluvia Media Noviembre mm	250
Temp. Media Diciembre °C	16.5	Lluvia Media Diciembre mm	159

Fuente: (INEGI, 2010)

Los datos de precipitación corresponden a valores registrados cada 24h por una red de pluviómetros. Se procesaron estadísticamente y se obtuvo la precipitación media mensual en la cuenca de aportación.

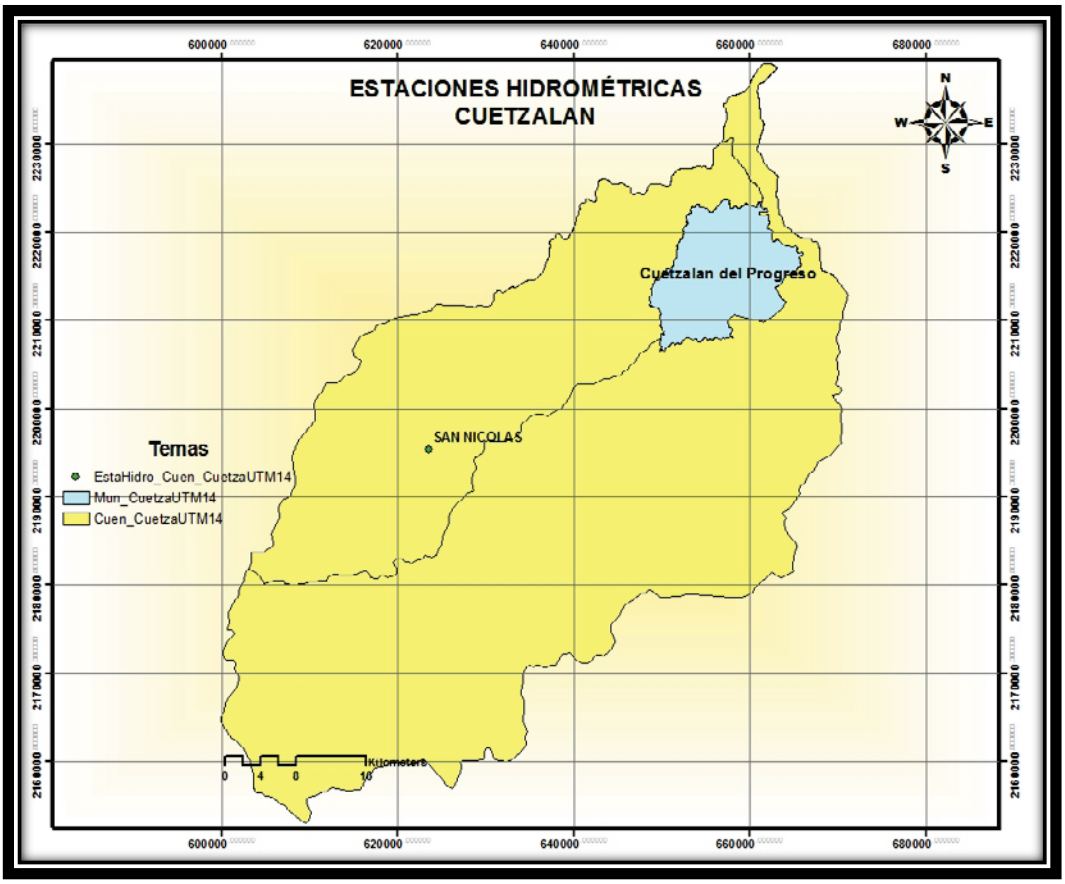
En la zona de estudio se localizaron 17 estaciones Climatológicas y una estación hidrométrica las cuales se distribuyen espacialmente en la zona de estudio. Ver Ilustraciones 8 y 9.

Ilustración 8
Mapa del Municipio Cuetzalan del Progreso con Estaciones Climatológicas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Climatológicas, 1:250, 000, INEGI

Ilustración 9
Mapa del Municipio Cuetzalan del Progreso con Estaciones Hidrométricas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Hidrométricas, Hidrométricas 1:250, 000, INEGI.

En las tablas 3 y 4 se muestran los datos de las estaciones climatológicas e hidrométrica presentes en el área de la cuenca.

Tabla 3
Estaciones climatológicas de la cuenca

Clave	Nombre	Estado	Altura	Latitud	Longitud
21008	AQUIXTLA (CFE)	**PUEBLA**	2310	19.7956	-97.9356
21011	TETELILLA (CFE)		1085	19.9319	-97.4158
21021	CAPULUAQUE (CFE)		2180	19.7917	-97.7611
21032	CUETZALAN DEL PROGRESO		865	20.0389	-97.5222
21043	HUAHUAXTLA (CFE)		1625	19.9156	-97.6072
21047	IXTACAMAXTITLAN (CFE)		2175	19.6228	-97.8142
21055	LA PAGODA (CFE)		1570	19.8661	-97.5342
21059	OYAMELES		2650	19.7142	-97.5475
21064	PRESA LA SOLEDAD (CFE)		1800	19.8644	-97.4856
21069	SAN ANTONIO ARROYO PRIETO (CFE)		2140	19.545	-97.8325
21103	ZACAPOAXTLA (SMN)		1820	19.8717	-97.5883
21111	SANTIAGO ZAUTLA (CFE)		1940	19.7144	-97.6728
21174	TEPECAPAN (CFE)		542	19.9708	-97.6492
21208	GOMEZ PONIENTE (CFE)		2430	19.9381	-97.4892
21242	SAN NICOLAS TETELA		1725	19.8294	-97.8058
29012	LA GLORIA (CFE)	**TLAXCALA**	2750	19.6206	-97.98
29165	EL EPAZOTE		2430	19.5806	-97.9583

Tabla 4
Estación hidrométrica de la cuenca

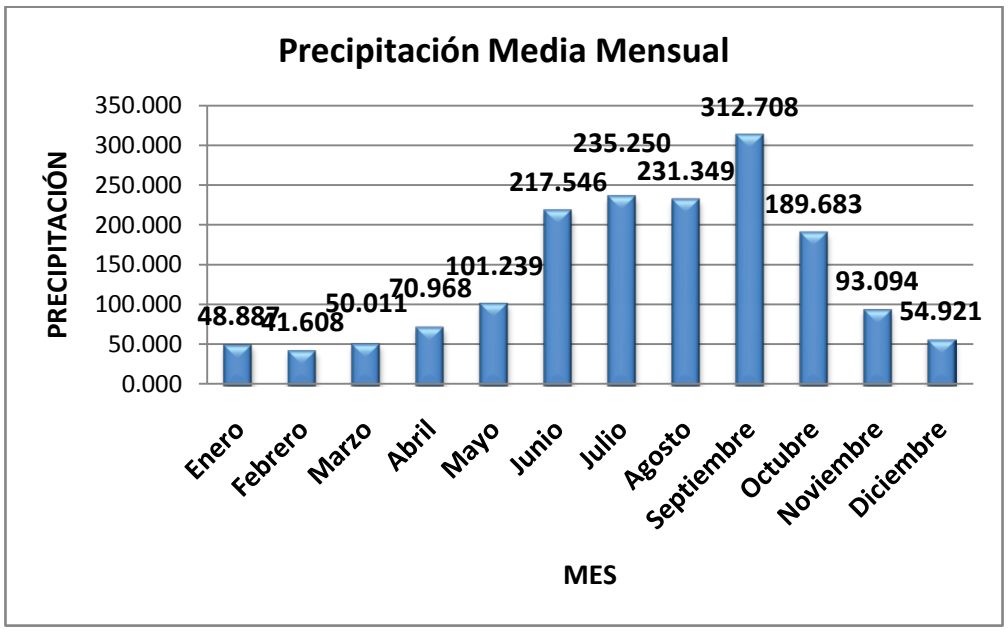
NUM	NOMBRE	EDO	R_H	CUENCA	CORRIENTE	ALT	LAT	LONG
463	SAN NICOLAS	PUE	27	TUXPAN-NAUTLA	ZEMPOALA	1600	19.85	-97.82

4.4 Comportamiento de las lluvias en la cuenca

A partir de los datos de precipitación tomados de la base de datos CLICOM 2008 del Servicio Meteorológico Nacional, acumulada por mes, se determinó el comportamiento de la distribución temporal de la precipitación pluvial a lo largo del año en la zona de estudio.

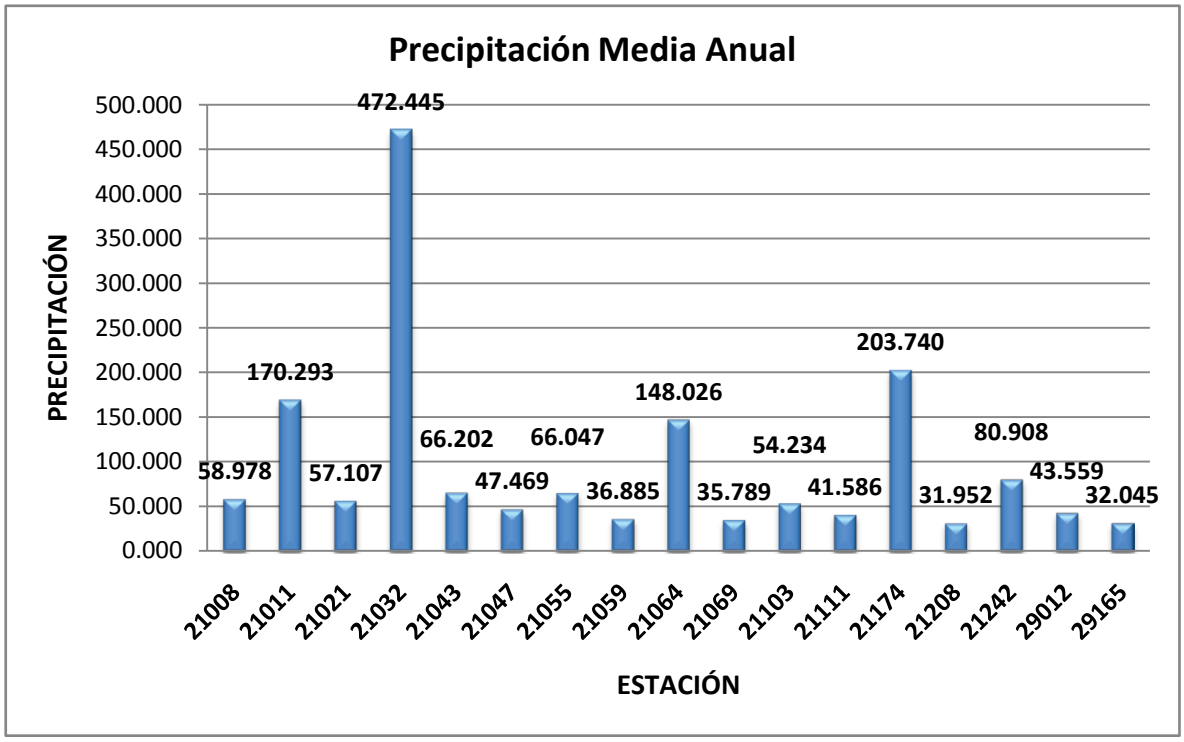
En la Ilustración 10 se puede apreciar que la época de lluvias se puede delimitar entre los meses de junio a octubre. Se concluye también que el mes más lluvioso es septiembre, con un valor del 312 mm, seguido de julio, con 235 mm.

Ilustración 10
Gráfica de la precipitación Media Mensual del Municipio Cuetzalan del Progreso



Con respecto a la precipitación anual por estación se observa en la Ilustración 11, la estación 21032 presenta el valor más alto con 472.445 (mm), seguida de la estación 21274 con un valor de 203.740 (mm).

Ilustración 11
Gráfica de la precipitación Media Anual del Municipio Cuetzalan del progreso



5. Uso potencial del Suelo y zona urbana

El municipio tiene las siguientes posibilidades de uso de suelo:

Agrícola: Para la agricultura manual continua (43%), para la agricultura de tracción animal estacional (1%), y cuenta con (56%) que no es apta para la agricultura. Pecuario: Para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (14%), para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (30%) y un (56%) que no es apta para uso pecuario. Zona Urbana: está creciendo sobre rocas sedimentarias del Cretácico, en sierra alta escarpada; sobre áreas donde originalmente había suelo denominado leptosol; tienen clima semicálidos húmedo con lluvias todo el año, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura, pastizal y selva. Ver Ilustración 11.

II. Datos Poblacionales

A) Perfil socio-demográfico

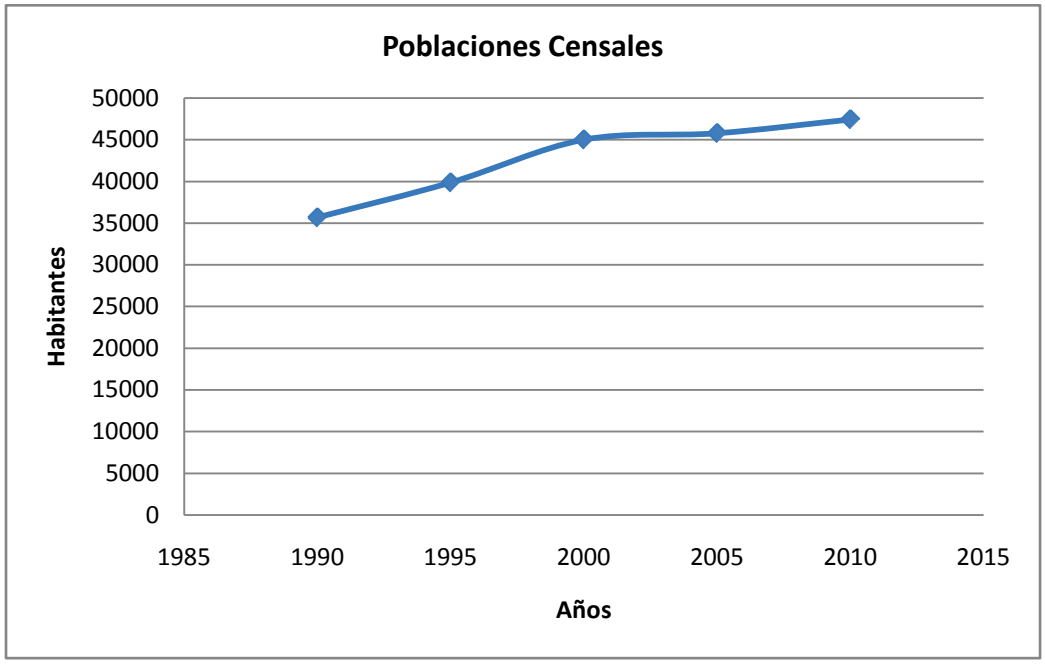
Este municipio presentó el siguiente crecimiento poblacional según los datos censales y conteos poblacionales que INEGI realizó en 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Ver Tablas 5 y 6, Ilustraciones 12 y 13.

Tabla 5
Datos de Población de los diferentes censos y conteos poblaciones, INEGI.

1990	1995	2000	2005	2010
35676	39866	45010	45781	47433

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 12
Gráfica del crecimiento poblacional del Municipio Cuetzalan del Progreso



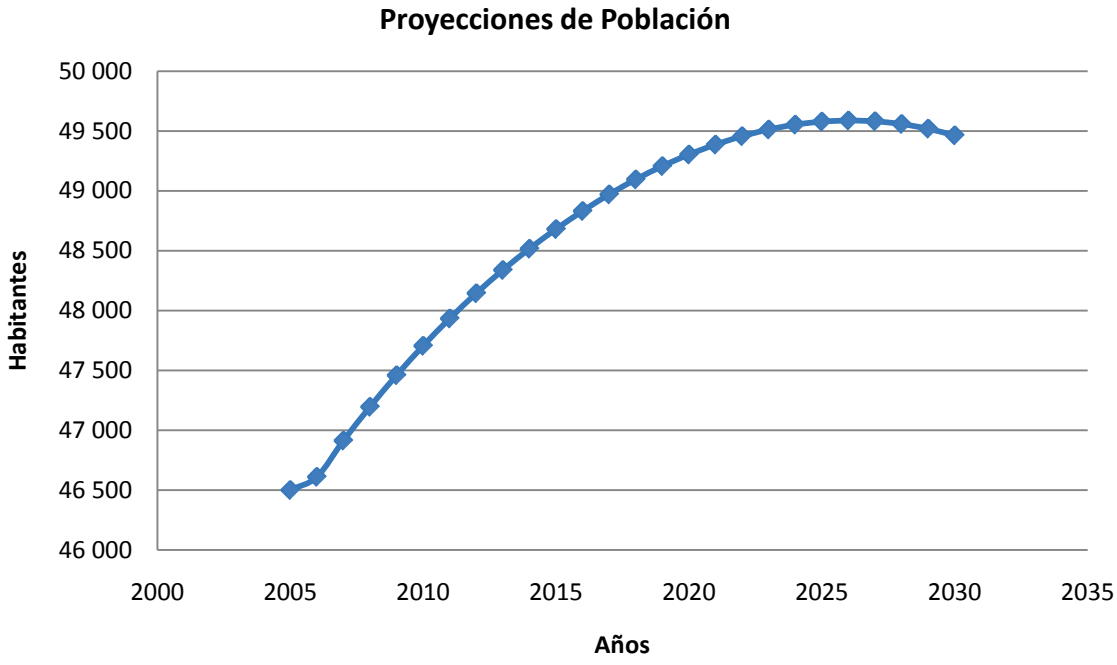
Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Tabla 6
Proyecciones de la Población en el municipio Cuetzalan del Progreso, según la CONAPO

Año	Población	Año	Población
2005	46 499	**2018**	49 094
2006	46 609	**2019**	49 205
2007	46 912	**2020**	49 302
2008	47 194	**2021**	49 385
2009	47 458	**2022**	49 455
2010	47 704	**2023**	49 511
2011	47 932	**2024**	49 552
2012	48 143	**2025**	49 577
2013	48 337	**2026**	49 586
2014	48 515	**2027**	49 580
2015	48 679	**2028**	49 557
2016	48 830	**2029**	49 518
2017	48 969	**2030**	49 462

Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

Ilustración 13
Gráfica de las proyecciones de crecimiento poblacional según la CONAPO



Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

B. Grado de Marginación[17]

En esta sección se presentarán indicadores socio–económicos, índices, grado de marginación y el lugar que ocupa el municipio en el contexto nacional y estatal. La información es tomada del índice de marginación por entidad federativa publicado por CONAPO en 2010. Ver Tabla 7.

Tabla 7
Indicadores de socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal en el municipio de Cuetzalan del Progreso

Concepto	21
Clave de la entidad federativa	043
Clave del municipio	Cuetzalan del Progreso
Municipio	47 433
Población total	20.04
% Población de 15 años o más analfabeta	38.09
% Población de 15 años o más sin primaria completa	14.31
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	12.99
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	16.45
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	63.39
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	25.15
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	87.44
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	77.24
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	1.05967
Índice de marginación	Muy alto
Grado de marginación	39.646
Índice de marginación escala 0 a 100	26
Lugar que ocupa en el contexto estatal	369

Fuente: (CONAPO, 2010)

C. Grupos Étnicos

Tabla 8
Datos de Población hablante de lengua Indígena, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	-	24689	27900	29261	30738
Población en hogares censales indígenas	-	-	-	36680	38677

[17] El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

D. Educación

El grado promedio de escolaridad de la población de Cuetzalan del Progreso, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010), es de 6.19 años. La población analfabeta de 15 años y más fue de 6, 230 personas (13.1%), mientras que la población de 15 años y más sin escolaridad fue de 5, 012 habitantes (10.5%).

El municipio cuenta con 17 escuelas a nivel preescolar, 27 escuelas de preescolar indígena, 25 escuelas de preescolar CONAFE, 31 escuelas primarias formales, 26 primarias Indígenas, 23 primarias de CONAFE, 16 secundarias y tres bachilleratos[18].

E. Salud

La atención a la salud en el municipio de Cuetzalán se proporciona a través de cinco clínicas del IMSS-SOLIDARIDAD, DIF, una IMSS, una I.N.I, una del ISSSTEP y dos de la SS; cuenta con 84 casas de salud en sus localidades equipados con tecnología de punta[19]. La población no derechohabiente de servicios de salud en 2010 correspondió a 15, 084 habitantes, es decir el 31.8% de los habitantes de Cuetzalan del Progreso.

[18]INAFED (2009) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Puebla, Cuetzalán del Progreso. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Puebla. [En Línea], Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/puebla/Mpios/21043a.htm

[19] Ibíd.

F. Hogares

Tabla 9
Datos de Hogares con jefatura femenina, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hogares censales con jefatura femenina	-	-	1548	1853	2553
Hogares censales con jefatura masculina	-	-	7235	7784	8109
Total de Hogares	-	-	8783	9637	10662
Población en hogares censales con jefatura femenina	-	-	6025	6985	9458
Población en hogares censales con jefatura masculina	-	-	38096	38696	37975
Población en hogares censales	-	-	44121	45681	47433

En el año 2000 el 17.6% de hogares censados estaba a cargo de la jefatura femenina, en el 2005 representó el 19.2% y en el año 2010 el 23.9%. Ello significó que en el 2000, el 13.6% de la población de Cuetzalan del Progreso habitaba en un hogar con jefatura femenina; el 15.29% en 2005 y el 19.9% en año 2010. Ver Tabla 9.

G. Actividades Económicas

Las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, así como actividades industriales, de comercio y de servicios. La actividad agrícola se caracteriza por la producción de granos, café y maíz, en frutas destacan el mamey, el plátano, la naranja, maracuyá, macadamia (nuez redonda) y pimienta; también se cría ganado bovino, porcino y equino, así como aves de corral y traspatio[20].

La Población Económicamente Activa (PEA) en el año 2000 correspondió a 15, 564 personas, de las cuales, el 68% se encontraban ocupadas en el sector primario. Ver Tabla 10. En el año 2010, la PEA en Cuetzalan del Progreso ascendió a 16623 habitantes.

[20] Ibíd.

Tabla 10
PEA por sector en porcentaje

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	68
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	11
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	18

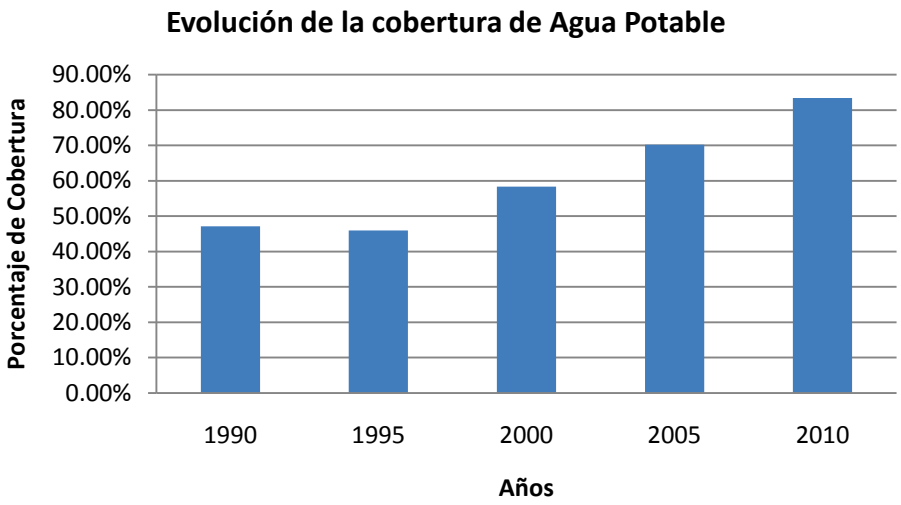
Fuente: (INAFED, 2009)

H. Coberturas*

* Dato calculado con la relación

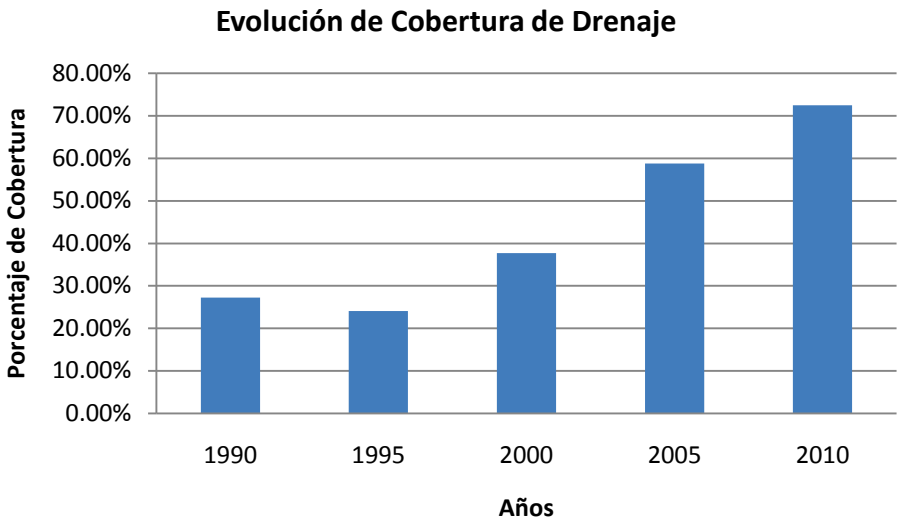
$$\frac{Total\ de\ Viviendas\ Particulares\ habitadas}{Viviendas\ que\ disponen\ del\ servicio} = \%\ de\ cobertura$$

Ilustración 14
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Agua Potable en el municipio Cuetzalan del Progreso



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 15
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Drenaje en el municipio Cuetzalan del Progreso



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Ficha Técnica del Municipio

En este apartado se muestra una tabla resumen de los datos más importantes para el desarrollo del presente trabajo. Ver Tabla 10.

Tabla 10
Ficha Técnica Resumen del Municipio Cuetzalán del Progreso

Concepto/ año	1990	1995	2000	2005	2010
Total de Población	35676	39866	45010	45781	47433
Total de localidades	6545	7273	8783	9625	10656
Total de población de localidades urbanas					
Total de localidades urbanas					
Total de población de localidades rurales					
Total de localidades rurales					
Total de Población Masculina	17641	19936	22374	22610	23240
Total de Población Femenina	18035	19930	22636	23171	24193
Total del viviendas particulares habitadas					
Ocupantes de VPH					
Promedio de Habitantes de VPH					
Viviendas que disponen con agua entubada	3086	3341	5123	6756	8888
Viviendas que disponen con drenaje	1783	1751	3309	5655	7727
Cobertura de Agua *	47.15%	45.93%	58.32%	70.19%	83.40%
Cobertura de Drenaje *	27.24%	24.07%	37.67%	58.75%	72.51%
Cobertura de Saneamiento					

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

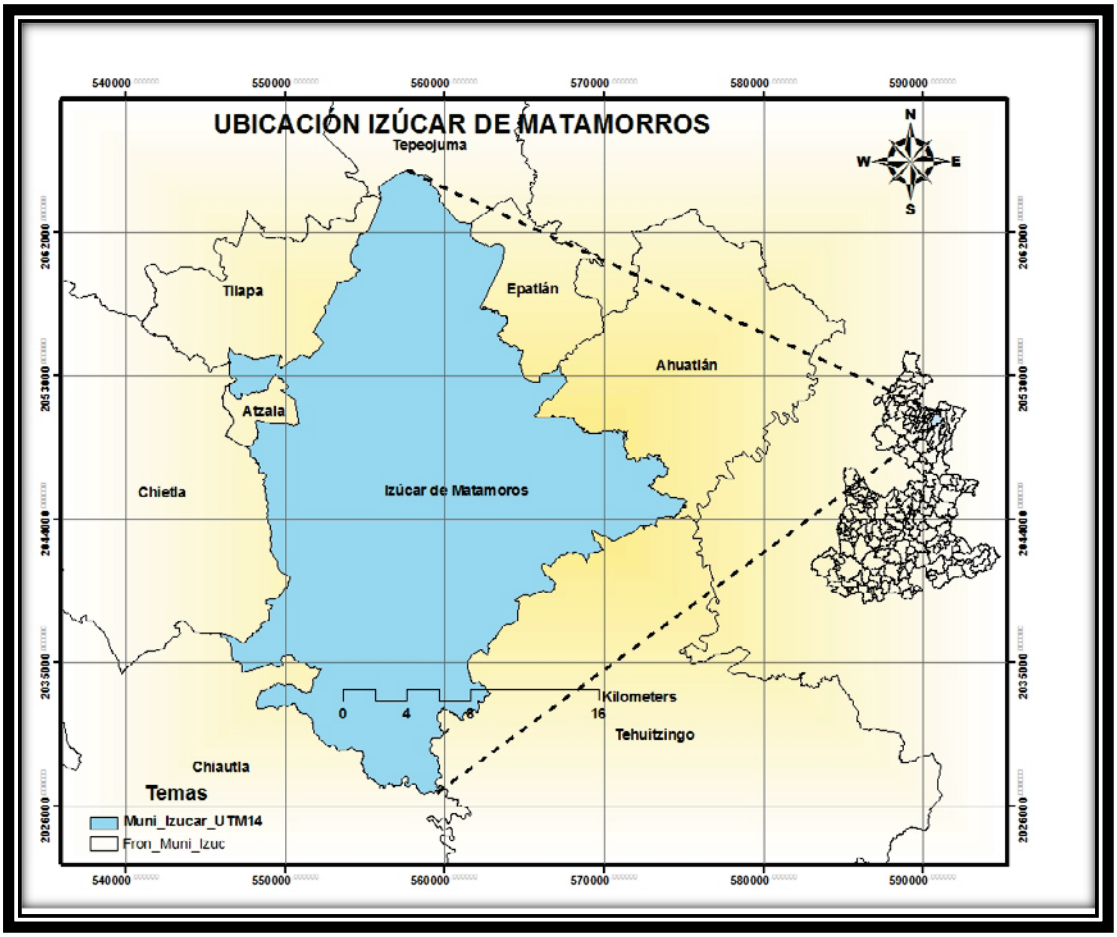
I. Datos Generales

A. Geografía física

Izúcar de Matamoros se localiza en el estado de Puebla en las coordenadas 18° 19´ y 18° 41´de latitud norte; los meridianos 98° 17´ y 98° 34´ de longitud oeste; altitud entre 1,000 y 1,600 msnm y ocupa el 1.6% de la superficie del estado.

El municipio colinda al norte con los municipios de Tilapa, Tepeojuma y Epatlán; al este con los municipios de Epatlán, Ahuatlán y Tehuitzingo; al sur con los municipios de Tehuitzingo y Chiautla; al oeste con los municipios de Chiautla, Atzala, Chietla y Tilapa. Tiene una superficie de 536.66 kilómetros cuadrados, que lo ubica en el lugar 6 con respecto a los demás municipios del estado. Ver Ilustración 1.

Ilustración 8
Ubicación del Municipio Izúcar de Matamoros



Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

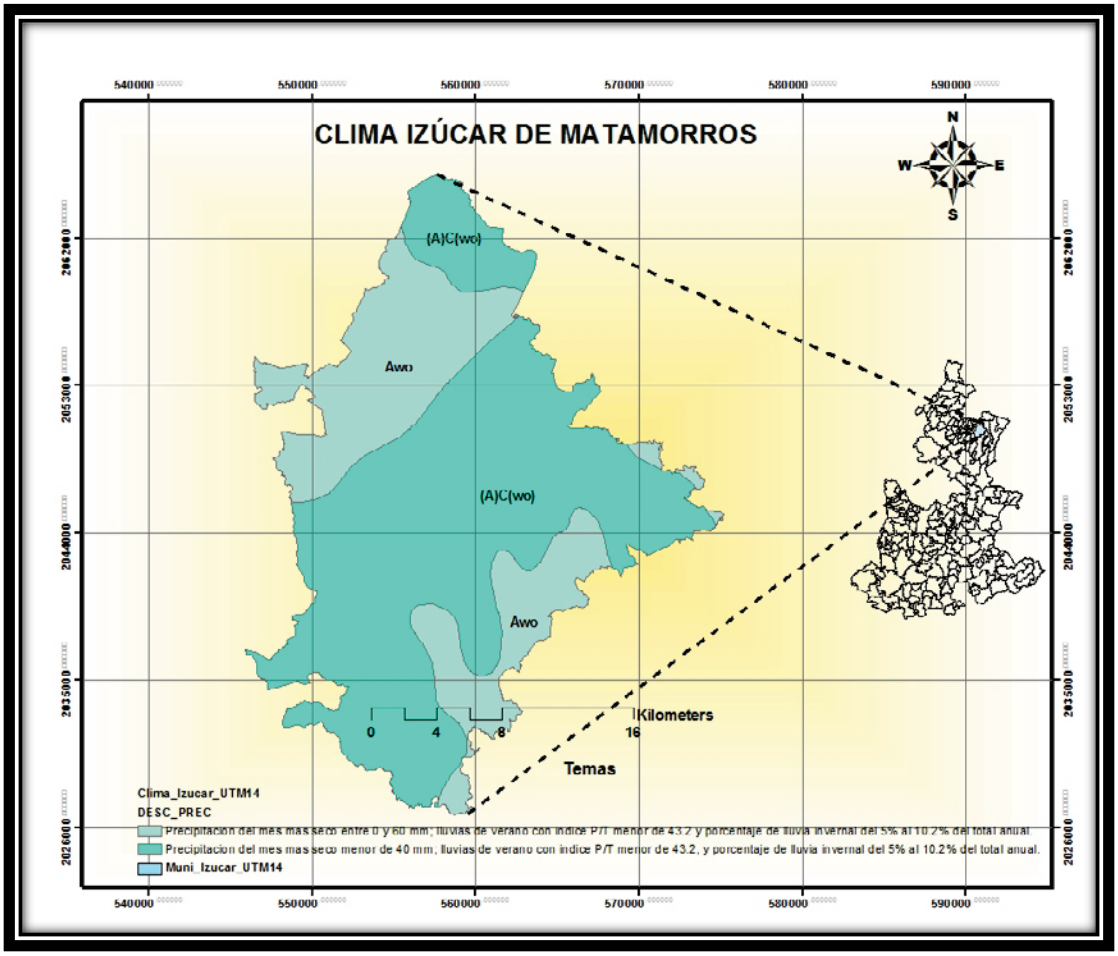
1. Clima

El municipio presenta dos variantes de climas cálidos:

- Clima semicálido: Se localiza en las zonas montañosas del noroeste y suroeste del municipio.
- Clima cálido subhúmedo: Se localiza en todo el municipio exceptuando las zonas montañosas del noroeste y suroeste.

Presenta una pequeña temporada menos lluviosa dentro de la estación de lluvias, llamada también sequía de verano. Tiene entre 60 y 120 días nublados al año, más de 200 días con tempestades y menos de 10 con heladas.

Ilustración 2
Mapa del Izúcar de Matamoros con sus principales climas



Fuente: Clima 1:250, 000, INEGI.

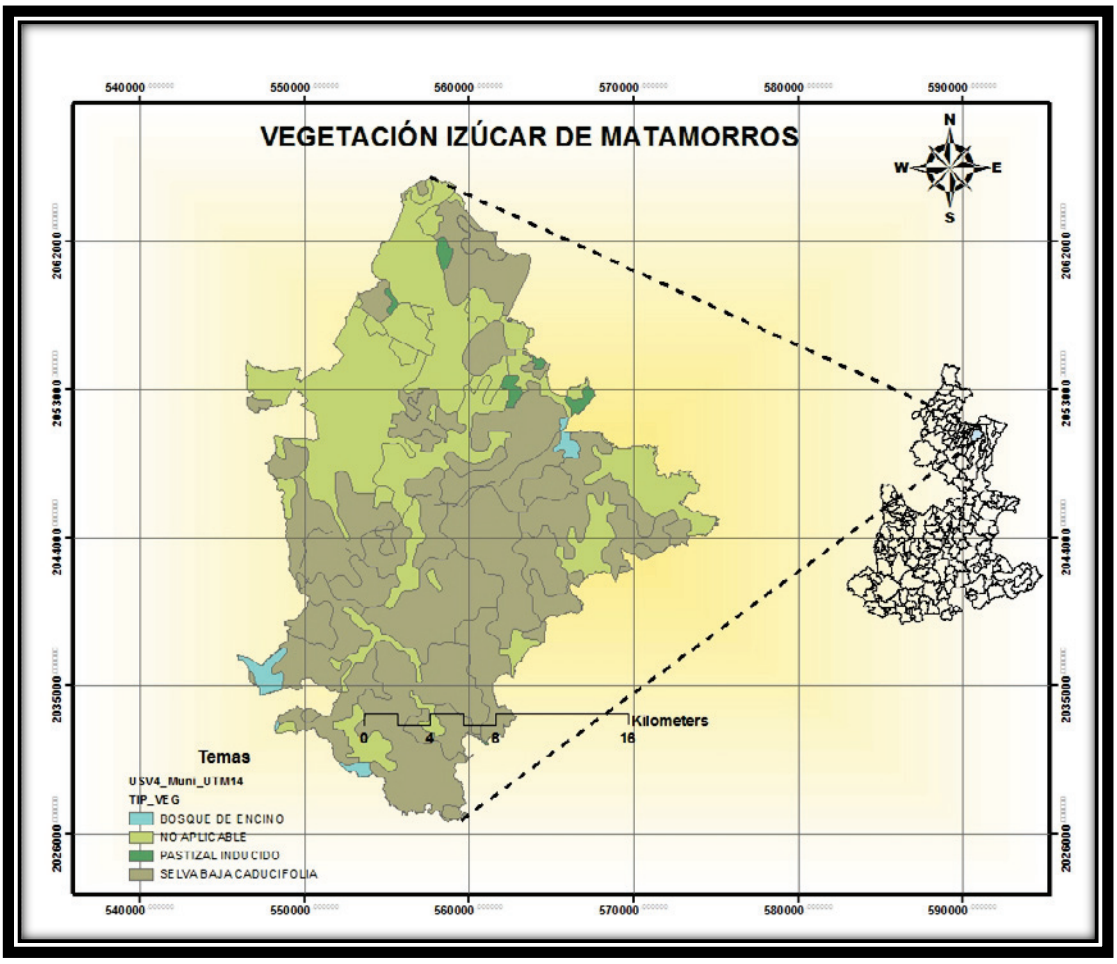
2. Uso de suelo y vegetación

Flora y fauna: la mayor parte del municipio se encuentra cubierta por vegetación de selva baja caducifolia, ya sea asociada a vegetación secundaria arbustiva o arbórea o como única vegetación; se ubica generalmente en la zonas montañosas del municipio, áreas que poco a poco se han ido abriendo al cultivo temporal sobre todo a lo largo de las terracerías.

Con base en la cartografía de INEGI a escala 1:250, 000 se determinó el uso de suelo que existe en el municipio. El uso de suelo de este municipio lo podemos

resumir de la siguiente forma: Agricultura (34%) y zona urbana (2%). Su vegetación está conformada por Selva Caducifolia (62%), Bosque de Encino (1%) y Pastizal Inducido (1%). Ver Ilustración 3.

Ilustración 3
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros con sus principales Usos de Suelo y Vegetación



Fuente: Uso de Suelo y Vegetación serie IV 1:250, 000, INEGI.

3. Edafología

Características del uso del suelo, el municipio presenta cinco grupos de suelos:

- Feozem: Se ubica en un área pequeña al centro-sur del municipio.
- Regosol: Se distribuye en grandes áreas al sur, este y centro.
- Rendzina: Aparece en pequeñas áreas al centro y extremo norte.

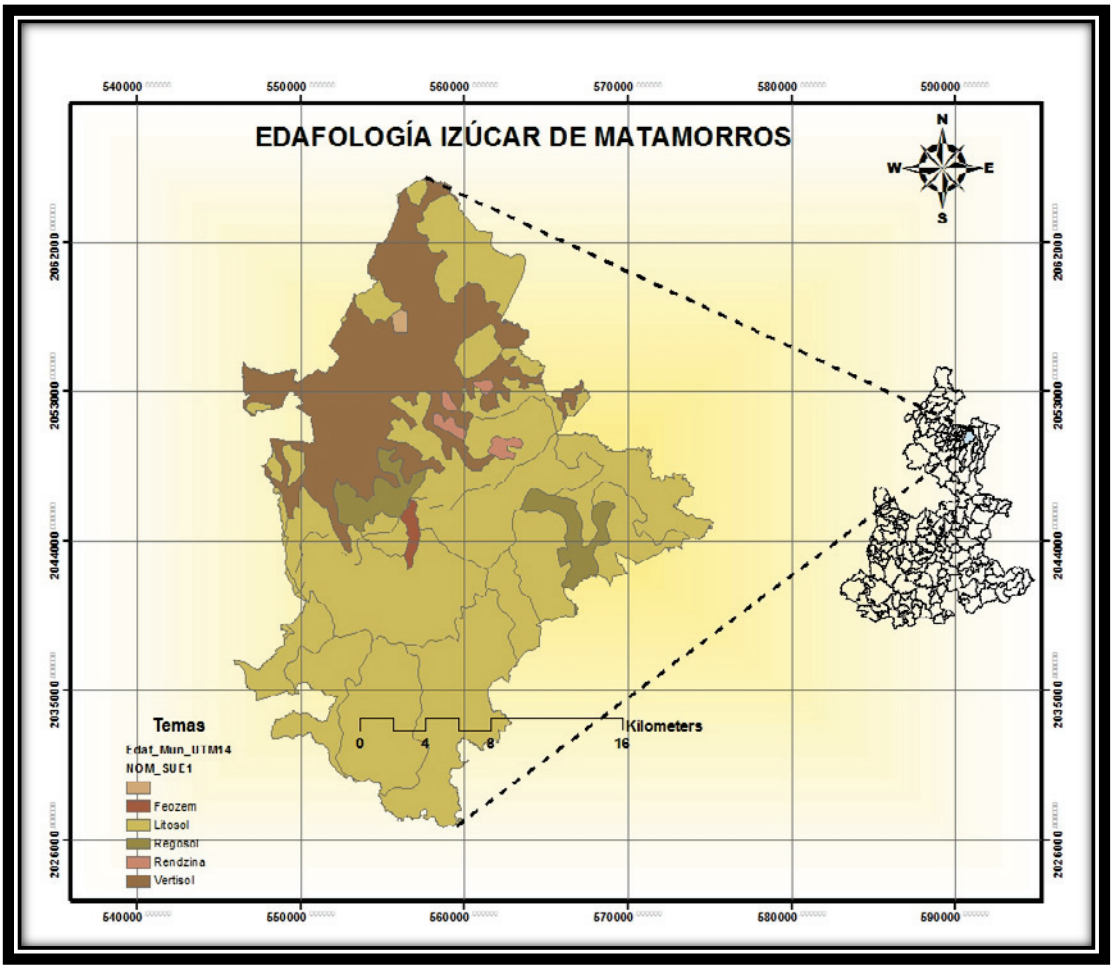
- Vertisol: Se localiza en una gran área al centro, oeste y noroeste.
- Litosol: Se localiza en extensas áreas por todo el municipio siendo en realidad el más abundante de todos.

El municipio se encuentra morfológicamente dentro del Valle de Matamoros, el cual desciende de la parte sur de la Sierra Nevada, al oeste y noroeste, se presenta un relieve plano, con una altura promedio de 1, 300 metros sobre el nivel del mar.

Conforme avanza de norte a sur, el terreno se vuelve abrupto alcanzando alturas de más de 1, 500 metros sobre el nivel del mar. Las formaciones montañosas culminan en Cerros como el Tecolhuixtle, Grande, Tlacote y Teponascle.

En el noroeste existe una formación montañosa importante que culmina en el Cerro Macuayo y el cerro Grande. Ver Ilustración 4.

Ilustración 4
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros con sus principales suelos



Fuente: Edafología 1:250, 000, INEGI.

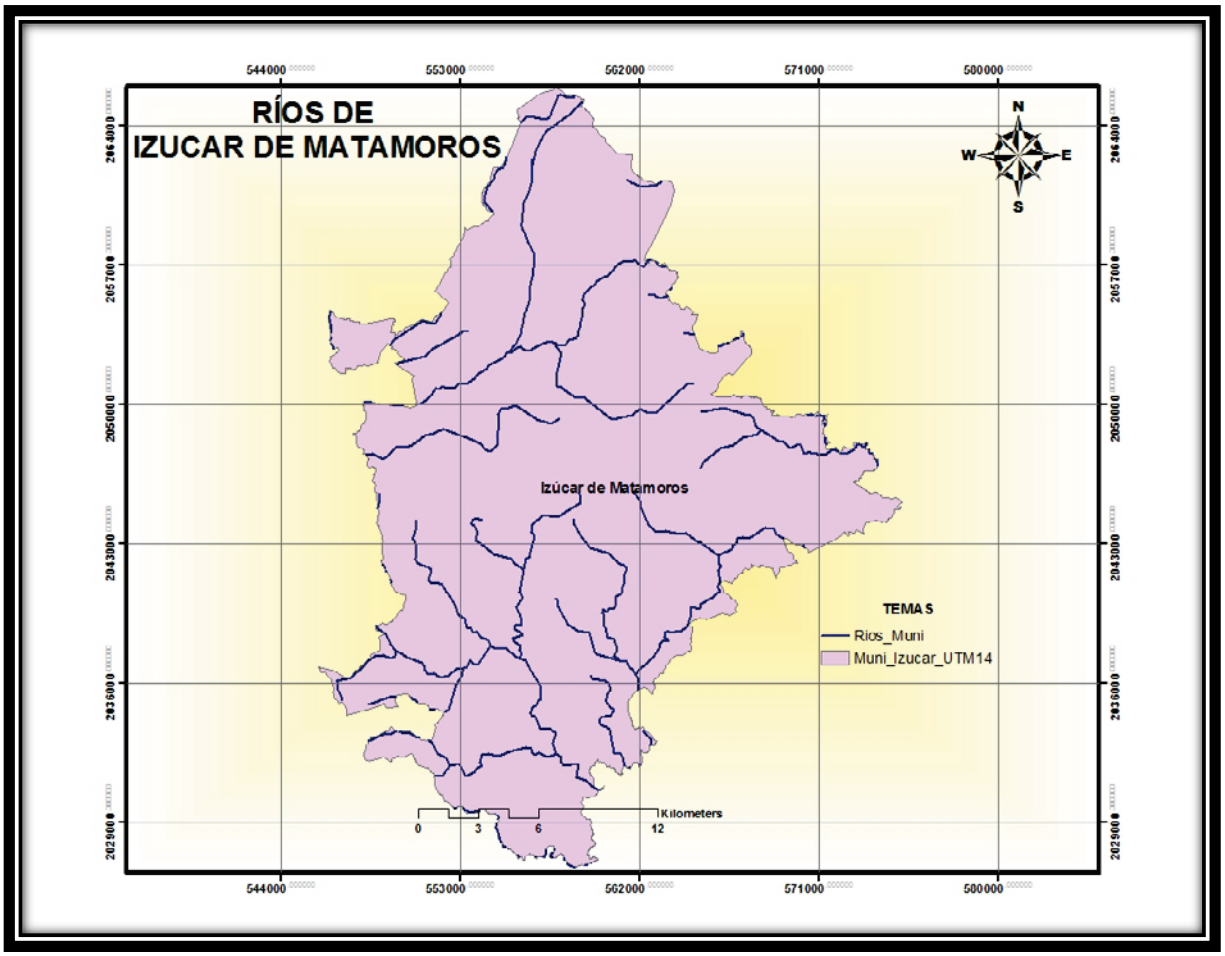
4. Hidrografía

El municipio se localiza dentro de la cuenca del Río Atoyac, los Ríos Atotonilco y Nexapa recorren los valles del norte en tanto que el sur del municipio es recorrido por tributarios temporales del Atoyac, que forman barrancas importantes como las denominadas Poza Honda, Las Piletas y Huaxtepec.

De las formaciones montañosas del noroeste salen numerosas corrientes temporales que no alcanzan a desembocar en el Atotonilco, pues desaparecen.

En la parte septentrional del municipio puede observarse una extensa red de canales. Ver Ilustración 5.

Ilustración 5
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros con sus Principales Rasgos Hidrográficos



Fuente: Hidrología 1:250, 000, INEGI.

4.1 Hidrología de la Cuenca de aportación a Izúcar de Matamoros

El valle de Matamoros es surcado por el Río Nexapa, cuya subcuenca forma parte de la cuenca del Atoyac, que a su vez corresponde a la cuenca del Balsas. En el sur, las corrientes de agua son temporales y desembocan todas en el Río Atoyac. Algunas de ellas desaparecen antes de poder desembocar en alguna corriente

mayor. La agricultura ha estimulado la construcción de acequias para el riego de los canales que sostienen la economía local.

Cuenca Hidrológica Río Nexapa

Comprende desde el nacimiento del Río Nexapa, desde la vertiente Oriental del Volcán Iztaccíhuatl y en las vertientes Oriental y Sur del Volcán Popocatépetl, hasta la estación hidrométrica Santa María Cuetzala, localizada en las coordenadas geográficas 98º 49' 00" de longitud Oeste y 18º 11' 45" de latitud Norte.

La cuenca hidrológica Río Nexapa, tiene una superficie de aportación de 4, 214.25 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al Norte por la cuenca hidrológica Río Alto Atoyac y por la Región Hidrológica número 26 Pánuco; al Sur y Este por la cuenca hidrológica Río Bajo Atoyac; y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Amacuzac. En la Ilustración 6 se observa la cuenca del Río Atoyac y en la tabla 1 se tiene la información de la cuenca.

Ilustración 6
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros con sus Cuencas de Aportación

Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI.

Tabla 1
Información de la cuenca del Río Atoyac

Cuenca	Clave	Rh	Subcuenca	Subcuenca	Área km2	%
RÍO ATOYAC	RH18	**BALSAS**	L. Totolzingo	h	5019.72	0.10081
			Río Zahuapan	i	1561.54	0.03136
			Río Atoyac-San Martín Texmelucan	d	1962.33	0.03941
			Río Atoyac-Balcón del Diablo	b	4088.49	0.08211
			Río Alceseca	j	238.54	0.00479
			Río Nexapa	e	4416.31	0.08869
			P. Miguel Avila Camacho	c	176.2	0.00354
			Río Atoyac-Tehuitzingo	a	2809.06	0.05641
			Río Acatlán	g	3446.76	0.06922
			Río Mixteco	f	7718.98	0.15502
	RH20	**COSTA CHICA-RÍO VERDE**	Río Sordo	d	5584.82	0.11216
			Río Atoyac-Oaxaca de Juárez	c	5897.78	0.11844
			Río Yolatepec	e	2246.43	0.04511
			Río Atoyac-San Pedro Juchatengo	b	2959.13	0.05943
			Río Atoyac-Paso de la Reina	a	1668.06	0.0335

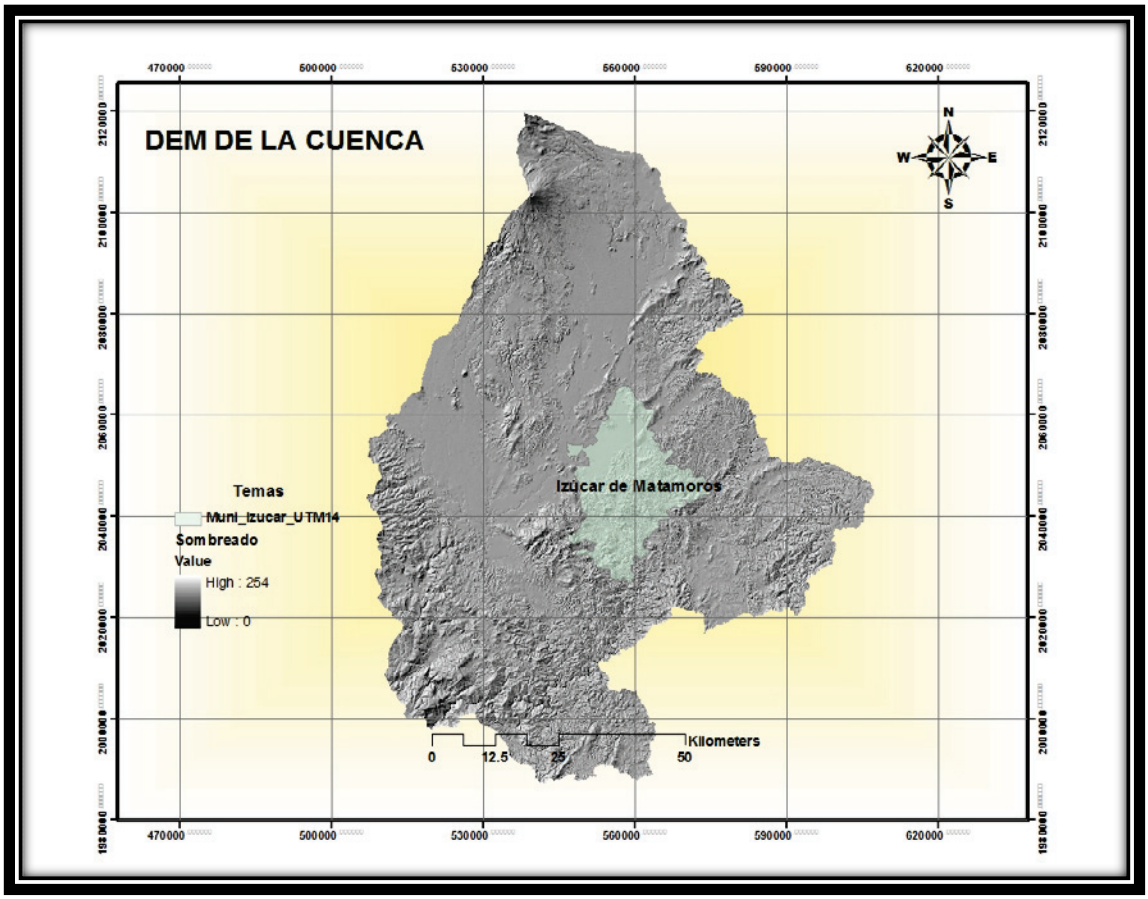
Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI

4.2 Características fisiográficas de la Cuenca de aportación a Izúcar de Matamoros

A partir del Modelo Digital de Elevaciones extraído del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI, se definió la delineación de la cuenca con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 con la extensión Hydrologic Model System, HMS, obteniendo un área 7206 Km^2, y un perímetro de 662800 m.

- Área de la Cuenca: 7206 Km^2
- Perímetro de la Cuenca: 662800 m
- Pendiente media de la cuenca**:** 22.48% clasificada como Medianamente Inclinada. (ver Ilustración 7)

Ilustración 7
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros con su Modelo de Elevación Digital de la Cuenca



Fuente: Modelo de Elevación Digital, INEGI.

4.3 Análisis Climatológico en la cuenca que drena a Izúcar de Matamoros

Para un buen análisis de este parámetro es de importancia la distribución espacial y temporal de los registros de datos que se tengan, así como la continuidad del periodo.

La información climatológica existente se trata de registros históricos con datos de precipitación pluvial, temperaturas (mínima, media y máxima), evaporación,

dirección dominante del viento y otros fenómenos meteorológicos como granizo y neblina. Ver Tabla 2.

Tabla 2
Datos Climatológicos Medios (temperatura y lluvia) de la Estación climatológica localizada dentro del municipio

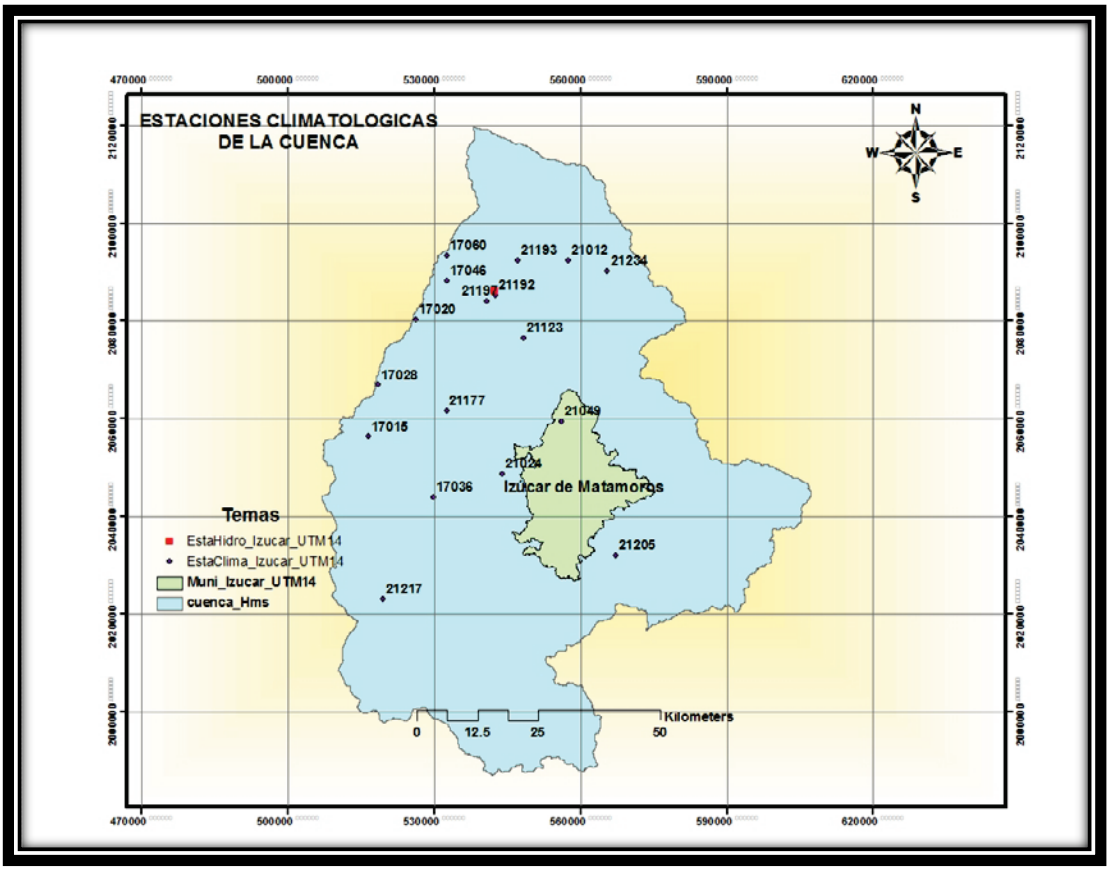
Nombre	Izúcar de Matamoros		
Clave de la Localidad	210850001		
Clave climática	Aw0(w)		
Propiedad	**Valor**	**Propiedad**	**Valor**
Temp. Media Enero °C	20	Lluvia Media Enero mm	6
Temp. Media Febrero °C	21.3	Lluvia Media Febrero mm	3
Temp. Media Marzo °C	23.7	Lluvia Media Marzo mm	4
Temp. Media Abril °C	25.4	Lluvia Media Abril mm	15
Temp. Media Mayo °C	25.9	Lluvia Media Mayo mm	59
Temp. Media Junio °C	24.8	Lluvia Media Junio mm	184
Temp. Media Julio °C	24.1	Lluvia Media Julio mm	125
Temp. Media Agosto °C	24	Lluvia Media Agosto mm	141
Temp. Media Septiembre °C	23.4	Lluvia Media Septiembre mm	175
Temp. Media Octubre °C	22.7	Lluvia Media Octubre mm	59
Temp. Media Noviembre °C	21.4	Lluvia Media Noviembre mm	13
Temp. Media Diciembre °C	20	Lluvia Media Diciembre mm	3

Fuente: (INEGI, 2010)

Los datos de precipitación corresponden a valores registrados cada 24h por una red de pluviómetros. Se procesaron estadísticamente y se obtuvo la precipitación media mensual en la cuenca de aportación.

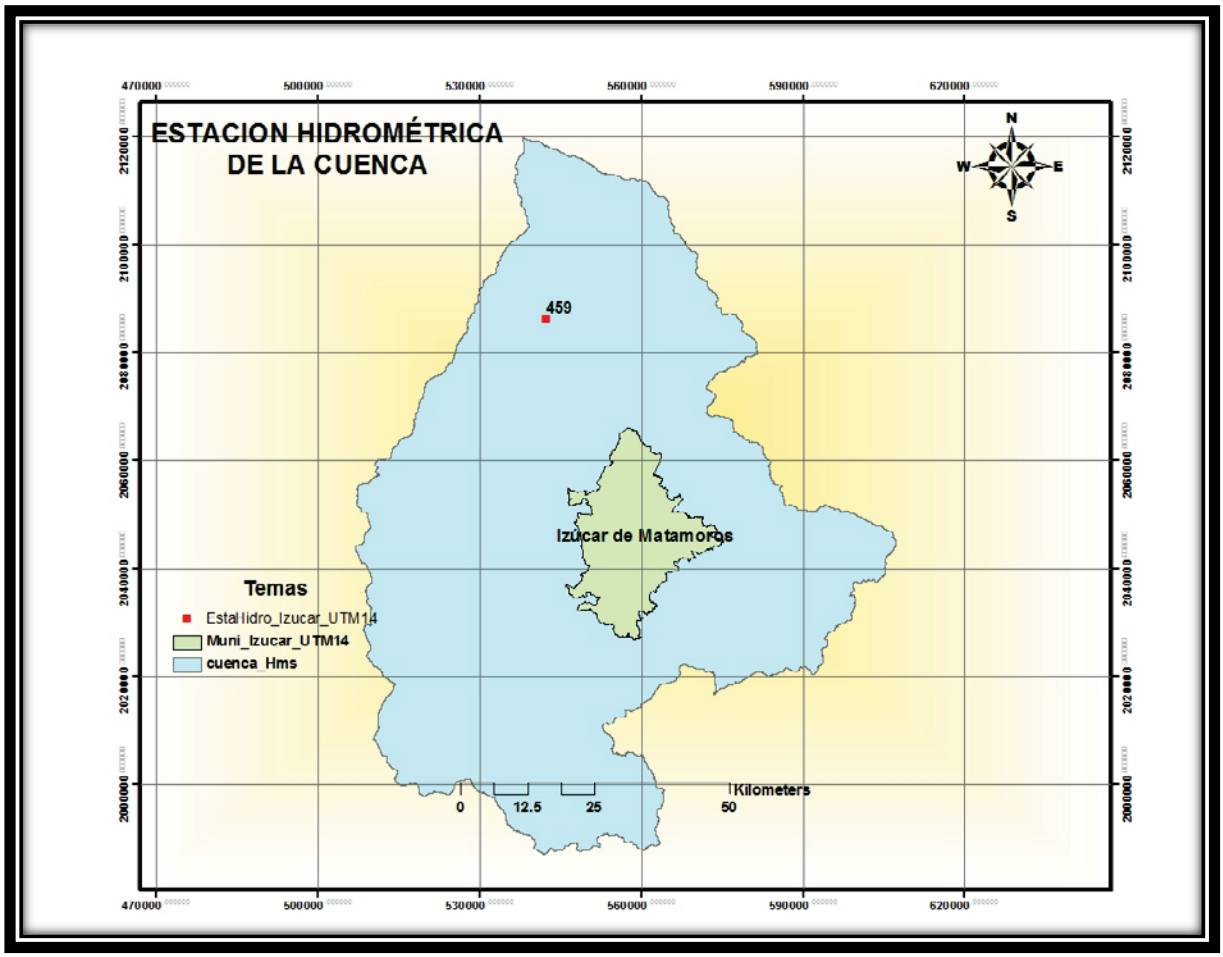
En la zona de estudio se localizaron 17 estaciones Climatológicas y una estación hidrométrica las cuales se distribuyen espacialmente en la zona de estudio. Ver Ilustraciones 8 y 9.

Ilustración 8
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros Estaciones Climatológicas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Climatológicas, 1:250, 000, INEGI

Ilustración 9
Mapa del Municipio Izúcar de Matamoros con Estaciones Hidrométricas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Hidrométricas, 1:250, 000, INEGI.

En las tablas 3 y 4 se muestran los datos de las estaciones climatológicas e Hidrométrica presentes en el área de la cuenca.

Tabla 3
Estaciones climatológicas de la cuenca

	Clave	Nombre	Estado	Altura	Latitud	Longitud
	17015	TEPALCINGO	MORELOS	1160	18.596	-98.844
	17020	TLACOTEPEC		1700	18.813	-98.750
	17028	JONACATEPEC		2290	18.692	-98.825
	17036	LAGUNILLAS DE RAYON		1100	18.483	-98.717
	17046	HUEYAPAN E-4		2340	18.885	-98.690
	17060	ALPONOCAN		2100	18.931	-98.690
	21012	ATLIXCO	PUEBLA	2142	18.922	-98.454
	21024	CHIETLA		929	18.527	-98.582
	21049	IZÚCAR DE MATAMOROS (DGE)		1300	18.623	-98.467
	21123	HUAQUECHULA		1580	18.779	-98.541
	21177	TEPEXCO		1187	18.643	-98.691
	21192	HUILTANGO E-2		2149	18.858	-98.595
	21193	SAN PEDRO BENITO JUAREZ E-1		2322	18.922	-98.551
	21197	D-2 TOCHIMILCO		2080	18.847	-98.612
	21205	SANTA CRUZ TEJALPA		970	18.376	-98.363
	21217	TEUTLA		1182	18.296	-98.816
	21234	SAN ISIDRO HUILOTEPEC		1820	18.902	-98.377

Fuente: Estaciones Climatológicas 1:250, 000, INEGI

Tabla 4
Estación hidrométrica de la cuenca

Num	Nombre	Edo	R_h	Cuenca	Corriente	Altitud	Latitud	Longitud
459	ALPANOCAN	PUE	18.000000	ALTO BALSAS	R. AMATZINAC	2200	18.8664	-98.5978

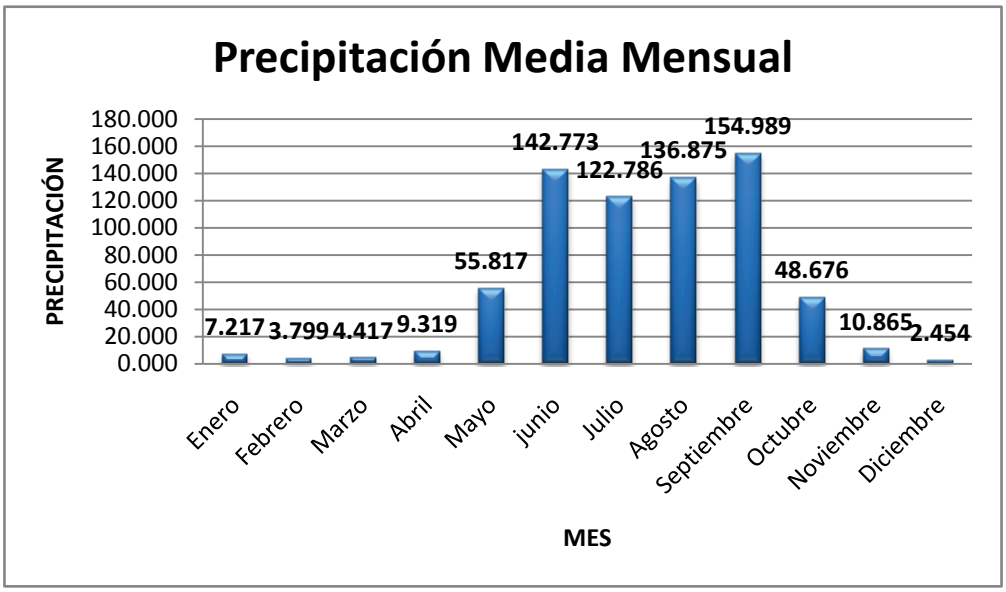
Fuente: Estaciones Hidrométricas 1:250, 000, INEGI.

4.4 Comportamiento de las lluvias en la cuenca

A partir de los datos de precipitación tomados de la base de datos CLICOM 2008 del Servicio Meteorológico Nacional, acumulada por mes, se determinó el comportamiento de la distribución temporal de la precipitación pluvial a lo largo del año en la zona de estudio.

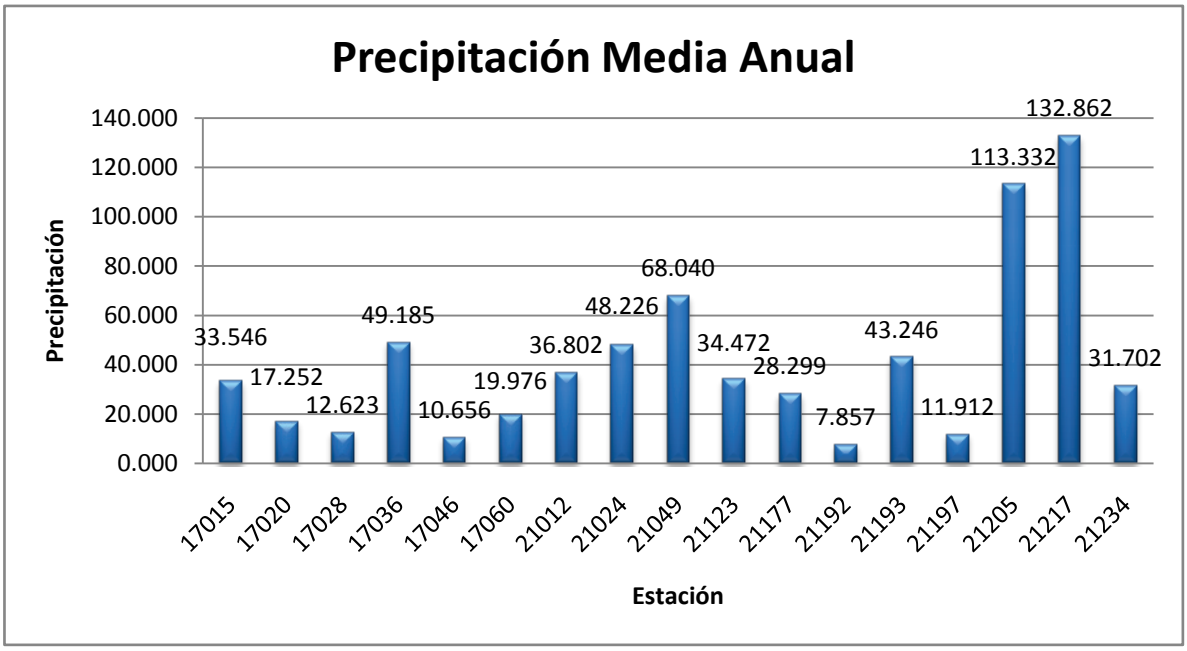
En la Ilustración 10 se puede apreciar que la época de lluvias se puede delimitar entre los meses de Junio a Septiembre. Se concluye también que el mes más lluvioso es el mes de septiembre, con un valor del 154 mm, seguido de junio, con 142 (mm).

Ilustración 10
Gráfica de la precipitación Media Mensual del Municipio Izúcar de Matamoros



Con respecto a la precipitación anual por estación se observa en la Ilustración 11 que la estación 21217 presenta el valor más alto con 132. (mm), seguida de la estación 21205, con un valor de 113. (mm).

Ilustración 11
Gráfica de la precipitación Media Anual del Municipio de Izúcar de Matamoros



II. Datos Poblacionales

A) Perfil Socio-demográfico

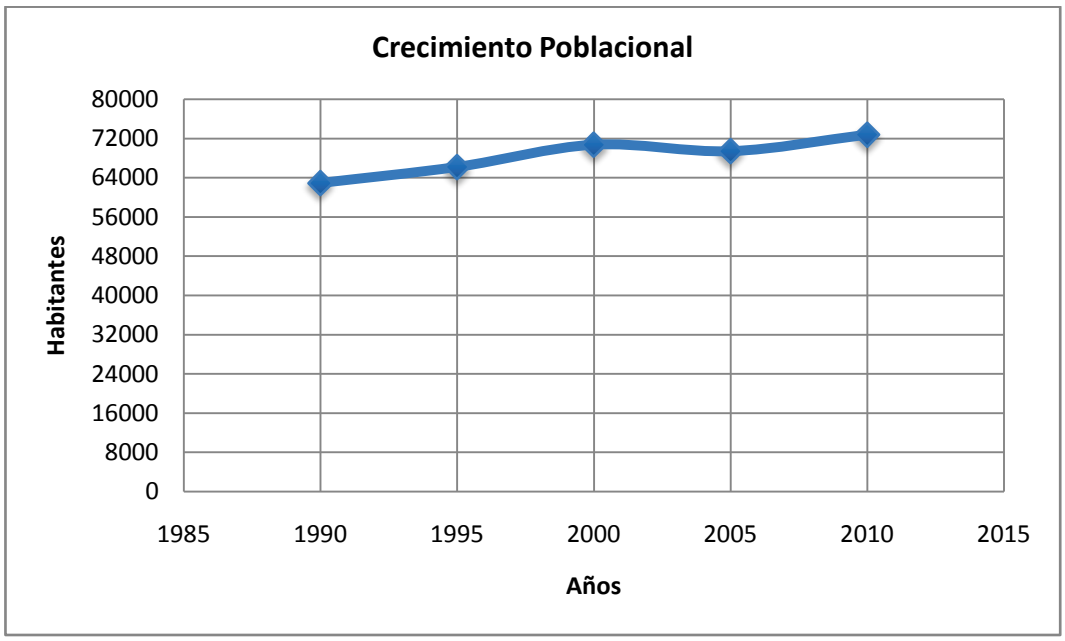
De acuerdo a datos del INEGI, este municipio presentó un crecimiento poblacional de acuerdo de 1990 a 2010 de cerca de 10 mil habitantes, según los datos censales y conteos poblacionales realizados en 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Ver Tabla 5 e Ilustración 12.

Tabla 5
Datos de Población de los diferentes censos y conteos poblaciones, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población (Hab)	62, 894	66, 182	70, 739	69, 413	72, 799

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 12
Gráfica del crecimiento poblacional del Municipio Izúcar de Matamoros, INEGI



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

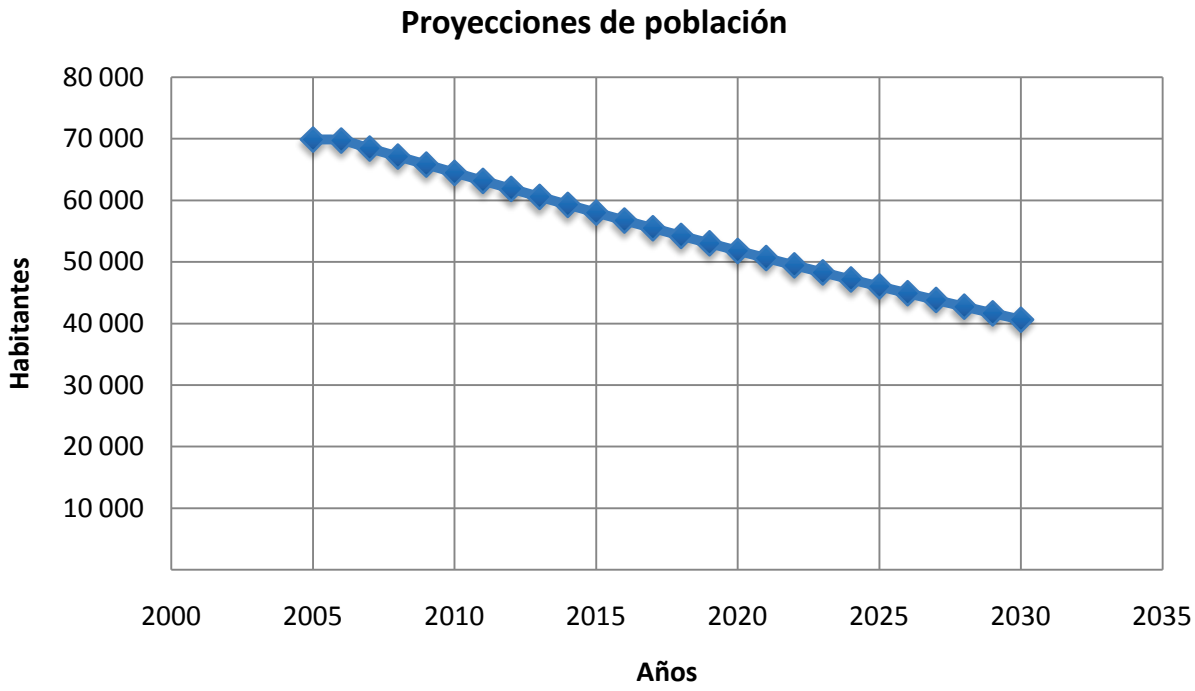
La siguiente Tabla muestra las proyecciones de población elaboradas por la CONAPO para el año 2030. Ver Tabla 6 e Ilustración 12.

Tabla 6
Proyecciones de la Población en el municipio Izúcar de Matamoros, según la CONAPO

Año	Población	Año	Población
2005	69 891	**2018**	54 254
2006	69 737	**2019**	53 031
2007	68 437	**2020**	51 824
2008	67 128	**2021**	50 634
2009	65 816	**2022**	49 459
2010	64 502	**2023**	48 300
2011	63 191	**2024**	47 157
2012	61 884	**2025**	46 030
2013	60 583	**2026**	44 918
2014	59 292	**2027**	43 823
2015	58 013	**2028**	42 745
2016	56 745	**2029**	41 683
2017	55 492	**2030**	40 638

Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

Ilustración 13
Gráfica de las proyecciones de crecimiento poblacional según la CONAPO



(Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

B. Grado de Marginación[21]

En esta sección se presentarán indicadores socio–económicos, índices, grado de marginación y el lugar que ocupa el municipio en el contexto nacional y estatal. La información es tomada del índice de marginación por entidad federativa publicado por CONAPO en 2010. Ver Tabla 7.

[21] El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Tabla 7
Indicadores socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal en el municipio de Izúcar de Matamoros

Clave del municipio	Izúcar de Matamoros
Población Municipio (hab)	72 799
Grado de marginación	Medio
Índice de marginación	21.167

Fuente: (CONAPO, 2010)

C. Grupos Étnicos

La composición indígena en Izúcar de Matamoros correspondió en el año 2010 al 1.2% de la población en hogares censales. Ver Tabla 8

Tabla 8
Datos de Población hablante de lengua Indígena, INEGI.

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	-	286	543	375	380
Población en hogares censales indígenas	-	-	-	910	885

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

D) Educación

Izúcar de Matamoros cuenta con dos institutos de educación inicial no escolarizado, 44 escuelas de preescolar, una preescolar indígena, nueve preescolares del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), 61 escuelas primarias, 11 primarias CONAFE, 24 secundarias, para trabajadores, telesecundarias, escuelas de educación media privadas, 10 bachilleratos, 5 escuelas profesionales,1 CBTIS, 2 escuelas normales y escuelas superiores.[22] El Grado Promedio de Escolaridad de su población, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010), es de 7.69 años.

[22] INAFED (2009) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Puebla, Izúcar de Matamoros. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Puebla. [En Línea], Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/puebla/Mpios/21085a.htm

La población analfabeta de 15 años y más fue de 5, 609 (7.7%), mientras que la población de 15 años y más sin escolaridad fue de 5, 635 habitantes (7.7%).

E) Salud

La atención en Salud en el municipio de Izúcar de Matamoros se proporciona a través de instituciones del sector oficial, tales como la Unidad Médico Familiar del IMSS, la Unidad Médico General del ISSSTE, la Clínica del ISSSTEP, la Unidad Médico Familiar IMSS-Solidaridad, también cuenta con centro de salud y con DIF. El municipio cuenta con una unidad médica de IMSS-Solidaridad.[23] La población no derechohabiente de servicios de salud en 2010 correspondió a 39589 habitantes, es decir el 54.3% de la población.

F. Hogares

Tabla 9
Datos de Hogares con jefatura femenina, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hogares censales con jefatura femenina	-	-	4153	4864	5280
Hogares censales con jefatura masculina	-	-	10987	11840	12799
Total de Hogares	-	-	15140	16704	18079
Población en hogares censales con jefatura femenina	-	-	15808	16969	17939
Población en hogares censales con jefatura masculina	-	-	51728	51650	54487
Población en hogares censales	-	-	67536	68619	72426

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

En el año 2000, el 27.4% de hogares censados estaba a cargo de la jefatura femenina, en el 2005, representó el 29.1% y en el año 2010 el 29.2%. Ello significó que en el 2000, el 23.4% de la población de Izúcar de Matamoros habitaba en un hogar con jefatura femenina; el 24.5% en 2005 y el 24.7% en año 2010. Ver Tabla 9.

G. Actividades Económicas

Las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, la pesca, la apicultura, la industria y el turismo. El municipio produce principalmente maíz, frijol, sorgo, cacahuate, ajonjolí y arroz; con relación a la fruticultura, encontramos

[23] Ibid

sandía, mango, papaya, melón, caña de azúcar, aguacate, ciruela; hortalizas como jitomates, pápalo, pipicha, cebolla, calabaza, jícara y pepino y forrajes tales como la alfalfa. La pesca se realiza en el Río San Francisco, donde existe la cría de especies nativas de bagre y mojarra; en la laguna de San Isidro se encuentra la especie implantada carpa de Israel y en la laguna de Alchichica existe la carpa espejo y la tilapia. Entre las ramas de transformación industrial más representativas en el municipio encontramos la elaboración de azúcar y de productos alimenticios y bebidas, textiles, cerámica, alfarería de uso y de ornato, mica y vidrio, productos químicos, elaboración de mezclas, insecticidas y plagicidas en polvo y líquidos, elaboración de objetos de arte de madera, carrizo y otate, así como la fabricación de mosaicos, de cal hidratada, yeso, cemento para la construcción y piedra de yeso. De los principales atractivos turísticos con que cuenta Matamoros están los balnearios, destacando: Ojo de Carbón y Amatlitlanes. Existen abundantes manantiales de aguas termosulfurosas como el balneario de San Carlos. También se encuentra la laguna de Epatlán, donde se practica la pesca de trucha, mojarra y la caza de patos.[24]

La población económicamente activa en el año 2010 fue de 27, 094 habitantes, mientras que en el año 2000 fue de 20, 798 personas, de las cuales 20, 589 se encontraban ocupadas de la siguiente manera. Ver Tabla 10.

Tabla 10
Actividades económicas por sector

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, pesca y apicultura)	23.5
Secundario (Minería e industria)	20
Terciario (Comercio y turismo)	54

Fuente:(INEGI, 2000)

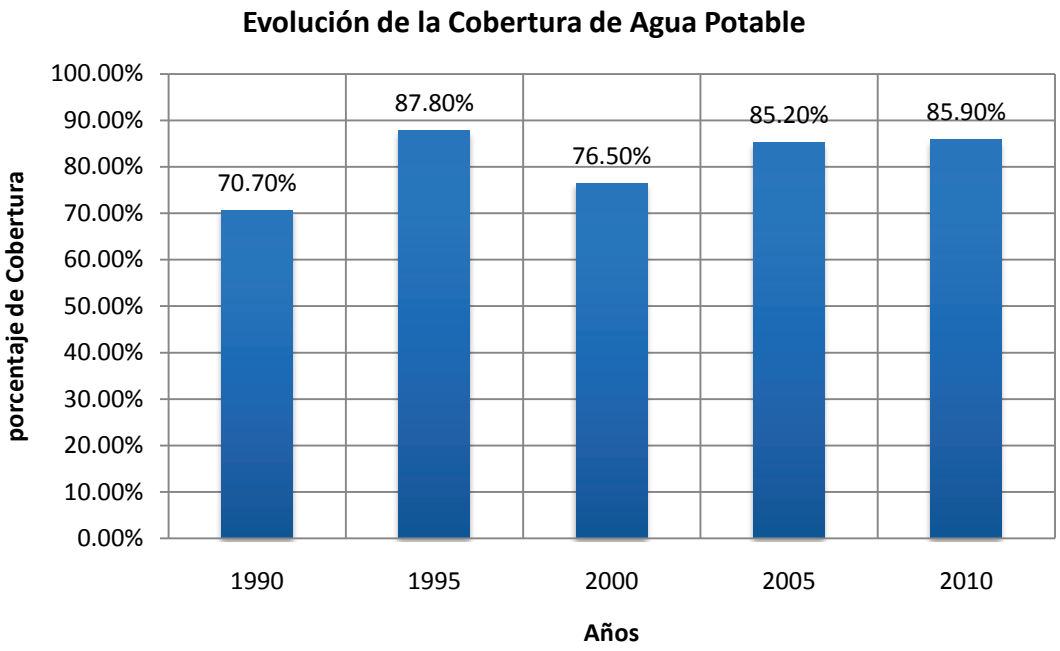
H. Coberturas*

* Dato calculado con la relación

[24] Ibid

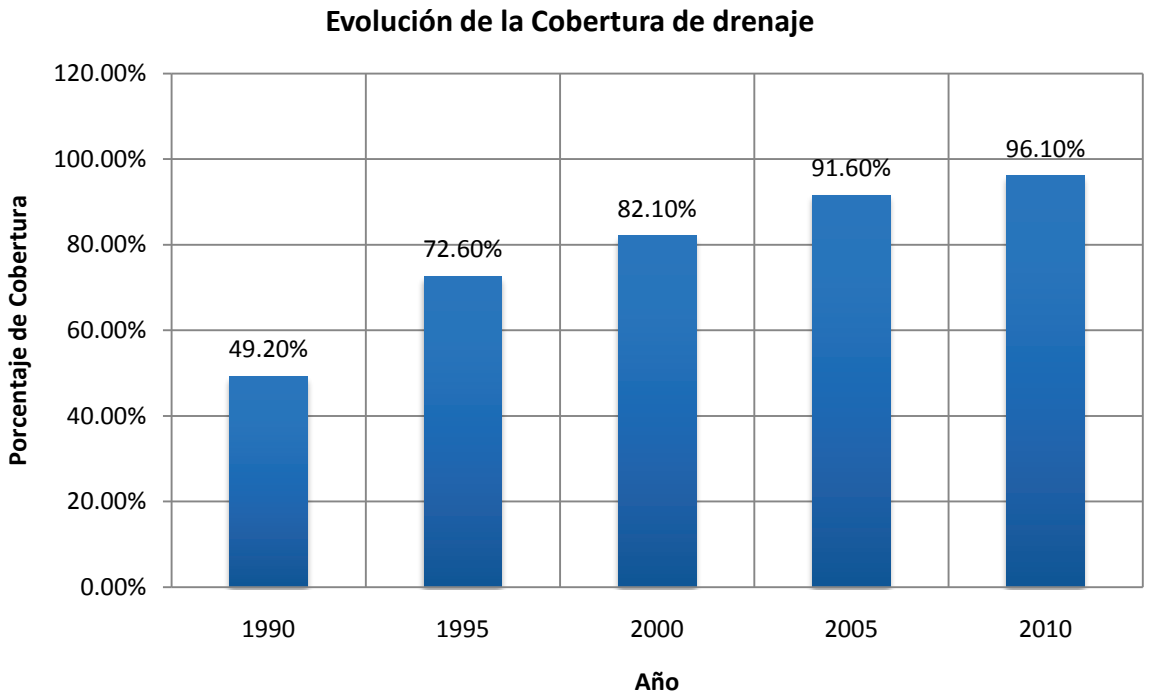
$$\frac{Total\ de\ Viviendas\ Particulares\ habitadas}{Viviendas\ que\ disponen\ del\ servicio} = \%\ de\ cobertura$$

Ilustración 14
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Agua Potable en el Municipio Izúcar de Matamoros



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 15
Evolución de la cobertura de Infraestructura de drenaje en el Municipio Izúcar de Matamoros



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Ficha Técnica del Municipio

Tabla 11
Ficha Técnica Resumen del Municipio Izúcar de Matamoros

Concepto/ año	1990	1995	2000	2005	2010
Total de Población	62849	65993	70739	69413	72799
Total de localidades	58	68	64	70	66
Total de población de localidades urbanas	49307	50453	56782	54208	61887
Total de localidades urbanas	5	4	5	5	7
Total de población de localidades rurales	13857	15540	13957	15205	10912
Total de localidades rurales	53	64	59	65	59
Total de Población Masculina	29762	31417	33310	32356	34414
Total de Población Femenina	33052	34576	37320	36955	38313
Total del viviendas particulares habitadas	11983	13662	14662	16485	18060
Ocupantes de VPH	62790	65872	67427	69112	72354
Promedio de Habitantes de VPH	5.24	4.82	4.6	4.19	4.01
Viviendas que disponen con agua entubada	8477	11991	11214	14046	15514
Viviendas que disponen con drenaje	5891	9912	12034	15097	17354
Cobertura de Agua *	70.70%	87.80%	76.50%	85.20%	85.90%
Cobertura de Drenaje *	49.20%	72.60%	82.10%	91.60%	96.10%
Cobertura de Saneamiento					57.1

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Datos Generales

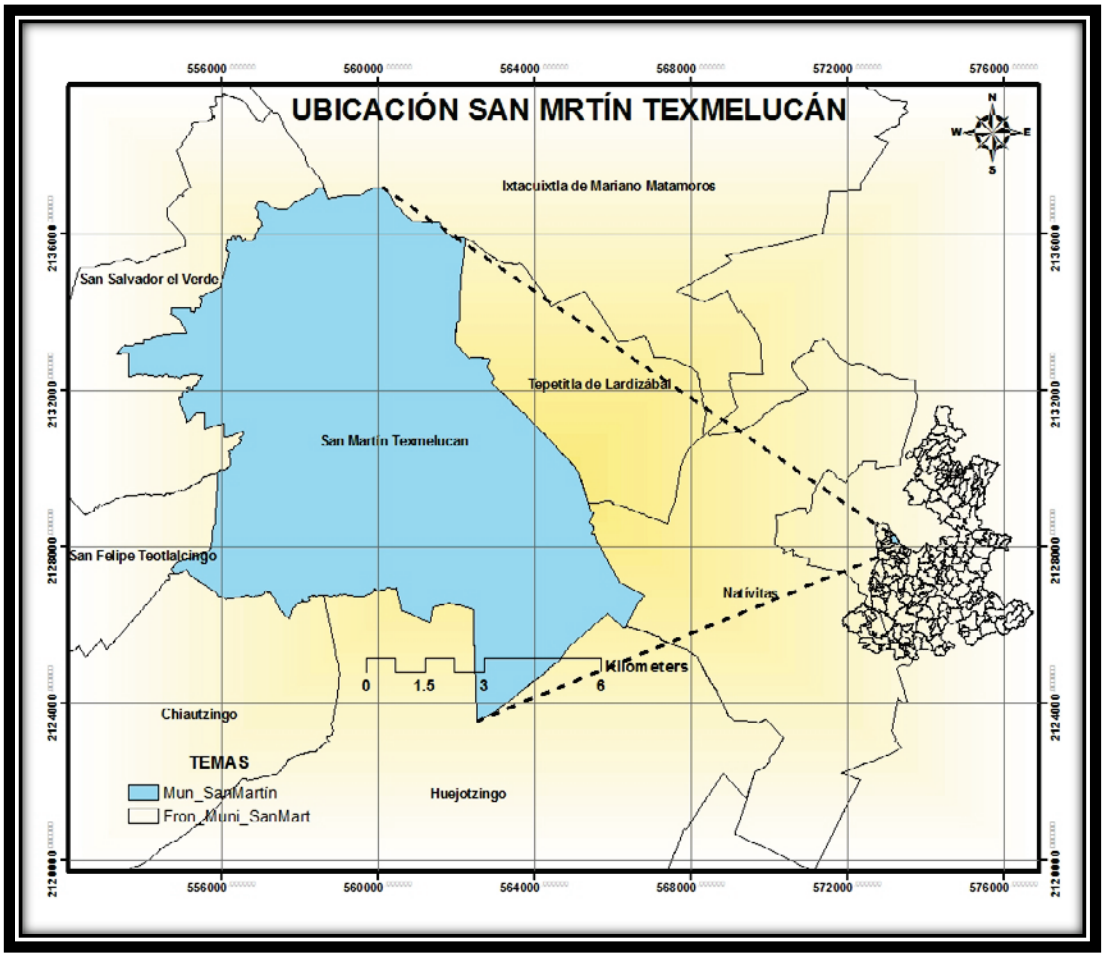
A. Geografía física

El municipio de San Martin Texmelucan se localiza en el estado de Puebla en las coordenadas 19° 12´ y 19° 20´de latitud norte; los meridianos 98° 22´ y 98° 30´ de longitud oeste; altitud entre 2 200 y 2 500 m.

El municipio colinda al norte con los municipios de San Salvador el Verde y el estado de Tlaxcala; al este con los municipios de Huejotzingo y el estado de Tlaxcala; al sur con los municipios de Huejotzingo y Chiautzingo; al oeste con los municipios de Chiautzingo, San Felipe Teotlalcingo y San Salvador el Verde.

Tiene una superficie de 89.49 kilómetros cuadrados, que representa el 0.3 % de la superficie del estado que lo ubica en el lugar 147 con respecto a los demás municipios del estado. Ver Ilustración 1.

Ilustración 9
Ubicación del Municipio San Martín Texmelucan con su principal infraestructura en el transporte

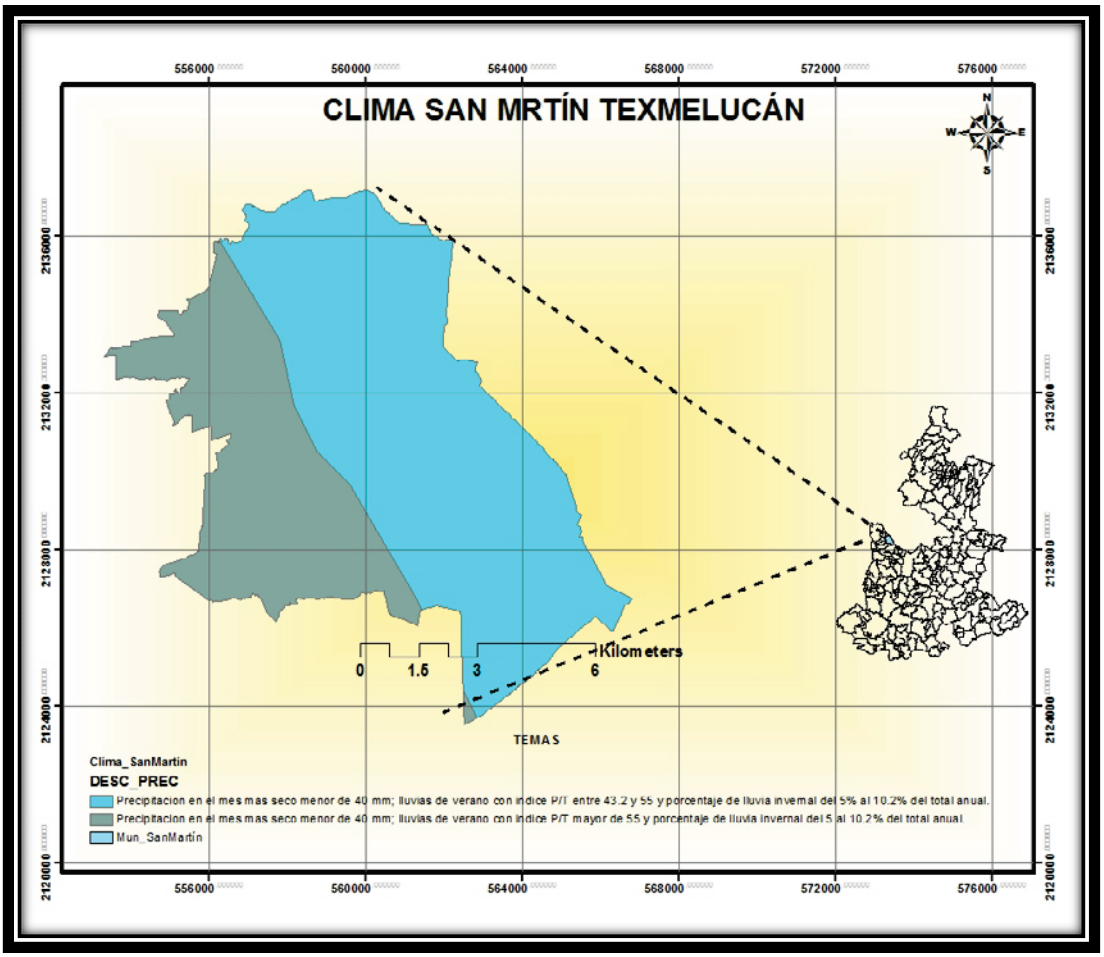


Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

1. Clima

El clima que se registra en San Martin Texmelucan se divide en dos clasificaciones. El sector oeste y suroeste tienen un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y de mayor humedad; el resto del territorio es de clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. La temperatura media anual se encuentra entre los 14 y los 16°C y la precipitación promedio anual de 800 a 1,000 mm. Ver Ilustración 2.

Ilustración 10
Mapa Municipal de San Martín Texmelucan con sus principales Climas



Fuente: Clima 1:250, 000, INEGI.

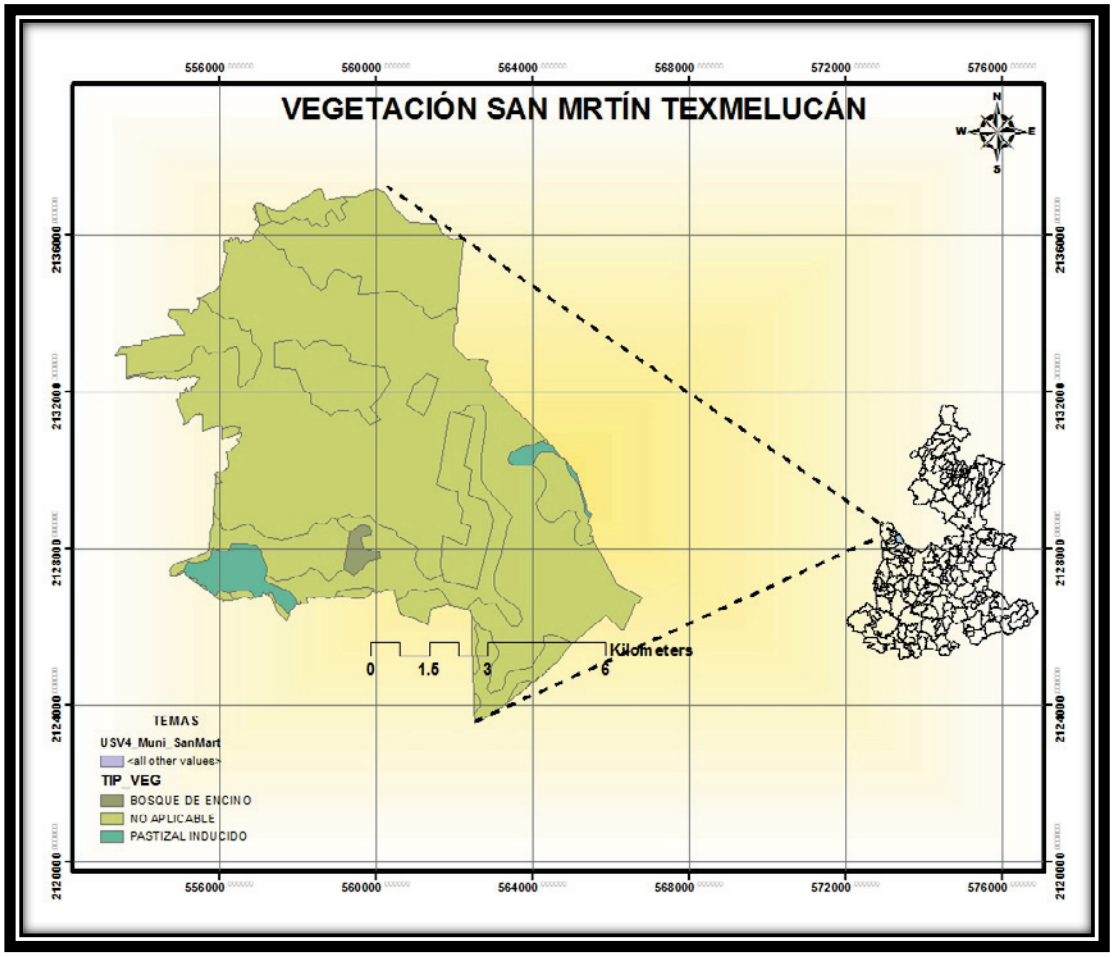
2. Uso de suelo y vegetación

Existe una vegetación secundaria, originada por la destrucción de la primaria, está compuesta de bosques de pinos, encinos, semiárido (pino oaxaqueño, pino cembroides y encinos desiduos), combinada con terrenos de agricultura de riego y temporal, dedicados al cultivo de maíz, frutas y legumbres regionales. En su totalidad los árboles pertenecen al grupo mesotécnico-xerofílico.

La flora y fauna del municipio no está clasificada de manera integral, por lo tanto diremos que corresponde de manera genérica a la de clima templado subhúmedo del altiplano mexicano.

Con base en la cartografía de INEGI a escala 1:250, 000 se determinó el uso de suelo que existe en el municipio. El uso de suelo de este municipio lo podemos resumir de la siguiente forma: agricultura (88%) y zona urbana (8%). Su vegetación está conformada por bosque de encino (1%) y pastizal inducido (3%). Ver Ilustración 3.

Ilustración 11
Mapa del Municipio San Martín Texmelucan con sus principales Usos de Suelo y Vegetación



Fuente: Uso de Suelo y Vegetación serie IV 1:250, 000, INEGI.

3. Edafología

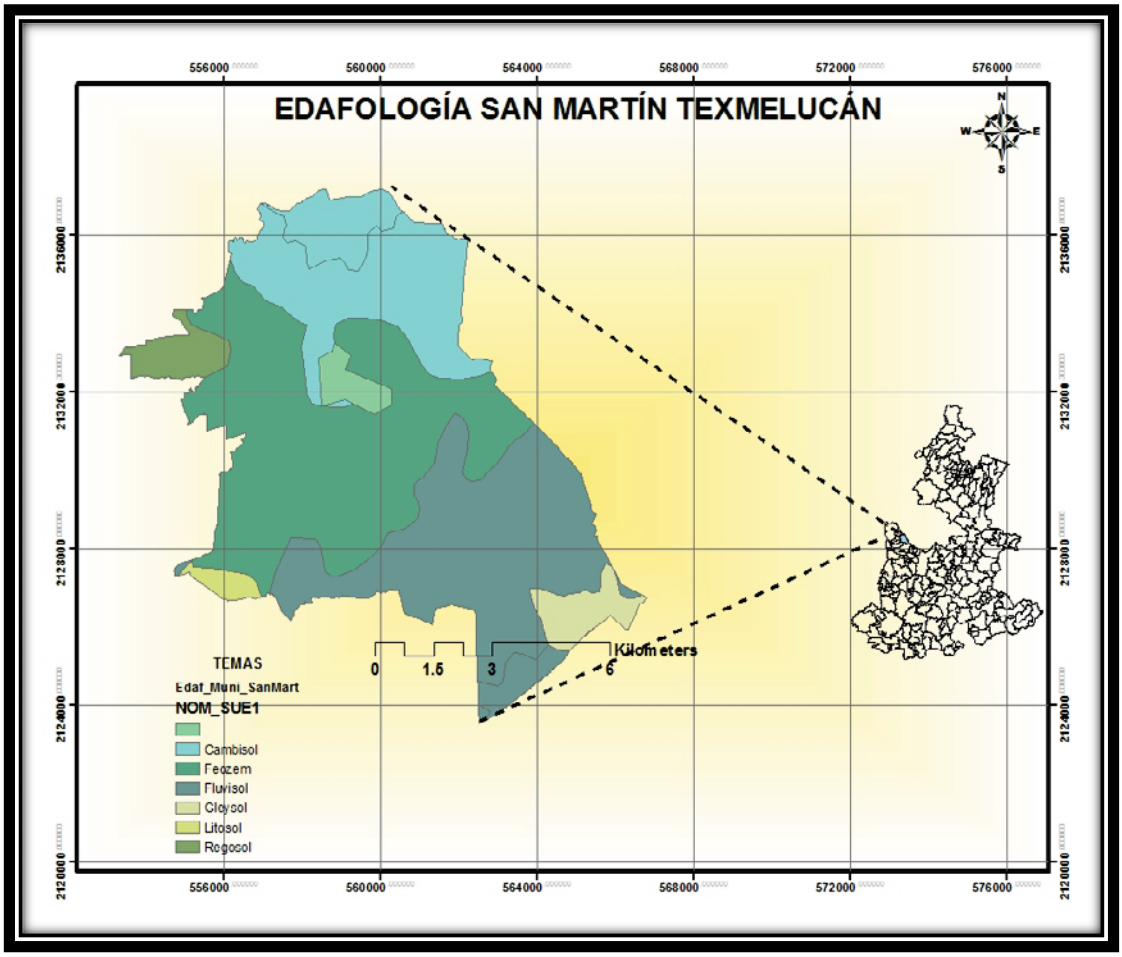
El municipio presenta gran diversidad edafológica; se identifican cinco grupos de suelo

- Suelo Cambisol. Ocupa una gran área al norte.
- Suelo Feozem. Presenta fase gravosa (fragmento de rocas o tepetate menores de 7.5 cms. de diámetro en el suelo), se encuentra al este.
- Suelo Litosol. Se localiza en áreas reducidas de suroeste.
- Suelo Fluvisol. Se localiza en una extensa área al sur; presenta fase gravosa.
- Suelo Gleysol. Se localiza en un área reducida del sureste.

El municipio forma parte del Valle de Texmelucan, éste a otro más extenso, que es el Valle de Puebla y éste último está ubicado en el Eje Neovolcánico, lo que determina el relieve del lugar.

Su relieve en general es plano presentando un ligero y continuo ascenso en dirección Este-Oeste, rumbo a la sierra; su altura promedio es de 2, 280 metros sobre el nivel del mar. Presenta una elevación importante al noreste, el cerro Totolqueme. Al sur, los cerros de Tepeyecac, el Mendocinas y Ayecac. Las máximas elevaciones de los cerros son el Totolquem, con una altura de 2, 560 metros sobre el nivel del mar, Tepeyacac que tiene una altura de 2, 380 mts. sobre el nivel del mar y Mendocinas con una altura de 2, 520 mts. Sobre el nivel del mar ver Ilustración 4.

Ilustración 4
Mapa del Municipio San Martín Texmelucan con sus principales suelos



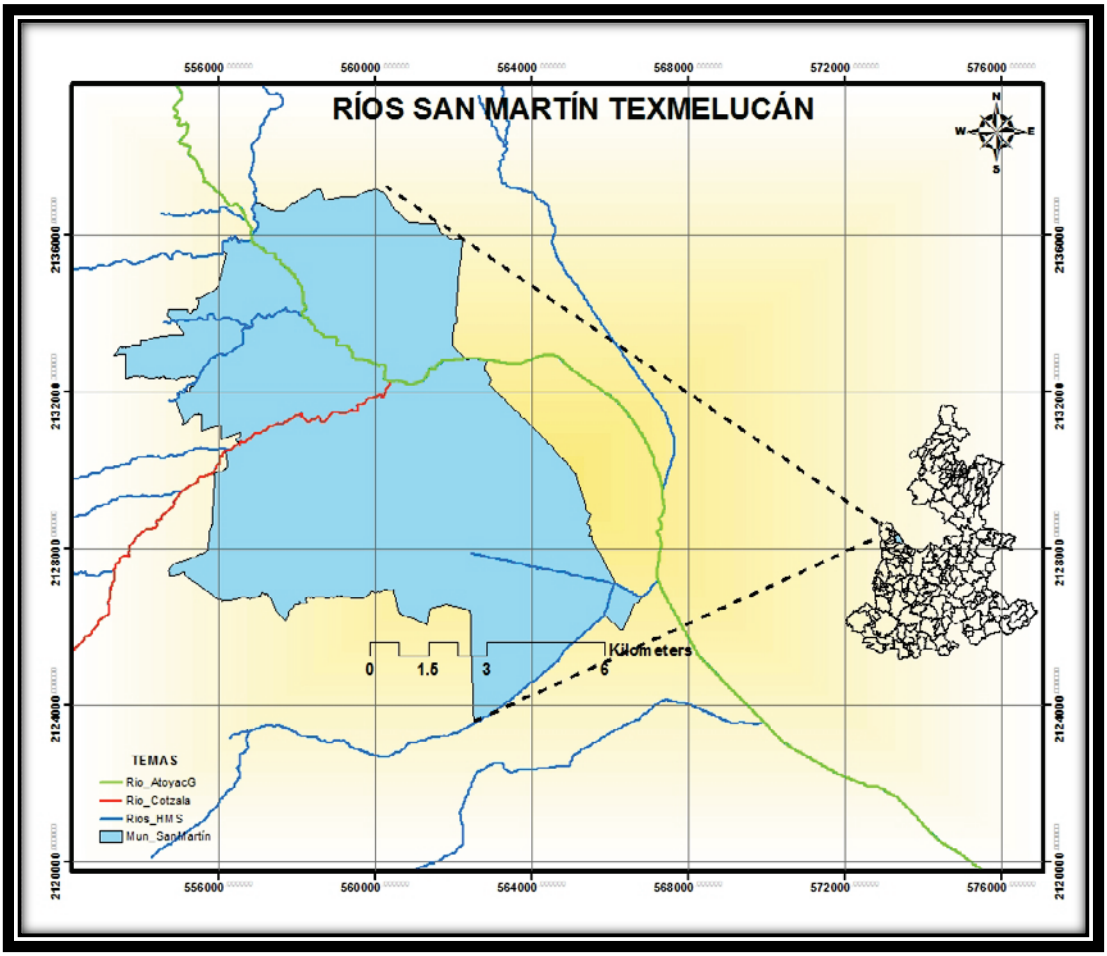
Fuente: Edafología 1:250, 000, INEGI.

4. Hidrografía

Por su ubicación, el municipio pertenece a la parte occidental de la cuenca alta de Atoyac, por él transcurren los ríos Atoyac y Acotzala que nacen en la Sierra Nevada y se nutren de otros pequeños tributarios; al oriente de la ciudad de San Martín se juntan y entra el río al estado de Tlaxcala donde recibe el nombre de Zahuapan. El Atoyac y Acotzala forman parte de la cuenca Alta del Atoyac y a su vez ésta forma al Balsas, posee pequeñas lagunas, jagüeyes y ricos mantos acuíferos; su agua es de excelente calidad.

Los ríos que la bañan provienen de la sierra y son tributarios del Atoyac, cruzando el territorio Noroeste-Sureste, hasta salir del Estado destacan el Ayotla, Santa Elena, Cotzala, Tepeyecac y Mendocinas, que recogen en su recorrido las aguas de arroyos intermitentes. También presenta una serie de canales como el Xochiac y algunos bordos alrededor de San Martín Texmelucan ver Ilustración 5.

Ilustración 5
Mapa del Municipio San Martín Texmelucán con sus Principales Rasgos Hidrográficos



Fuente: Hidrología 1:250, 000, INEGI.

4.1 Hidrología de la Cuenca de aportación a San Martín Texmelucán

El municipio pertenece a la cuenca del Río Atoyac, una de las más importantes del estado que tiene su nacimiento cerca del límite de los estados de México y Puebla

en la vertiente oriental de la sierra nevada. Por su ubicación, el municipio pertenece a la parte occidental de la cuenca alta de Atoyac. Por el municipio transcurren los ríos Atoyac y Acotzala que nacen en la Sierra Nevada y se nutren de otros pequeños tributarios. Ver tabla 1 e Ilustración 6.

Tabla 1.
Características de la cuenca Río Atoyac

Cuenca	Clave	RH	Subcuenca	Subcuenca	Área Km2	Porcentaje
RÍO ATOYAC	RH18	BALSAS	L. Totolzingo	H	5019.72	0.10081
			Río Zahuapan	I	1561.54	0.03136
			Río Atoyac-San Martín Texmelucan	D	1962.33	0.03941
			Río Atoyac-Balcón del Diablo	B	4088.49	0.08211
			Río Alceseca	J	238.54	0.00479
			Río Nexapa	E	4416.31	0.08869
			P. Miguel Avila Camacho	C	176.2	0.00354
			Río Atoyac-Tehuitzingo	A	2809.06	0.05641
			Río Acatlán	G	3446.76	0.06922
			Río Mixteco	F	7718.98	0.15502
	RH20	COSTA CHICA-RÍO VERDE	Río Sordo	D	5584.82	0.11216
			Río Atoyac-Oaxaca de Juárez	C	5897.78	0.11844
			Río Yolatepec	E	2246.43	0.04511
			Río Atoyac-San Pedro Juchatengo	b	2959.13	0.05943
			Río Atoyac-Paso de la Reina	a	1668.06	0.0335

Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI.

Ilustración 6
Mapa del Municipio San Martín Texmelucán sus Cuencas de Aportación.

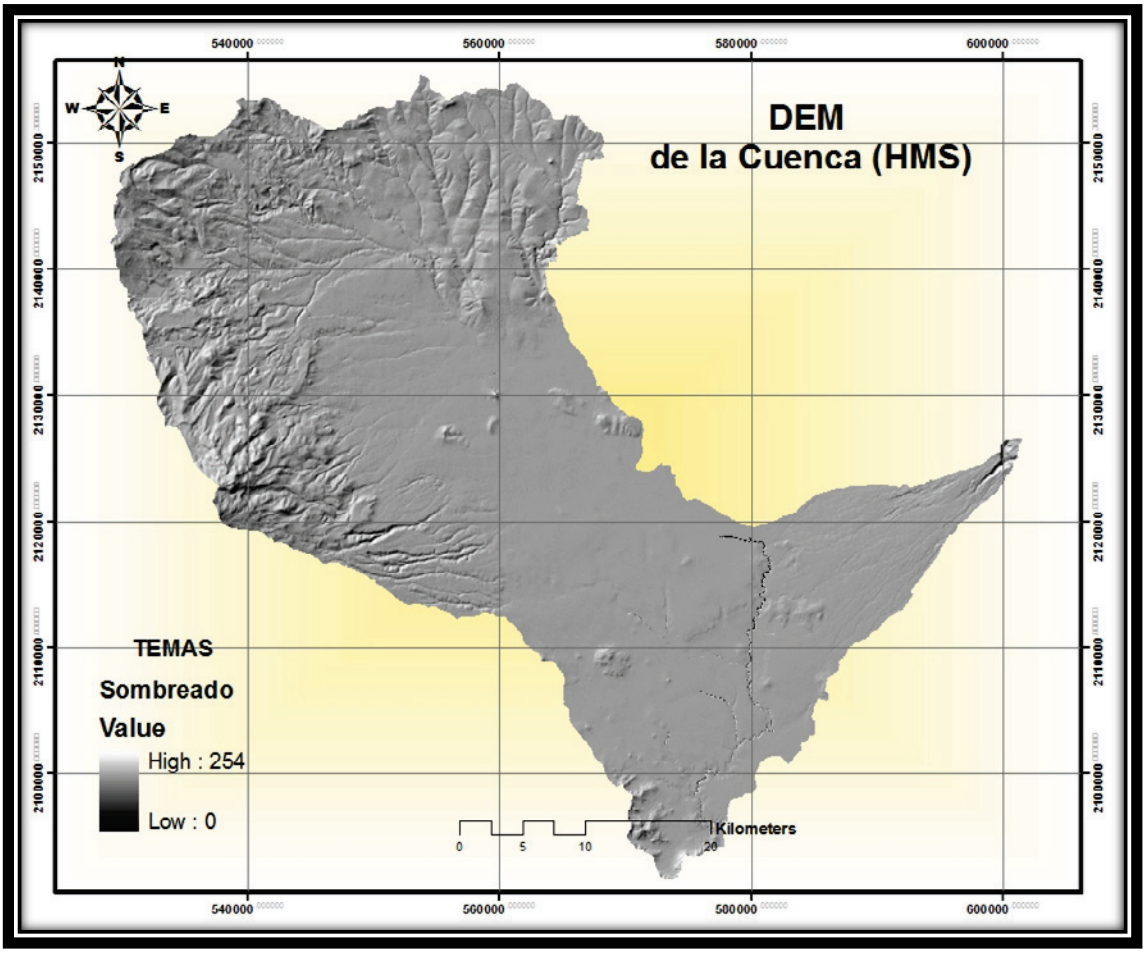
Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI.

4.2 Características fisiográficas de la Cuenca de aportación a San Martín Texmelucán

A partir del Modelo Digital de Elevaciones extraído del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI, se definió la delineación de la cuenca con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 con la extensión Hydrologic Model System, HMS, obteniendo un área 1890.98 Km^2, y un perímetro de 345160 m.

- Área de la Cuenca: 1890.98 Km^2
- Perímetro de la Cuenca: 345160 m
- Pendiente media de la cuenca**:** 11.23% clasificada como Pendiente Inclinada. Ver Ilustración 7.

Ilustración 7
Mapa del Municipio San Martín Texmelucán con su Modelo de Elevación Digital de la Cuenca



Fuente: Modelo de Elevación Digital, INEGI.

4.3 Análisis Climatológico en la cuenca que drena a San Martín Texmelucan

Para un buen análisis de este parámetro es de importancia la distribución espacial y temporal de los registros de datos que se tengan, así como la continuidad del periodo.

La información climatológica existente se trata de registros históricos con datos de precipitación pluvial, temperaturas (mínima, media y máxima), evaporación,

dirección dominante del viento y otros fenómenos meteorológicos como granizo y neblina. Ver Tabla 2.

Tabla 2
Datos Climatológicos Medios (temperatura y lluvia)

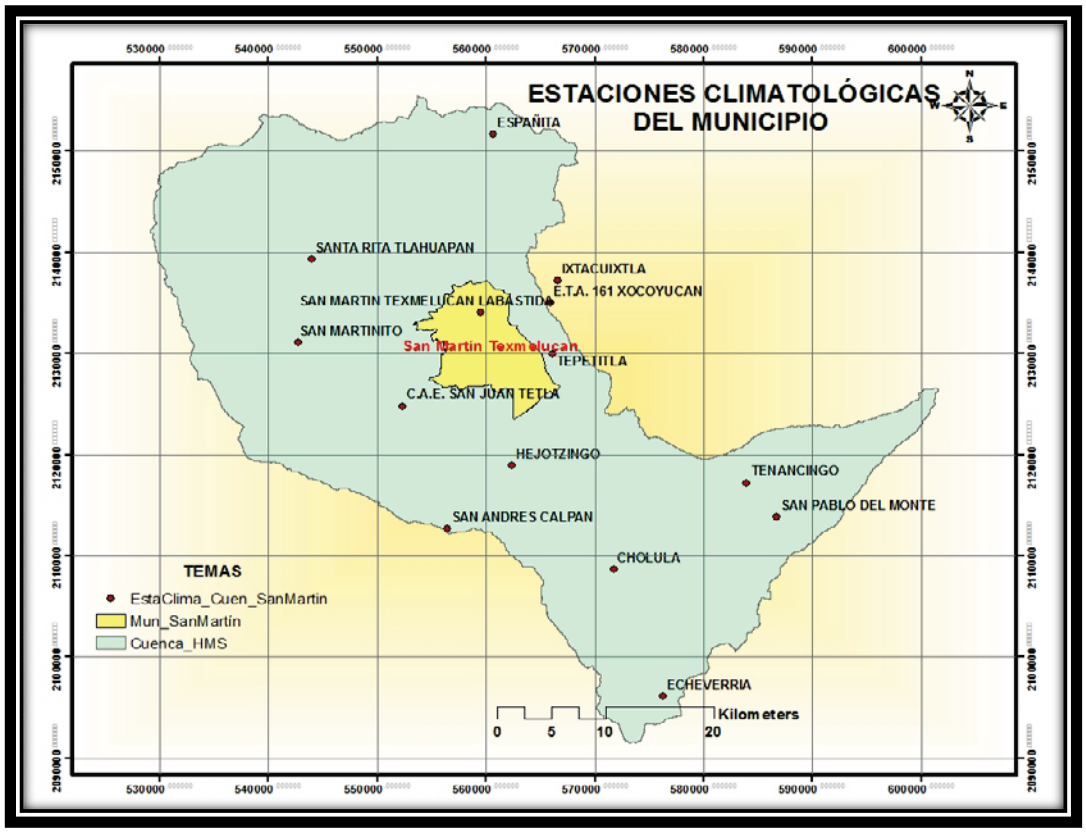
Nombre	San Martín Texmelucan de Labastida		
Clave de la Localidad	211320001		
Clave climática	C(w1)(w)		
Propiedad	**Valor**	**Propiedad**	**Valor**
Temp. Media Enero °C	12.2	Lluvia Media Enero mm	8
Temp. Media Febrero °C	13.5	Lluvia Media Febrero mm	8
Temp. Media Marzo °C	15.7	Lluvia Media Marzo mm	11
Temp. Media Abril °C	17.1	Lluvia Media Abril mm	29
Temp. Media Mayo °C	17.8	Lluvia Media Mayo mm	68
Temp. Media Junio °C	17.5	Lluvia Media Junio mm	128
Temp. Media Julio °C	16.6	Lluvia Media Julio mm	135
Temp. Media Agosto °C	16.6	Lluvia Media Agosto mm	122
Temp. Media Septiembre °C	16.3	Lluvia Media Septiembre mm	113
Temp. Media Octubre °C	15.3	Lluvia Media Octubre mm	54
Temp. Media Noviembre °C	13.7	Lluvia Media Noviembre mm	14
Temp. Media Diciembre °C	12.6	Lluvia Media Diciembre mm	6

Fuente: (INEGI, 2010)

Los datos de precipitación corresponden a valores registrados cada 24h por una red de pluviómetros. Se procesaron estadísticamente y se obtuvo la precipitación media mensual en la cuenca de aportación.

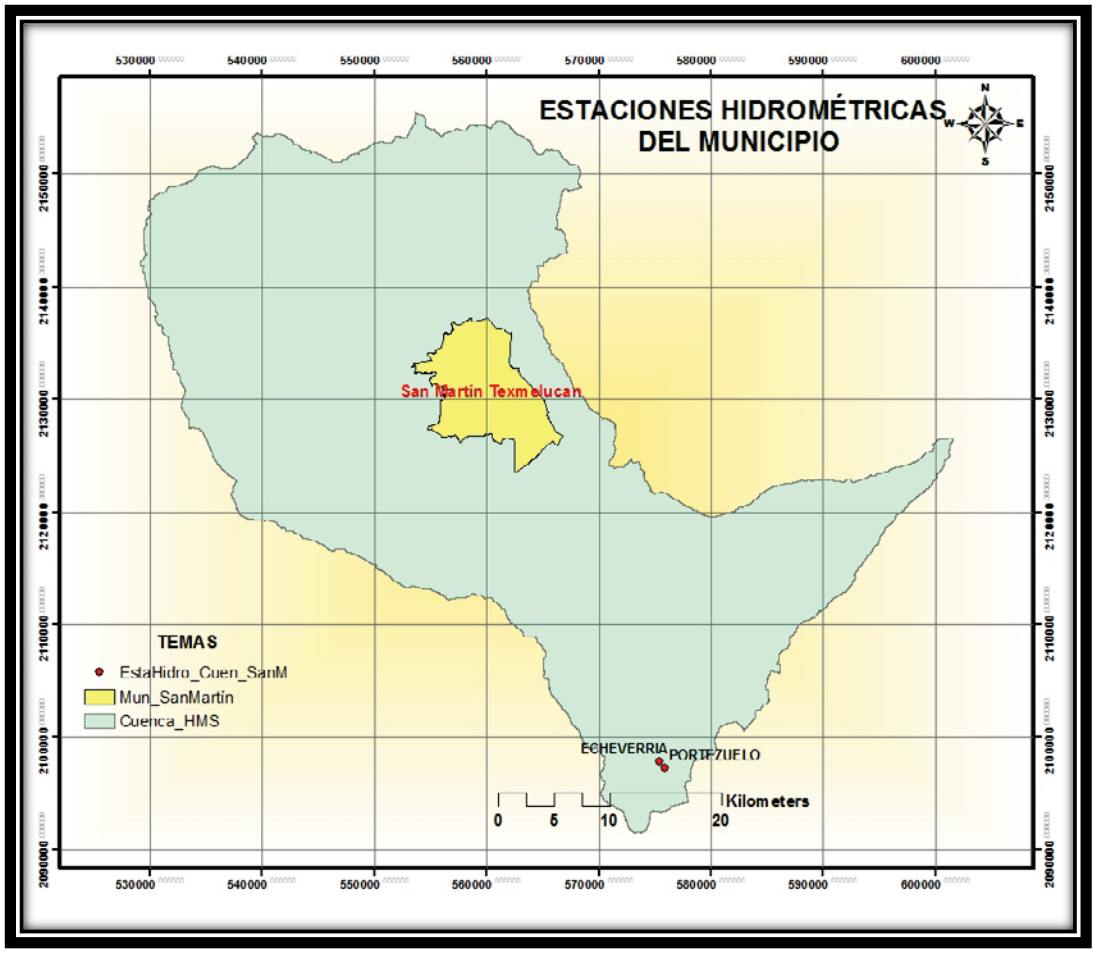
En la zona de estudio se localizaron 14 estaciones Climatológicas y dos estaciones hidrométricas las cuales se distribuyen espacialmente en la zona de estudio. Ver Ilustraciones 8 y 9.

Ilustración 8
Mapa del Municipio San Martín Texmelucán. Estaciones Climatológicas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Climatológicas, 1:250, 000, INEGI

Ilustración 9
Mapa del Municipio San Martín Texmelucán. Estaciones Hidrométricas de la Cuenca



Fuente: Estaciones Hidrométricas1:250, 000, INEGI

En las tablas 3 y 4 se muestran los datos de las estaciones climatológicas e Hidrométrica presentes en el área de la cuenca.

Tabla 3
Estaciones climatológicas de la cuenca

#	Clave	Nombre	Estado	Altura	Latitud	Longitud
1	21034	ECHEVERRIA	PUEBLA	2075	18.9556	-98.2753
2	21046	HEJOTZINGO		2270	19.1619	-98.4064
3	21078	SAN MARTIN TEXMELUCAN LABASTIDA		2240	19.2986	-98.4339
4	21096	SANTA RITA TLAHUAPAN		2630	19.3464	-98.5814
5	21164	C.A.E. SAN JUAN TETLA		2480	19.2153	-98.5022
6	21167	SAN ANDRES CALPAN		2400	19.1056	-98.4636
7	21213	SAN MARTINITO		2490	19.2719	-98.5931
8	21247	CHOLULA		2155	19.0686	-98.3181
9	29040	IXTACUIXTLA	TLAXCALA	2240	19.3267	-98.3661
10	29041	TEPETITLA		2245	19.2614	-98.3706
11	29043	E.T.A. 161 XOCOYUCAN		2220	19.3072	-98.3728
12	29047	ESPAÐITA		2570	19.4578	-98.4222
13	29056	TENANCINGO		2220	19.1458	-98.2014
14	29170	SAN PABLO DEL MONTE		2297	19.1150	-98.1753

Fuente: Estaciones Climatológicas 1:250, 000, INEGI, 2012

Tabla 4
Estación hidrométrica de la cuenca

Num	Nombre	Edo	R_h	Cuenca	Corriente	Altitud	Latitud	Longitud
460	ECHEVERRIA	PUE	18	ALTO BALSAS	R. ATOYAC	2060	18.9708	-98.2833
461	PORTEZUELO	PUE	18	ALTO BALSAS	C. PORTEZUELO	2060	18.9658	-98.2792

Fuente: Estaciones Hidrométricas 1:250, 000, INEGI, 2012

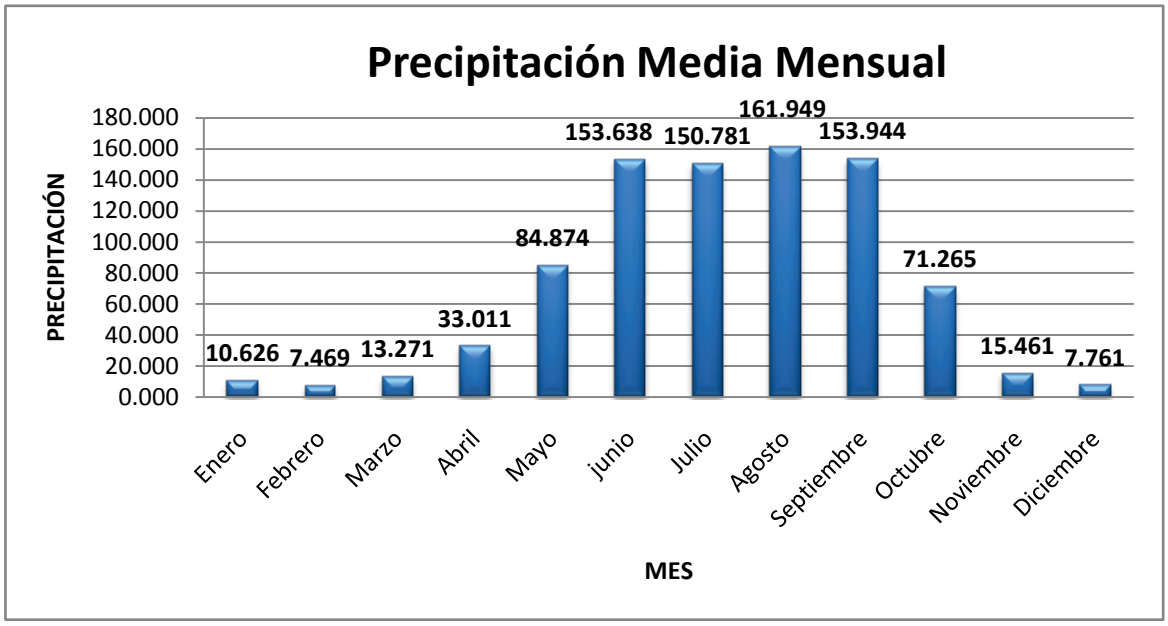
4.4 Comportamiento de las lluvias en la cuenca

A partir de los datos de precipitación tomados de la base de datos CLICOM 2008 del Servicio Meteorológico Nacional, acumulada por mes, se determinó el

comportamiento de la distribución temporal de la precipitación pluvial a lo largo del año en la zona de estudio.

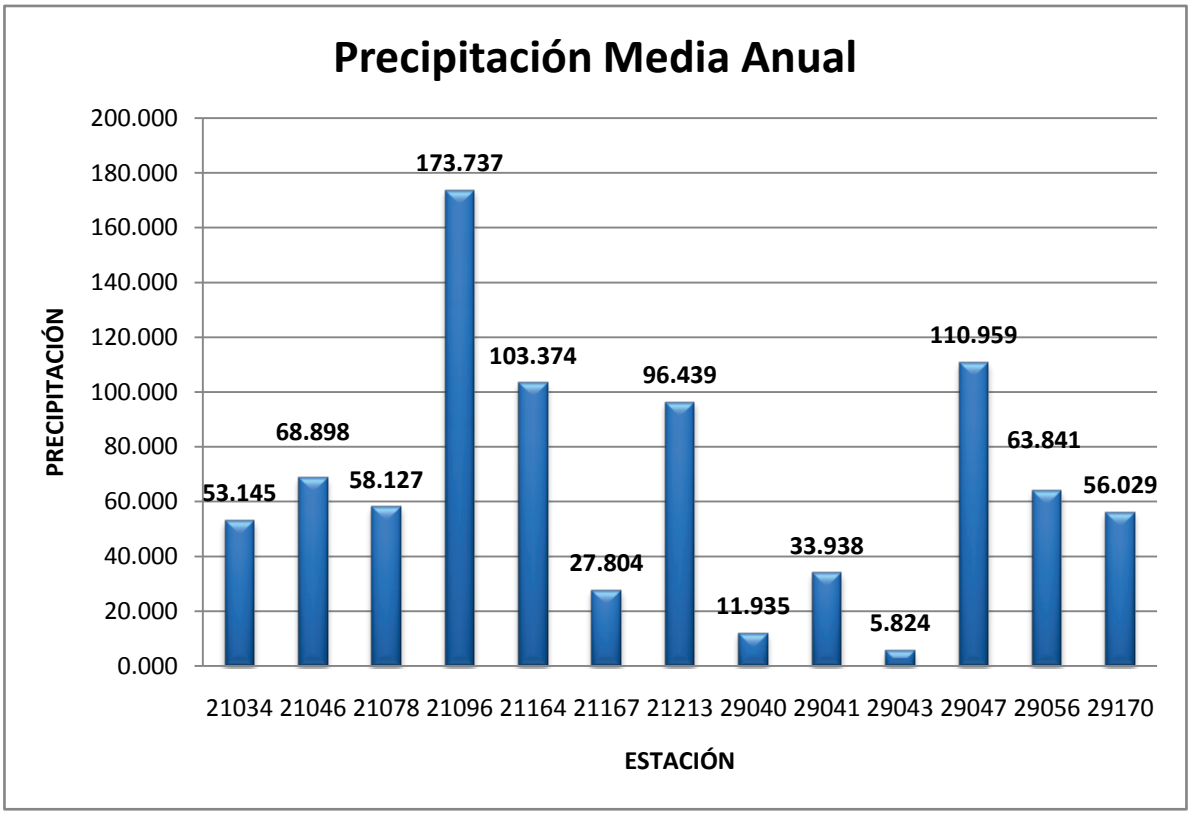
En la Ilustración 10 se puede apreciar que la época de lluvias se puede delimitar entre los meses de junio a septiembre. Se concluye también que el mes más lluvioso es el mes de agosto con un valor del 161.94 mm, en seguida está el mes de septiembre con 153 (mm).

Ilustración 10
Gráfica de la precipitación Media Mensual del Municipio San Martín Texmelucán



La precipitación anual por estación se observa en la Ilustración 11. La estación 21096 presenta el valor más alto con 173 (mm), seguida de la estación 29047 con un valor de 110. (mm).

Ilustración 11
Gráfica de la precipitación Media Anual del Municipio San Martín Texmelucán



II. Datos Poblacionales

A. Perfil Socio-demográfico

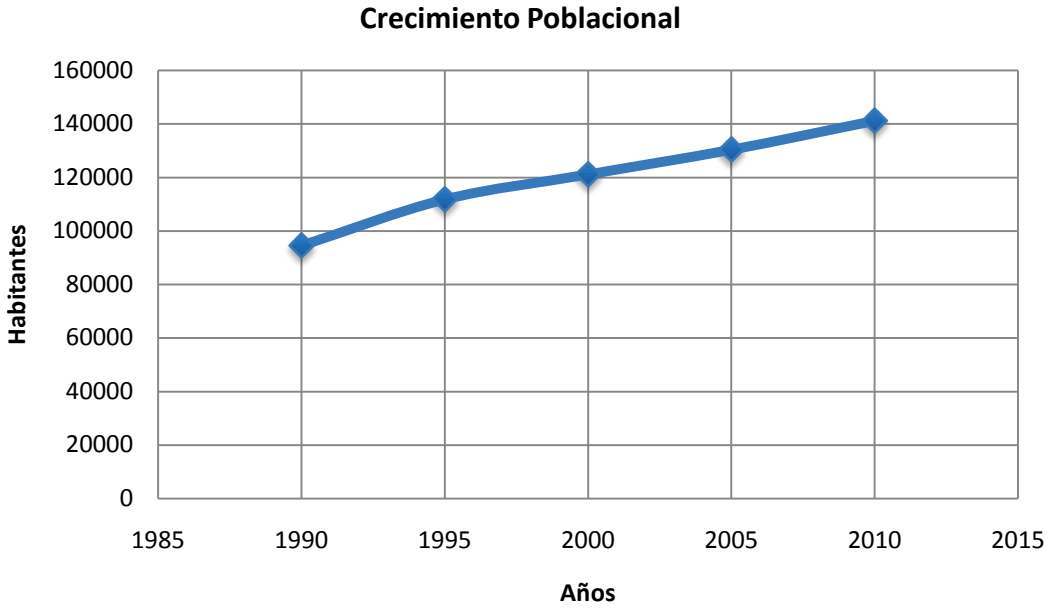
Este municipio presentó un crecimiento poblacional de cerca 50 mil personas según los datos censales y conteos poblacionales que INEGI realizó en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Ver Tablas 5 y 6 e Ilustraciones 12 y 13.

Tabla 5
Datos de Población de los diferentes censos y conteos poblaciones, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población (Hab)	94, 471	111, 737	121, 071	130, 316	141, 112

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 12
Gráfica del crecimiento poblacional del Municipio San Martín Texmelucan, INEGI



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

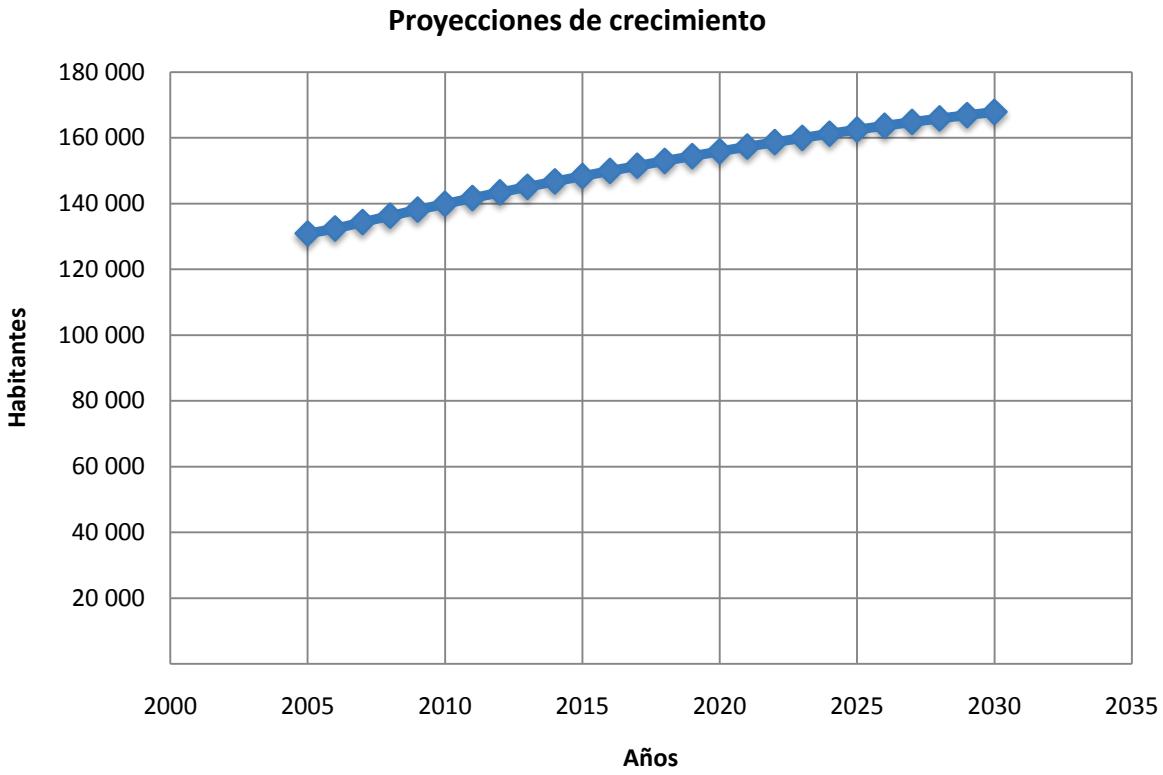
La siguiente Tabla muestra las proyecciones de población elaboradas por la CONAPO para el año 2030.

Tabla 6
Proyecciones de la Población en el municipio San Martín Texmelucan, según la CONAPO

Año	Población	Año	Población
2005	130 911	**2018**	152 982
2006	132 457	**2019**	154 454
2007	134 393	**2020**	155 891
2008	136 282	**2021**	157 292
2009	138 128	**2022**	158 655
2010	139 932	**2023**	159 975
2011	141 694	**2024**	161 251
2012	143 416	**2025**	162 480
2013	145 100	**2026**	163 660
2014	146 747	**2027**	164 790
2015	148 355	**2028**	165 866
2016	149 929	**2029**	166 890
2017	151 473	**2030**	167 857

Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

Ilustración 13
Gráfica de las proyecciones de crecimiento poblacional según la CONAPO



Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

B. Grado de Marginación[25]

Tabla 7
Indicadores de socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal en el municipio de San Martín Texmelucan

Municipio	San Martín Texmelucan
Población total	141, 112
Grado de marginación	Bajo
Índice de marginación	13.619

Fuente: (CONAPO, 2010)

[25] El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

C. Grupos Étnicos

Tabla 8
Datos de Población hablante de lengua Indígena, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	-	383	769	484	716
Población en hogares censales indígenas	-	-	-	1074	1842

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

La composición indígena en San Martin Texmelucan correspondió en el año 2010 al 1.3% de la población en hogares censales.

D. Educación

Para el ciclo escolar 2006-07 en el municipio operaron 222 planteles educativos de los cuales 88 fueron para el nivel de preescolar, 59 para la educación primaria, 28 para secundaria, 11 para profesional técnico y 38 para el bachillerato[26]. El Grado Promedio de Escolaridad de su población, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010), fue de 8.83 años. La población analfabeta de 15 años y más fue de 4377 personas (3.1%), mientras que la población de 15 años y más sin escolaridad fue de 4486 habitantes (3.1%).

F. Salud

La atención a la salud en el municipio de San Martin Texmelucan se proporciona a través de instituciones del sector oficial, tales como la Secretaría de Salud, el Instituto Mexicano del Seguro Social, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, y PEMEX.[27] La población no derechohabiente de servicios de salud en 2010 correspondió a 80787 habitantes, es decir el 57.2% de la población.

[26] INAFED (2009) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Puebla, San Martin Texmelucan. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Puebla. [En Línea], Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/puebla/Mpios/21132a.htm
[27] Ibid

G. Hogares

Tabla 9
Datos de Hogares con jefatura femenina, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hogares censales con jefatura femenina	-	-	5196	6462	8442
Hogares censales con jefatura masculina	-	-	20861	22380	24519
Total de Hogares	-	-	26057	28842	32961
Población en hogares censales con jefatura femenina	-	-	20553	24669	32047
Población en hogares censales con jefatura masculina	-	-	98052	101867	108559
Población en hogares censales	-	-	118605	126536	140606

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

En el año 2000, el 20% de hogares censados estaba a cargo de la jefatura femenina, en el 2005, representó el 22.4% y en el año 2010 el 25.6%. Ello significó que en el 2000, el 17.3% de la población de San Martín Texmelucan habitaba en un hogar con jefatura femenina; el 20% en 2005 y el 22.7% en año 2010. Ver Tabla 9.

G. Actividades Económicas

Las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, la pesca, la apicultura, la industria, el turismo y el comercio. El municipio produce maíz, trigo, frijol, chile, calabaza, cebolla, coliflor, lechuga, rábano, cebolla, perejil, cilantro, betabel, huazontle, alfalfa, cebada y gran variedad de legumbres propias del clima templado y se utiliza el sistema tradicional. Se cultivan árboles de pera, ciruela, chabacano, manzana, capulín, durazno, tejocote y nuez. La actividad económica industrial en este municipio es relevante y está representada por la industria química y petroquímica.[28]

[28] Ibid

La población económicamente activa en el año 2010 fue de 57, 068 habitantes, mientras que en el año 2000 fue de 43, 439 personas, de las cuales 42, 919 se encontraban ocupadas de la siguiente manera. Ver Tabla 10.

Tabla 10
Actividades económicas por sector

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	13.8
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	38
Terciario (Comercio, turismo y servicios	46.6

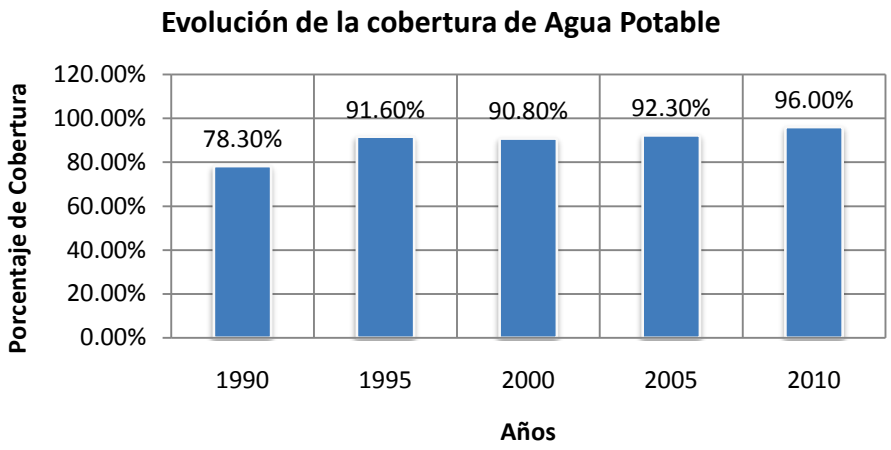
Fuente: (INEGI, 2000)

H. Coberturas*

* Dato calculado con la relación

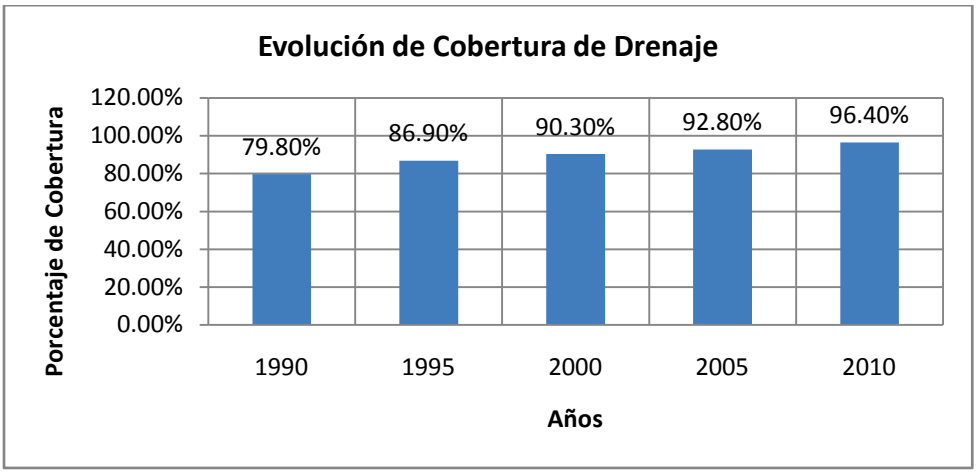
$$\frac{Total\ de\ Viviendas\ Particulares\ habitadas}{Viviendas\ que\ disponen\ del\ servicio} = \%\ de\ cobertura$$

Ilustración 14
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Agua Potable en el municipio San Martín Texmelucan



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 15
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Drenaje en el municipio San Martín Texmelucan



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Ficha Técnica del Municipio

En este apartado se muestra una tabla resumen de los datos más importantes para el desarrollo del presente trabajo. Ver Tabla 11.

Tabla 11
Ficha Técnica Resumen del Municipio San Martín Texmelucan

Concepto/ año	1990	1995	2000	2005	2010
Total de Población	94471	111719	121071	130316	141112
Total de localidades	12	22	35	36	43
Total de población de localidades urbanas	89493	110873	119480	128393	137752
Total de localidades urbanas	5	7	7	7	7
Total de población de localidades rurales	4798	846	1591	1923	3360
Total de localidades rurales	7	15	28	29	36
Total de Población Masculina	45998	54327	58507	62544	67490
Total de Población Femenina	48462	57392	62522	67734	73549
Total del viviendas particulares habitadas	17334	22503	24662	27826	32954
Ocupantes de VPH	94349	111472	118570	130134	140578
Promedio de Habitantes de VPH	5.44	4.95	4.81	4.68	4.27
Viviendas que disponen con agua entubada	13574	20615	22384	25686	31632
Viviendas que disponen con drenaje	13841	19547	22265	25821	31763
Cobertura de Agua *	78.3%	91.6%	90.8%	92.3%	96.0%
Cobertura de Drenaje *	79.8%	86.9%	90.3%	92.8%	96.4%
Cobertura de Saneamiento					54.7%

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

I. Datos Generales

A. Geografía física

El Carmen Tequexquitla se localiza en el estado de Tlaxcala en las coordenadas 19° 17´ y 19° 24¨de latitud norte; los meridianos 97° 37¨ y 97° 44´ de longitud oeste; altitud entre 2 400 y 2700m. Colinda al norte con el municipio de Atzayanca y el estado de puebla; al este y al sur con el estado de Puebla y los municipios de Cuapiaxtla y Atzayanca.

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el municipio de El Carmen Tequexquitla comprende una superficie de 58.41 km2, lo que representa el 1.5% del total del territorio estatal, el cual asciende a 4 060. 923 km2 ver lustración 1.

Ilustración 12
Ubicación del Municipio del Carmen Tequexquitla

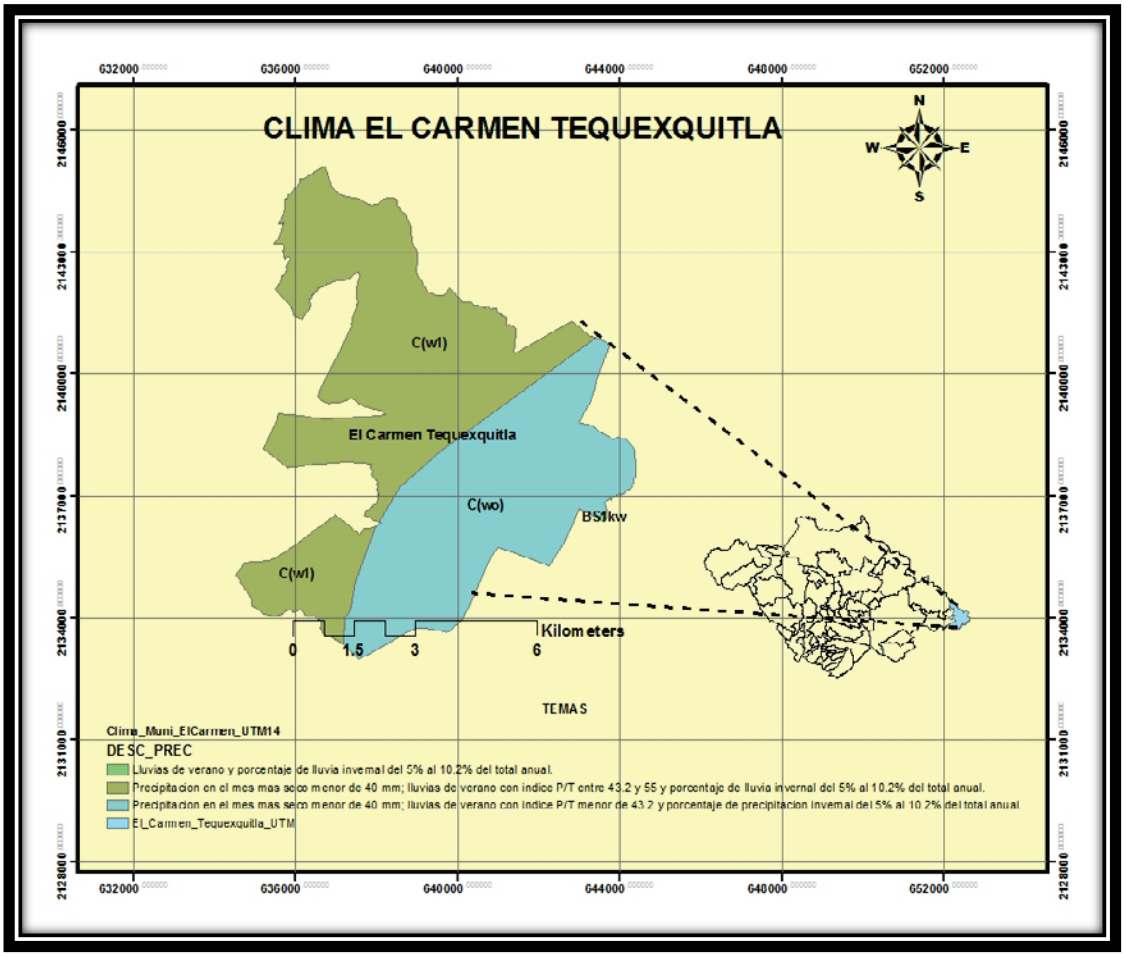
Fuente: Municipios 1:250, 000, INEGI.

1. Clima

Su principal clima es el templado subhúmedo; con lluvias en verano y sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 21.8℃, la máxima se registra en el mes de Mayo (24.1 °C) y la mínima se registra en Enero (0.9 °C). El régimen de lluvias se registra entre los meses de julio y agosto, contando con una precipitación media de 81.6 milímetros ver lustración 2.

Ilustración 13

Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con sus principales climas



Fuente: Clima 1:250, 000, INEGI.

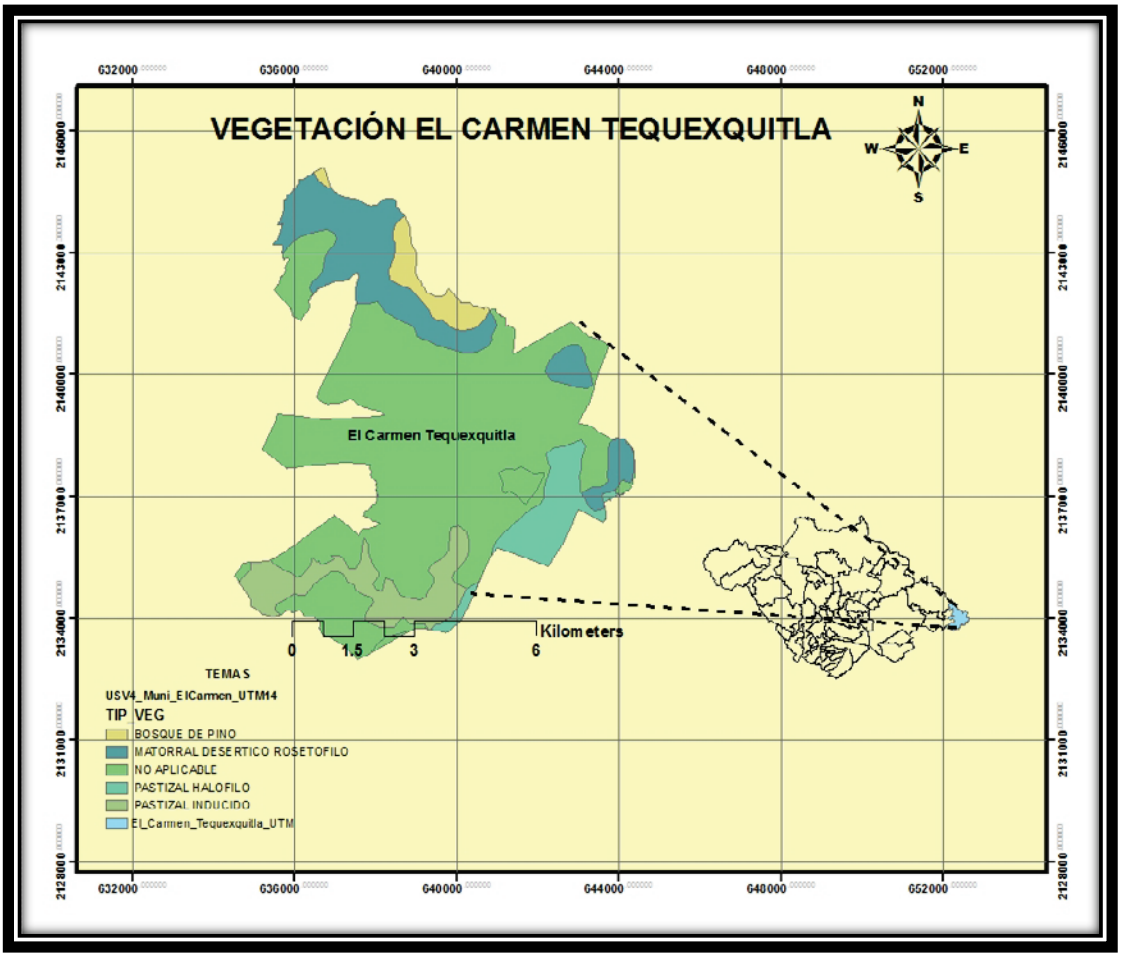
2. Uso de suelo y vegetación

La mayor parte del territorio municipal está representado por el tipo matorral xerófito, comunidad botánica que se caracteriza por tener diferentes tipos de plantas suculentas, plantas de hoja arrosetada, plantas sin hojas y plantas de hojas pequeñas y espinosas.

Las especies que caracterizan a esta comunidad vegetal son: el maguey de cerro (Agave horrida), el agave pulquero (A. salmiana), el sotol (Nolina longifolia), la palma de izote (Yucca filifera), la palma (Dasylirion acrotriche), el tapón (Opuntia spinulifera), la pata del tlacuache (Senecio praecox), el nopal de alto (O. hyptiacantha), el nopal de ardilla (O. robusta), la biznaga o pitahaya (Mammilaria magnimamma), la salvia de bolita (Buddleia perfoliata) y la trompetilla (Bouvardia ternifolia). Asociado al matorral xerófito, el municipio se encuentra representado por el bosque de pino piñonero (Pinus cembroides).

Con base en la cartografía de INEGI a escala 1:250, 000 se determinó el uso de suelo que existe en el municipio. El uso de suelo de este municipio lo podemos resumir de la siguiente forma: Agricultura (65%) y zona urbana (1%). Su vegetación está conformada por matorral desértico rosetofilo (16%), bosque de pino (3%), pastizal inducido (9%) y pastizal halófilo (6%). Ver Ilustración 3.

Ilustración 3
Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con sus principales Usos de Suelo y Vegetación



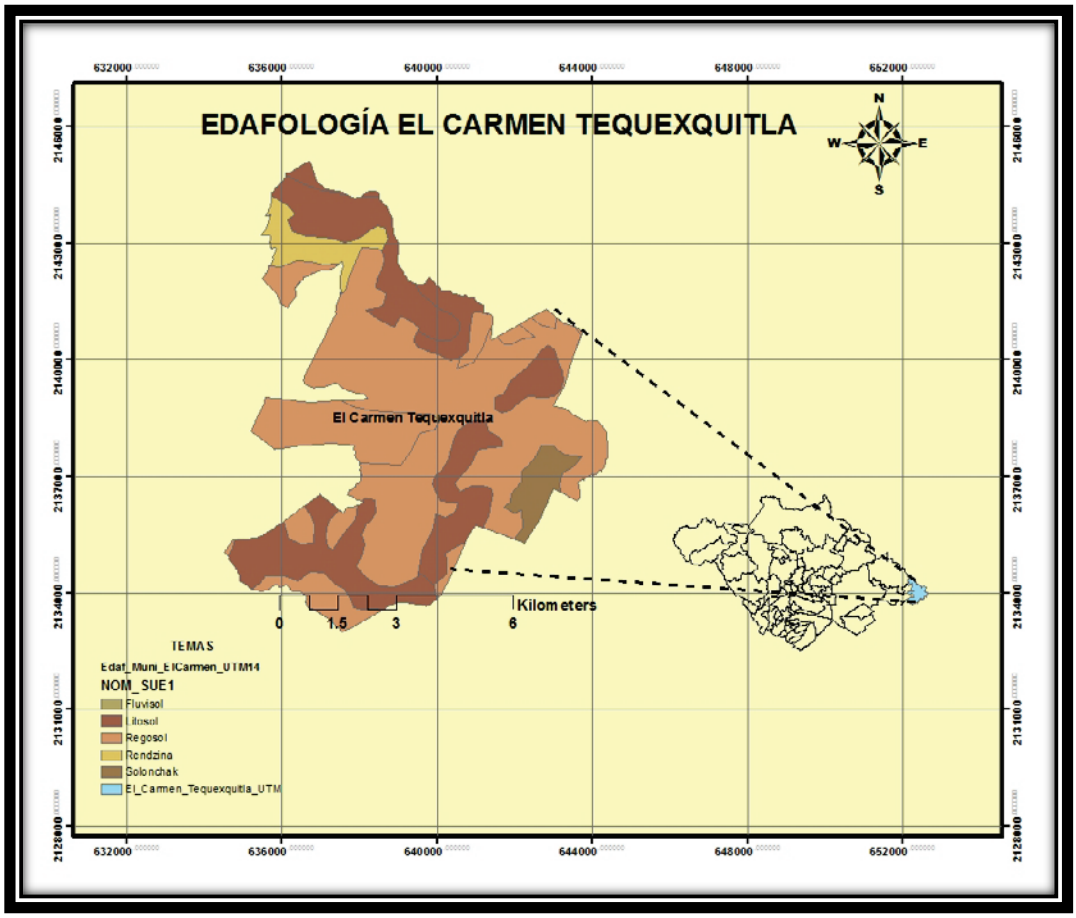
Fuente: Uso de Suelo y Vegetación serie IV 1:250, 000, INEGI.

3. Edafología

En el municipio se identifican suelos pertenecientes a: cambisoles, litosoles, gleysoles, fluvisoles, regosoles, andosoles, vertisoles e histosoles; Las unidades de producción rural ocupan una superficie de 2, 952 hectáreas, espacio que representa el 1.2% de la superficie total del estado. De tal extensión 1, 989 hectáreas, el 67.4% constituyen la superficie de labor, o sea las tierras dedicadas a cultivos, frutales y plantaciones.

El municipio cuenta con tres formas características de relieve y su distribución se encuentra de la siguiente manera: Zonas planas, que cubren el 50.0% de la superficie total y se ubican al oriente del municipio. Zonas accidentadas, que abarcan aproximadamente el 40% de la superficie y su localización se encuentra en la parte norte y sur del municipio. Zonas semiplanas, comprenden el restante 10.0% de la superficie y se localizan en la parte central del municipio. Ver Ilustración 4.

Ilustración 4
Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con sus principales suelos



Fuente: Edafología 1:250, 000, INEGI.

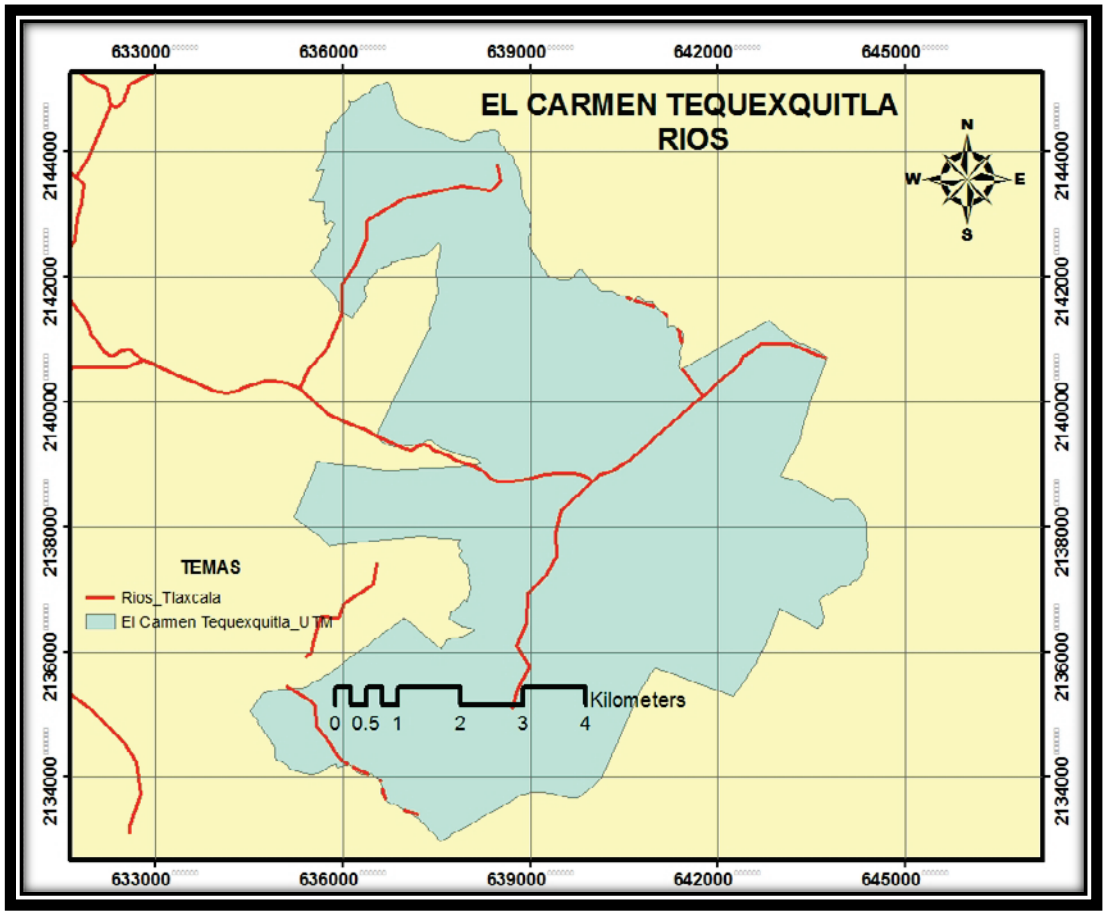
4. Hidrografía

El municipio pertenece a la región hidrológica Balsas. La hidrografía se compone de arroyos, con caudal durante la época de lluvias sobre el Río Altzayanca. Abarca también una parte de la Laguna de Totolcingo, ubicada al oriente del municipio colindando con el estado de Puebla; además cuenta con tres manantiales, uno de

los cuales es de aguas azufradas, así como pozos para la extracción de agua para riego. Sus recursos hidrológicos son proporcionados principalmente por el Río Altzayanca. Ver Ilustración 5.

Ilustración 5

Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con sus Principales Rasgos Hidrográficos



Fuente: Hidrología 1:250, 000, INEGI.

4.1 Hidrología de la Cuenca de aportación a El Carmen Tequexquitla

La mayor parte del estado de Tlaxcala (75.14%), en sus porciones centro y sur, queda comprendida dentro de la cuenca del Río Atoyac, perteneciente a la región hidrológica Río Balsas (No. 18). Un 18.48% corresponde a la cuenca del río Moctezuma, ubicada al noroeste de la entidad, es parte de la región Pánuco (No.

26); y el 6.38% restante a la cuenca del Río Tecolutla que corresponde la región Tuxpan-Nautla (No. 27), la cual cubre el noreste del estado.

Región Hidrológica Río Balsas (No. 18)

El Río Balsas, conocido también como Atoyac, Mezcala o Zacatula, es uno de los más importantes en la República Mexicana; nace unos 40 km al norte de la ciudad de Tlaxcala, en los límites de este estado con Puebla. En sus orígenes, se llama Río Zahuapan, y al confluir con el Atoyac, unos 10 km al norte de Puebla, toma este último nombre. Posteriormente entra a lzúcar de Matamoros y después de unir sus aguas con las del Río Mixteco, cambia su nombre a Río Poblano. A continuación atraviesa los estados de Morelos y Guerrero, recibiendo varios afluentes hasta que desemboca en el Océano Pacífico.

Cuenca Río Atoyac (18 A)

El Río Atoyac, que da origen al Balsas, dentro del estado de Tlaxcala se forma a partir de los escurrimientos que bajan por la vertiente norte del lztaccíhuatl desde una altitud de 4, 000 metros sobre el nivel del mar en los límites de los estados de México y Puebla. La corriente toma el nombre de Atoyac desde que se une con los ríos Tlahuapan y Turín. Sus afluentes intermedios son el Río Atoyac-San Martín Texmelucan (18 AD), el lago Totolzingo (18 AH) y el Río Zahuapan (18 AI). Este último río es la principal corriente de Tlaxcala.

El área total de la cuencas es de 49794.15 km^2, en donde la subcuenca L. Totolzingo tiene un porcentaje del 10% del total de la superficie. En la Ilustración 6 se observa la ubicación de la subcuenca L. Totolzingo, dentro de la cuenca Río Atoyac. La tabla 1 contiene las características de la cuenca.

Ilustración 6
Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con sus Cuencas de Aportación

Fuente: Cuencas 2005 1:250, 000, INEGI

Tabla 1.
Características de la cuenca Río Atoyac

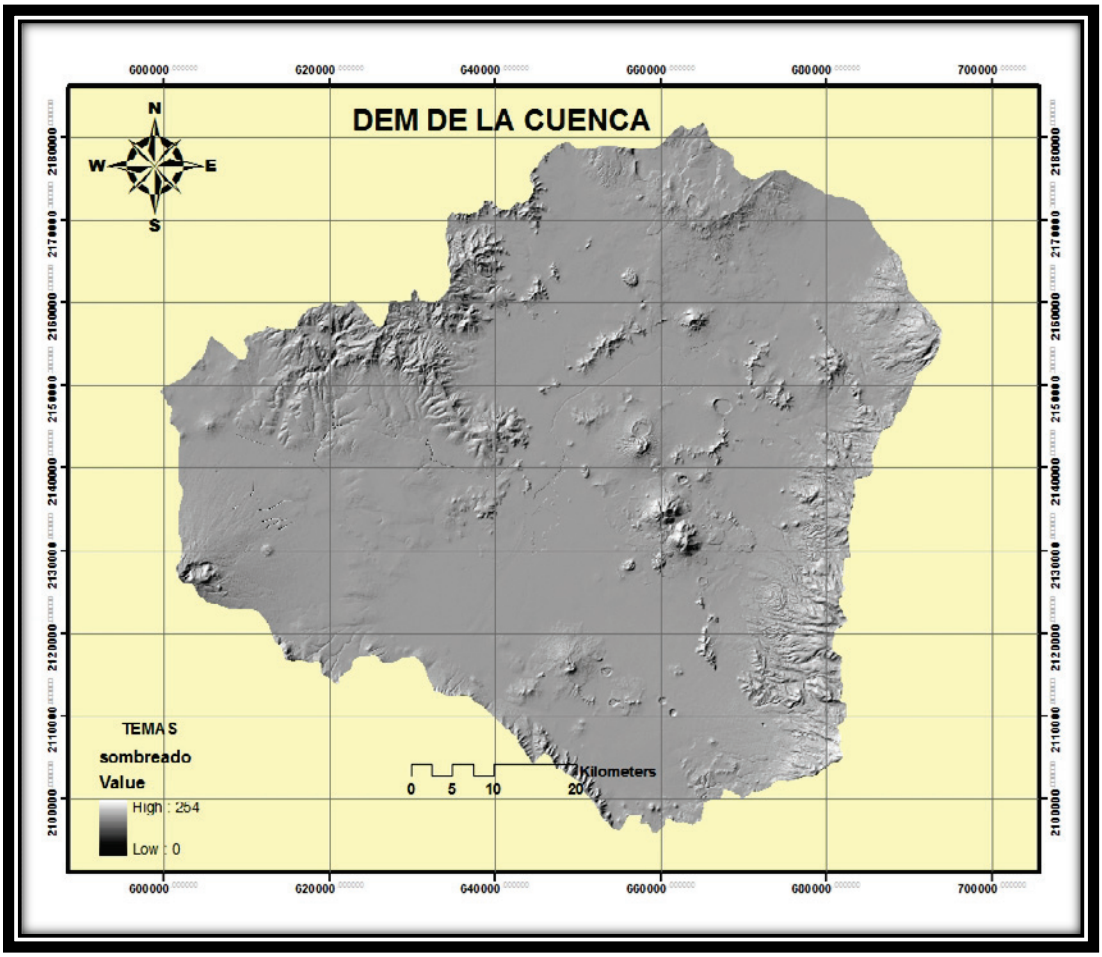
Cuenca	Clave	RH	Subcuenca	Subcuenca	Área Km2	PORCENTAJE
RÍO ATOYAC	RH18	BALSAS	L. Totolzingo	H	5019.72	0.10081
			Río Zahuapan	I	1561.54	0.03136
			Río Atoyac-San Martín Texmelucan	D	1962.33	0.03941
			Río Atoyac-Balcón del Diablo	B	4088.49	0.08211
			Río Alceseca	J	238.54	0.00479
			Río Nexapa	E	4416.31	0.08869
			P. Miguel Avila Camacho	C	176.2	0.00354
			Río Atoyac-Tehuitzingo	A	2809.06	0.05641
			Río Acatlán	G	3446.76	0.06922
			Río Mixteco	F	7718.98	0.15502
	RH20	COSTA CHICA-RÍO VERDE	Río Sordo	D	5584.82	0.11216
			Río Atoyac-Oaxaca de Juárez	C	5897.78	0.11844
			Río Yolatepec	E	2246.43	0.04511
			Río Atoyac-San Pedro Juchatengo	b	2959.13	0.05943
			Río Atoyac-Paso de la Reina	a	1668.06	0.0335

4.2 Características fisiográficas de la Cuenca de aportación a El Carmen Tequexquitla

A partir del Modelo Digital de Elevaciones extraído del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI, se definió la delineación de la cuenca con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 con la extensión Hydrologic Model System, HMS, obteniendo un área 58.414 Km^2, y un perímetro de 336545.074 m. En el siguiente mapa se muestra la delimitación de la cuenca. En el mapa 6 se observa la delineación de la cuenca.

- Área de la Cuenca: 58.414 Km^2
- Perímetro de la Cuenca: 406400 m
- Pendiente media de la cuenca**:** 10.43% clasificada como Inclinada. Ver Ilustración 7.

Ilustración 7
Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con su Modelo de Elevación Digital de la Cuenca



Fuente: Modelo de Elevación Digital, INEGI.

4.3 Análisis Climatológico en la cuenca que drena a El Carmen Tequexquitla.

Para un buen análisis de este parámetro es de importancia la distribución espacial y temporal de los registros de datos que se tengan, así como la continuidad del periodo.

La información climatológica existente se trata de registros históricos con datos de precipitación pluvial, temperaturas (mínima, media y máxima), evaporación,

dirección dominante del viento y otros fenómenos meteorológicos como granizo y neblina. Ver Tabla 2.

Tabla 2
Datos Climatológicos Medios (temperatura y lluvia) registrados en la estación Climatológica

Nombre	Villa de El Carmen Tequexquitla		
Clave de la Localidad	290070001		
Clave climática	BS1kw		
Propiedad	**Valor**	**Propiedad**	**Valor**
Temp. Media Enero °C	12.2	Lluvia Media Enero mm	7
Temp. Media Febrero °C	13.6	Lluvia Media Febrero mm	9
Temp. Media Marzo °C	15.9	Lluvia Media Marzo mm	15
Temp. Media Abril °C	17.1	Lluvia Media Abril mm	39
Temp. Media Mayo °C	17.7	Lluvia Media Mayo mm	77
Temp. Media Junio °C	17.6	Lluvia Media Junio mm	94
Temp. Media Julio °C	16.9	Lluvia Media Julio mm	77
Temp. Media Agosto °C	16.9	Lluvia Media Agosto mm	79
Temp. Media Septiembre °C	16.4	Lluvia Media Septiembre mm	79
Temp. Media Octubre °C	15.5	Lluvia Media Octubre mm	31
Temp. Media Noviembre °C	13.9	Lluvia Media Noviembre mm	10
Temp. Media Diciembre °C	12.5	Lluvia Media Diciembre mm	5

Fuente: (INEGI, 2010)

Los datos de precipitación corresponden a valores registrados cada 24h por una red de pluviómetros. Se procesaron estadísticamente y se obtuvo la precipitación media mensual en la cuenca de aportación.

En la zona de estudio se localizaron 27 estaciones climatológicas, las cuales muestran una distribución que cubre toda la cuenca y se tiene también algunas estaciones climatológicas fuera de la cuenca. En la tabla 3 se observan la información de las estaciones, en la Ilustración 8 se tiene la distribución espacial.

Tabla 3
Estaciones climatologicas de la cuenca

Clave	Nombre	Estado	Altura	Latitud	Longitud
21026	CIUDAD SERDAN (SMN)	PUEBLA	2570	18.9839	-97.4417
21029	COLONIA TEMEXTLA		2410	19.6219	-97.6811
21038	EL PROGRESO		2455	19.3853	-97.2892
21040	GUADALUPE BUENAVISTA		2360	19.3703	-97.3558
21052	ALCHICHICA		2380	19.4119	-97.3939
21072	SAN DIEGO TEXMELUCAN		2570	19.0197	-97.4506
21077	SAN LUIS ATEXCAC		2420	19.3464	-97.4561
21080	SAN SALVADOR EL SECO		2355	19.1336	-97.6625
21081	SANTA CRUZ COYOTEPEC		2460	19.0233	-97.5669
21089	TEPEYAHUALCO		2340	19.4900	-97.4944
21100	VISTA HERMOSA		2560	19.1297	-97.7333
21117	GUADALUPE VICTORIA		2425	19.2914	-97.3419
21119	LIBRES (SMN)		2430	19.5003	-97.7581
21129	FRANCISCO I. MADERO		2585	19.6147	-97.5011
21209	LOS HUMEROS (CFE)		2790	19.6792	-97.4061
29005	CUAPIAXTLA	TLAXCALA	2440	19.2989	-97.7697
29007	EL CARMEN		2170	19.3181	-97.6472
29011	HUAMANTLA		2485	19.3158	-97.9111
29026	ZITLALTEPEC		2370	19.1997	-97.9075
29027	TOCATLAN		2390	19.3886	-98.0214
29051	TOLUCA DE GUADALUPE		2480	19.4647	-97.9581
29053	TERRENATE		2600	19.4769	-97.9172
29151	ALTZAYANCA		2410	19.4281	-97.7989
30128	PEROTE	VERACRUZ	2415	19.5808	-97.2478
30178	TENEXTEPEC		2660	19.4861	-97.2642
30198	ZALAYETA		2350	19.4139	-97.3889
30366	FRIJOL COLORADO (CFE)		2430	19.5042	-97.3358

Fuente: Estaciones Climatológicas 1:250, 000, INEGI, 2012

Ilustración 8
Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con Estaciones Climatológicas e Hidrométricas de la Cuenca

Fuente: Estaciones Climatológicas e Hidrométricas, 1:250, 000, INEGI

En la cuenca L. Totolzingo se encuentran dos estaciones hidrométricas la 626 y la 462, en la Ilustración 8 se observan las estaciones hidrométricas y su distribución espacial, la tabla 4 contiene las características de las estaciones.

Tabla 4 Estaciones hidrométricas de la cuenca

Num	Nombre	OC	Edo	R_ H	Cuenca	Corriente	Altitud	Latitud	LONGITUD
462	SAN JUAN ATENCO	IV	PUEBLA	18	ALTO BALSAS	R, ATOYAC	2560	19.0900	-97.5400
626	HUAMANTLA	IV	TLAXCALA	18	CERRADA LIBRES ORIENTAL	RIO GUADALUPE	0	19.3131	-97.9509

Fuente: Estaciones Hidrométricas 1:250, 000, INEGI, 2012

En la tabla 5 se enuncian las estaciones climatológicas a analizar, en esta tabla se presentan su clave, el nombre de la estación, sus coordenadas geográficas y la elevación a la que se encuentran.

Tabla 5
Estaciones climatológicas analizadas

CLAVE	NOMBRE	ESTADO	ALTURA	Latitud	Longitud
21029	COLONIA TEMEXTLA	**PUEBLA**	2410	19.622	-97.681
21038	EL PROGRESO		2455	19.385	-97.289
21052	ALCHICHICA		2380	19.412	-97.394
21089	TEPEYAHUALCO		2340	19.49	-97.494
21119	LIBRES (SMN)		2430	19.5	-97.758
21129	FRANCISCO I. MADERO		2585	19.615	-97.501
29005	CUAPIAXTLA	**TLAXCALA**	2440	19.299	-97.77
29007	EL CARMEN		2170	19.318	-97.647
29011	HUAMANTLA		2485	19.316	-97.911
29051	TOLUCA DE GUADALUPE		2480	19.465	-97.958
29053	TERRENATE		2600	19.477	-97.917
29151	ALTZAYANCA		2410	19.428	-97.799
30128	PEROTE	**VERACRUZ**	2415	19.581	-97.248
30178	TENEXTEPEC		2660	19.486	-97.264
30198	ZALAYETA		2350	19.414	-97.389
30366	FRIJOL COLORADO (CFE)		2430	19.504	-97.336

Fuente: Estaciones Climatológicas 1:250, 000, INEGI, 2012

En la Ilustración 9 se muestran las estaciones climatológicas que se han seleccionado para el análisis hidrológico en la cuenca.

Ilustración 9
Mapa del Municipio El Carmen Tequexquitla con Estaciones Climatológicas Analizacas

Fuente: Estaciones Climatológicas, 1:250, 000, INEGI

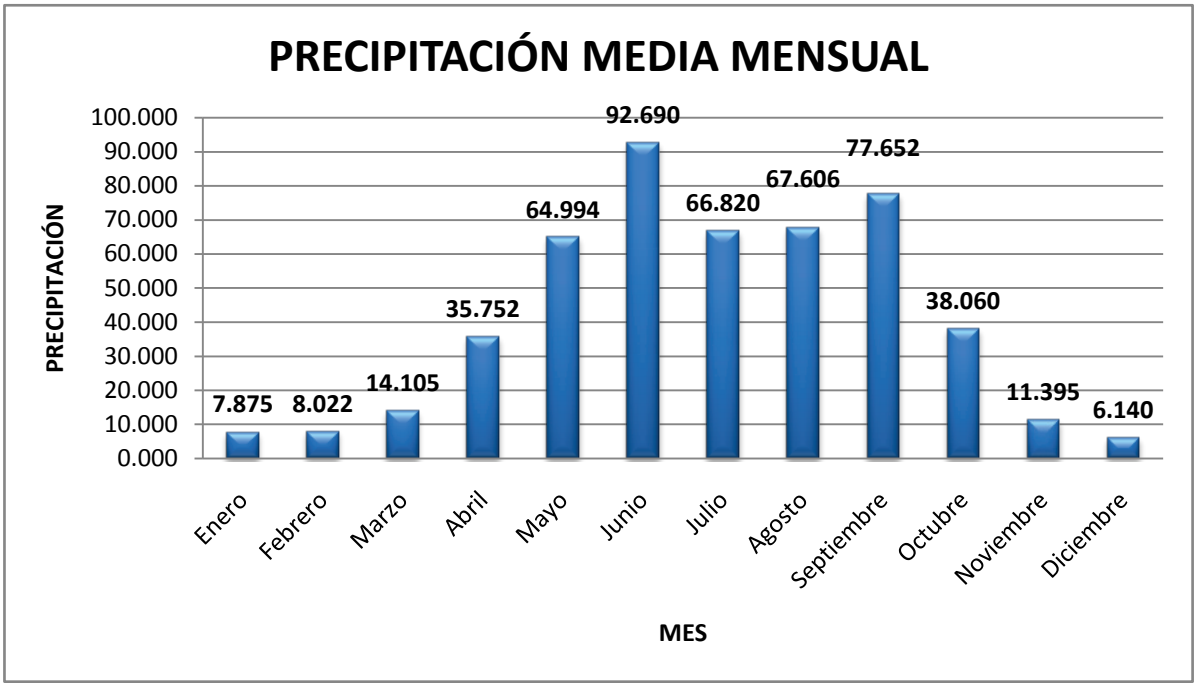
4.3 Comportamiento de las lluvias en la cuenca

A partir de los datos de precipitación tomados de la base de datos CLICOM 2008 del Servicio Meteorológico Nacional, acumulada por mes, se determinó el comportamiento de la distribución temporal de la precipitación pluvial a lo largo del año en la zona de estudio.

En la Ilustración 10 se puede apreciar que la época de lluvias se puede delimitar entre los meses de Mayo a Septiembre. Se concluye también que el mes más

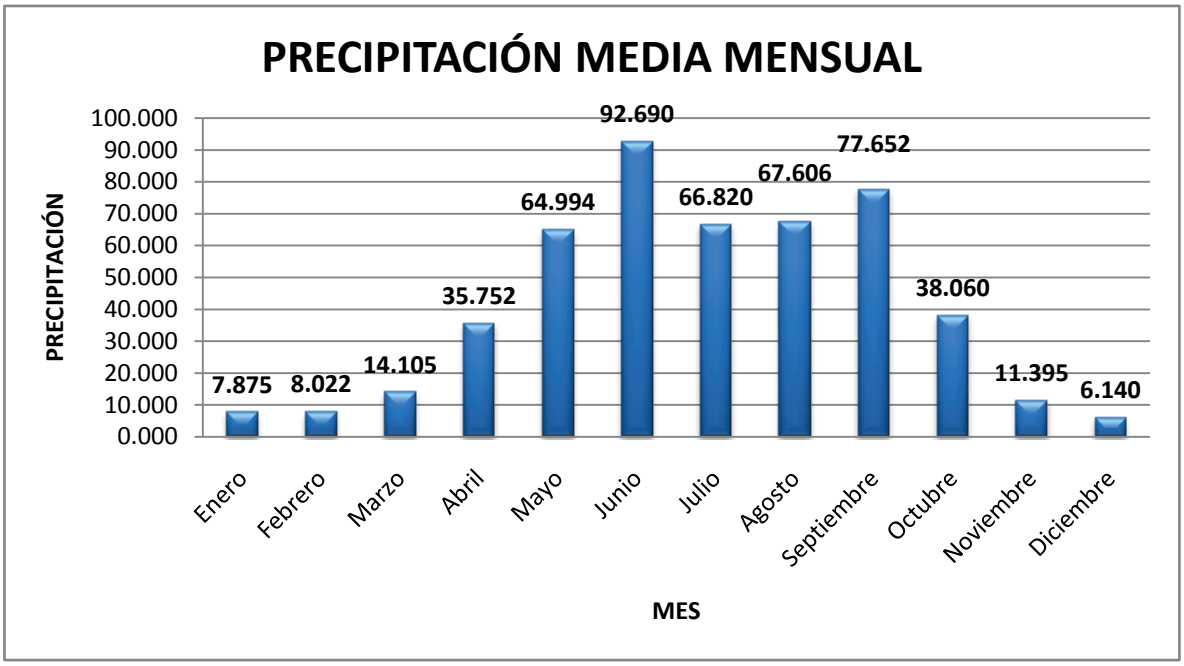
lluvioso es el mes de Junio con un valor 92 mm, enseguida está el mes de Septiembre con un valor del 77 mm.

Ilustración 10
Gráfica de la precipitación Media Mensual del Municipio El Carmen Tequexquitla



Con respecto a la precipitación anual por estación se observa en la Ilustración 11, la estación 29011 presenta el valor más alto con 71.57 (mm), y enseguida la estación 29007 con un valor de 54.61 (mm).

Ilustración 11
Gráfica de la precipitación Media Anual del Municipio El Carmen Tequexquitla



II. Datos Poblacionales

A. Perfil Socio-demográfico

Este municipio presentó el siguiente crecimiento poblacional según los datos censales y conteos poblacionales que INEGI realizó en 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Ver Tablas 6 y 7 e Ilustraciones 12 y 13.

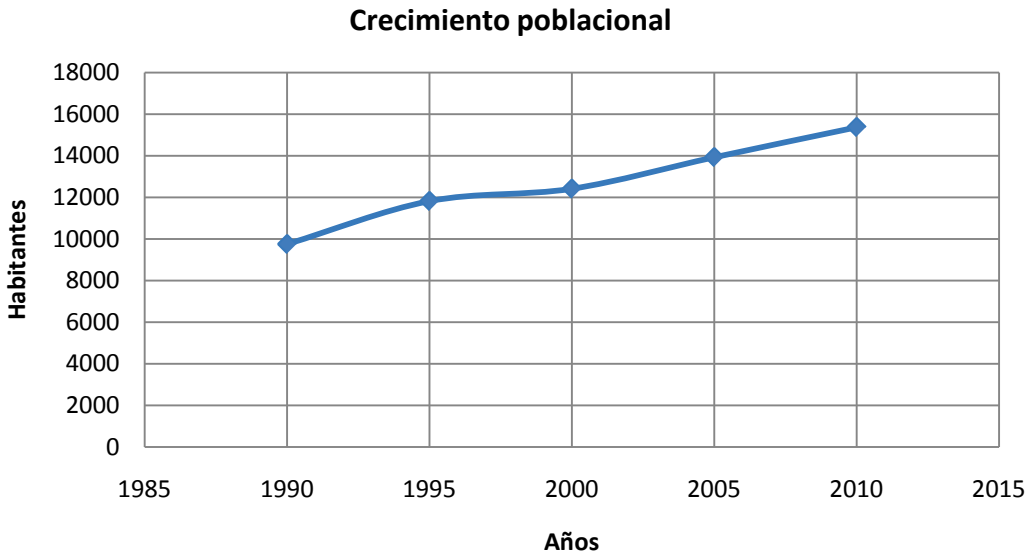
Tabla 6
Datos de Población de los diferentes censos y conteos poblaciones, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población (Hab)	9, 749	11, 817	12, 412	13, 926	15, 369

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 12

Gráfica del crecimiento poblacional del Municipio El Carmen, INEGI



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

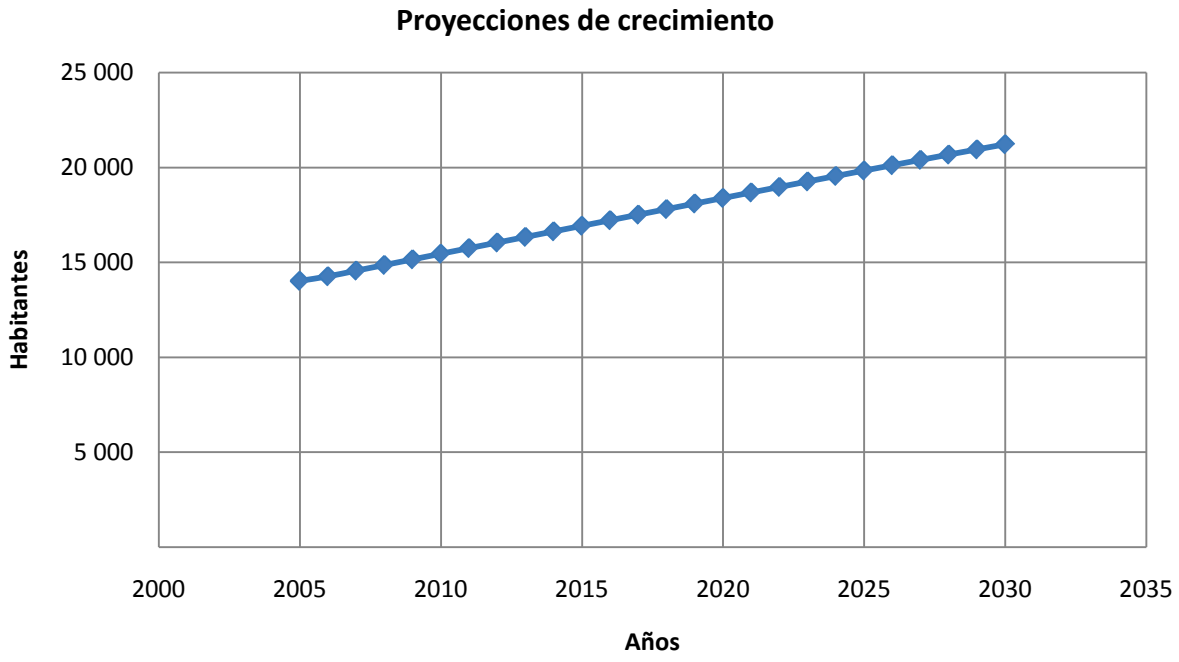
Tabla 7

Proyecciones de la Población en el municipio El Carmen, según la CONAPO

Año	Población	Año	Población
2005	14 017	**2018**	17 800
2006	14 256	**2019**	18 093
2007	14 555	**2020**	18 385
2008	14 853	**2021**	18 677
2009	15 150	**2022**	18 968
2010	15 447	**2023**	19 257
2011	15 742	**2024**	19 546
2012	16 037	**2025**	19 832
2013	16 332	**2026**	20 115
2014	16 626	**2027**	20 396
2015	16 920	**2028**	20 674
2016	17 214	**2029**	20 948
2017	17 507	**2030**	21 219

Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

Ilustración 13
Gráfica de las proyecciones de crecimiento poblacional según la CONAPO



Fuente: (Proyecciones de Población 2005-2030, CONAPO)

B. Grado de Marginación[29]

En esta sección se presentarán indicadores socio–económicos, índices, grado de marginación y el lugar que ocupa el municipio en el contexto nacional y estatal. La información es tomada del índice de marginación por entidad federativa publicado por CONAPO en 2010.. Ver Tabla 8.

[29] El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Tabla 8
Indicadores de socio económicos, índice de marginación y lugar que ocupa en contexto nacional y estatal en el municipio de El Carmen Tequexquitla

Municipio	El Carmen Tequexquitla
Población total	15 369
Grado de marginación	Medio
Índice de marginación	23.464

Fuente: (CONAPO, 2010)

C. Grupos Étnicos

La composición indígena en El Carmen Tequexquitla correspondió en el año 2010 al 1.3% de la población en hogares censales. Ver Tabla 9.

Tabla 9
Datos de Población hablante de lengua Indígena, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	-	14	36	14	55
Población en hogares censales indígenas	-	-	-	34	201

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

D. Educación

El Carmen Tequexquitla cuenta con ocho escuelas de preescolar, 10 primarias, tres secundarias y dos bachilleratos.[30] El Grado Promedio de Escolaridad de su población, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010), es de 6.64 años. La población analfabeta de 15 años y más fue de 1, 382 (9%), mientras que la población de 15 años y más sin escolaridad fue de 1, 443 habitantes (9.3%).

E. Salud

La atención que se le da a la salud en el municipio de El Carmen Tequexquitla se proporciona a través de dos unidades médicas de consulta externa y una casa de salud, que pertenecen al Organismo Público Descentralizado Salud de Tlaxcala.[31]

[30] INAFED (2008) Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Tlaxcala, El Carmen Tequexquitla. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Tlaxcala. [En Línea], Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tlaxcala/mpios/29007a.htm

La población no derechohabiente de servicios de salud en 2010 correspondió a 2, 881 habitantes, es decir el 18.4% de la población.

F. Hogares

Tabla 10
Datos de Hogares con jefatura femenina, INEGI

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hogares censales con jefatura femenina	-	-	394	507	588
Hogares censales con jefatura masculina	-	-	2006	2445	2740
Total de Hogares	-	-	2400	2952	3328
Población en hogares censales con jefatura femenina	-	-	1667	1919	2265
Población en hogares censales con jefatura masculina	-	-	10689	11963	13088
Población en hogares censales	-	-	12356	13882	15353

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

En el año 2000, el 16% de hogares censados estaba a cargo de la jefatura femenina, en el 2005, representó el 17% y en el año 2010 el 26%. Ello significó que en el 2000, el 13.4% de la población de El Carmen Tequexquitla habitaba en un hogar con jefatura femenina; el 13.8% en 2005 y el 14% en año 2010. Ver Tabla 10.

G. Actividades Económicas

Las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, la pesca, la silvicultura y la industria.[32]. La población económicamente activa en el año 2010 fue de 5, 548 habitantes, mientras que en el año 2000 fue de 3, 643 personas, de las cuales 3, 610 se encontraban ocupadas de la siguiente manera:

[31] Ibíd.
[32] Ibíd.

Tabla 11
Actividades económicas por sector

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, pesca y apicultura)	36.7
Secundario (Minería e industria)	36.8
Terciario (Comercio y turismo)	23.9

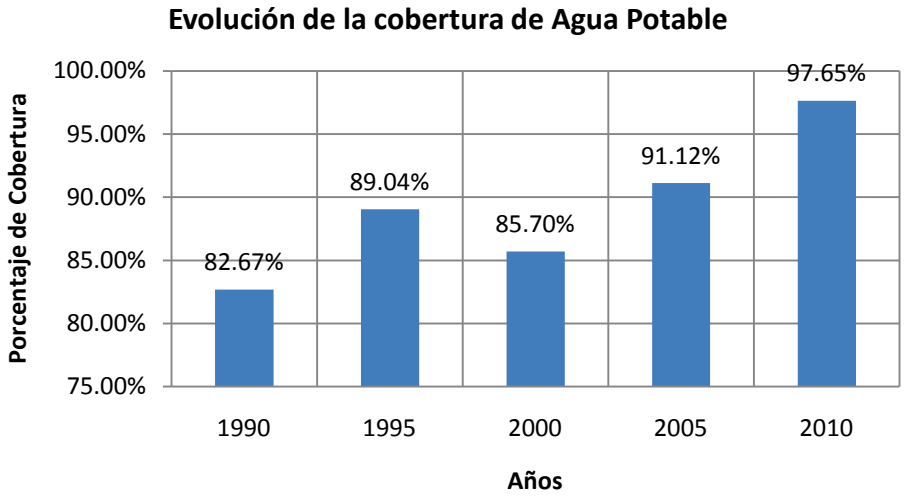
Fuente: (INEGI, 2000)

H. Coberturas*

* Dato calculado con la relación

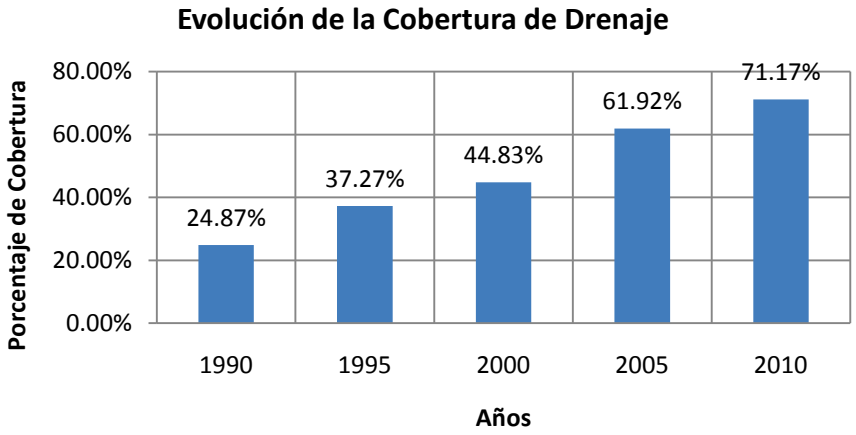
$$\frac{Total\ de\ Viviendas\ Particulares\ habitadas}{Viviendas\ que\ disponen\ del\ servicio} = \%\ de\ cobertura$$

Ilustración 14
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Agua Potable en el municipio El Carmen Tequexquitla



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Ilustración 15
Evolución de la cobertura de Infraestructura de Drenaje en el municipio El Carmen Tequexquitla



Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Prestación de servicios públicos agua, potable y drenaje

El municipio de El Carmen Tequexquitla cuenta con un total de cuatro sistemas que abastecen de agua potable a la población, integrados por cuatro pozos y un manantial; que en total dan servicio a 2, 383 tomas domésticas, [33] ver Tabla 12.

Tabla 12
Prestación de servicios de Agua Potable y Saneamiento

Agua Potable	Sistema de Control de Contaminación de Agua	Fuentes de Abastecimiento de Agua Potable		Sistema de Captación de Agua Potable	Sistemas de Drenaje	
CNA	ÉCHATE-CAPAET	CNA		CNA	SECUDUVI	
1997	1998	1998		1998	1995	
Tomas Domiciliarias	Sistemas	Pozos	Manantiales	Sistemas	Sistemas	Descargas
2 383	1	4	1	4	2	468

Fuente: (COPLADET, 1999 citado en INAFED, 2008)

[33] Ibíd.

I. Ficha Técnica del Municipio

Tabla 13
Ficha Técnica Resumen del Municipio el Carmen Tequexquitla

Concepto/ año	1990	1995	2000	2005	2010
Total de Población	9749	11817	12412	13 926	15369
Total de localidades					
Total de población de localidades urbanas					
Total de localidades urbanas					
Total de población de localidades rurales					
Total de localidades rurales					
Total de Población Masculina	4909	5928	6139	6827	7527
Total de Población Femenina	4840	5889	6273	7099	7841
Total del viviendas particulares habitadas	1576	2082	2400	2952	3327
Ocupantes de VPH					
Promedio de Habitantes de VPH					
Viviendas que disponen con agua entubada	1303	1854	2057	2690	3249
Viviendas que disponen con drenaje	392	776	1076	1828	2368
Cobertura de Agua *	82.67%	89.04%	85.70%	91.12%	97.65%
Cobertura de Drenaje *	24.87%	37.27%	44.83%	61.92%	71.17%
Cobertura de Saneamiento					

Fuente: (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010)

Anexo 2. Descripción de Indicadores

Anexo 2. Descripción de Indicadores

Provisión de agua

Nombre del indicador	Consumo
Descripción corta del indicador	Estimar la dotación real de agua sin tomar en cuenta las pérdidas por fugas en la red y tomas domiciliarias
Fórmula	$\text{Dotación} = \frac{\text{V}_{\text{Ext}} * 1000}{(365 * Hab)}$ DOTACIÓN = Vcon: Volumen de agua consumido (m^3/año) Hab: Habitantes
Pregunta Específica	
Unidad de medida	l/h/d
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	CONAGUA, CEAS, Organismo Operador, INEGI

Nombre del indicador	Dotación
Descripción corta del indicador	Evaluar la cantidad asignada de agua según la extracción total
Fórmula	$\text{Dot} = \frac{\text{VAPP}}{(365 * Hab)}$ DOTACIÓN = Hab: No. de habitantes de la ciudad (según INEGI u OP) VAPP: Vol. anual de agua potable producido (m^3)
Unidad de medida	l/h/d
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	CONAGUA, Organismo Operador, INEGI

Producción de Agua

Nombre del indicador	Producción de agua
Descripción corta del indicador	Total anual de agua provista al sistema de distribución
Fórmula	(Suma de gastos de cada fuente lps) x (86400 Seg/día) x (365.25 días del año)
Unidad de medida	m3/año
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Distribución de agua
Descripción corta del indicador	o Población servida por día por toma por mes.
Fórmula	(Producción de agua/12 meses) / (número de tomas existentes en el padrón)
Pregunta Específica	
Unidad de medida	m3/Toma/mes
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	Organismo Operador

Eficiencia

Nombre del indicador	CONTROL DE FUGAS
Descripción corta del indicador	Empleados dedicados al control y reparación de fugas por cada mil fugas. Evaluar la capacidad existente en atención de fugas.
Fórmula	$$E_{DF} = \frac{N_{EDF} * 1000}{N_{FOR}}$$ N_{EDF}: No. de empleados dedicados al control de fugas N_{FOR}: No. de fugas ocurridas y reparadas
Unidad de medida	Trabajadores/Fuga
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Distribución
Descripción corta del indicador	Empleados por cada mil tomas. Expresa el uso eficiente de la fuerza laboral.
Fórmula	$$E_{MT} = \frac{N_{EOO} * 1000}{T_{REG}}$$ N_{EOO}: No. de empleados en el organismo operador T_{REG}: No. de Tomas Registradas
Unidad de medida	Número
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Eficiencia de cobro
Descripción corta del indicador	Evalúa la eficiencia de cobro del agua
Fórmula	$$EF_{Cob} = \frac{F_{pa}}{F_{Em}}$$ F_{PA}: Facturas Pagadas($) F_{EM}: Facturas Emitidas ($) Sería: EF.Cobro = Fact. Pagadas/Facturas emitidas
Unidad de medida	
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	Organismo Operador, Tesorería

Nombre del indicador	Eficiencia física
Descripción corta del indicador	Evalúa la eficiencia entre lo consumido y lo producido.
Fórmula	$$Efic_{fis} = \frac{v_{FAC}}{v_{APP}}$$ V_{FAC}: Vol. de agua facturado (m^3) V_{APP}: Vol. anual de agua potable producido (m^3)
Unidad de medida	%
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Eficiencia comercial
Descripción corta del indicador	Evalúa la eficiencia entre lo realmente pagado y lo producido.
Fórmula	$Ecom = \frac{Vcobrado}{Vol.facturado} * 100$ $V_{cobrado}$: Vol. de agua que fue efectivamente pagado(m^3) $V_{facturado}$: Vol. anual de agua potable producido (m^3)
Unidad de medida	%
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	Organismo Operador

Cobertura del Servicio

Nombre del indicador	Cobertura de agua potable
Descripción corta del indicador	Porcentaje de la población que cuenta con servicio de agua potable
Fórmula	$\text{Agua} = \frac{\text{T}_{\text{REG}} * \text{Den}}{Hab} * 100$ $_{\text{TREG}}$: No. total de Tomas Registradas Hab: Habitantes en la localidad o ciudad del caso Den: Habitantes por vivienda (Hacinamiento)
Unidad de medida	%
Periodicidad	
Fuente de datos	Organismo operador - INEGI

Nombre del indicador	Cobertura de alcantarillado
Descripción corta del indicador	Porcentaje de la población que cuenta con servicio de alcantarillado.
Fórmula	$Alc = \frac{(Dreg * Hacin)}{Hab} * 100$ Dreg: No. total de descargas a la red de drenaje Hab: por vivienda
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Cobertura de saneamiento
Descripción corta del indicador	Porcentaje de la población que cuenta con servicio de saneamiento.
Fórmula	$San = \frac{(Vol\ ATrat * 100)}{VolAgRes}$ VolATratad: Volumen de Agua Tratada VolAgResi: Volumen de Agua Residual
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Financieros

Nombre del indicador	Costo entre volumen producido
Descripción corta del indicador	Evaluar los costos generales.
Fórmula	$C_{VPP} = \frac{C_{OMA}}{V_{APP}}$ COMA: Costos (Operación, Mantenimiento y Administración) VAPP: Vol. anual de agua potable producido (m^3)
Pregunta Específica	
Unidad de medida	$/m3
Periodicidad	Trimestral y/o Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Usuarios con pago a tiempo
Descripción corta del indicador	Conocimiento del pago del servicio.
Fórmula	$U_{PAT} = \frac{N_{UP}}{T_{REG}} * 100$ NUP: No. de usuarios con pago a tiempo (2 meses) TREG: No. total de Usuarios Registrados
Pregunta Específica	
Unidad de medida	%
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Agua no facturada
Descripción corta del indicador	Diferencia entre agua entregada y agua vendida expresada como un porcentaje del agua extraída
Fórmula	$\frac{\text{Vol. Producido} - \text{Vol. Facturado}}{\text{Vol. Producido}} * 100$
Pregunta Específica	
Unidad de medida	%
Periodicidad	Mensual o Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Costos de energía eléctrica vs Costos operativos
Descripción corta del indicador	Costos anuales de energía eléctrica expresados como porcentaje de los costos operativos anuales totales.
Fórmula	$\frac{CEe}{COp} * 100$ CEe: Costos anuales de energía eléctrica Cop: Costos operativos anuales
Pregunta Específica	
Unidad de medida	%
Periodicidad	
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Costos mano de obra vs Costos operativos
Descripción corta del indicador	Total anual de costos de mano de obra (incluyendo cargas sociales) expresado como porcentaje de los costos operativos totales anuales
Fórmula	$\frac{CMo}{COp} * 100$ CMo: Costos de mano de obra COp: Costos operativos
Pregunta Específica	Anual
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador, Tesorería

Institucionalidad

Nombre del indicador	Fortaleza institucional
Descripción corta del indicador	El indicador de institucionalidad se construye a partir de la definición binaria de existencia o no de un conjunto esencial de condiciones o elementos de gobernanza corporativa en los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de agua (plan de desarrollo a largo plazo, Junta de Gobierno, Consejo Consultivo o ente regulador independiente, participación ciudadana en el consejo, informes anuales auditados, autonomía y personalidad jurídica, procedimientos para la fijación de tarifas y sistema de atención de quejas).
Fórmula	El *sí* o *no* se traducen en un *uno* o *cero*, respectivamente para cada uno de los elementos
Pregunta Específica	¿Existe un plan de desarrollo a largo plazo en el sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento? ¿Existe un consejo de administración o Junta de Gobierno en el sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento o de un ente regulador independiente? ¿Existe participación ciudadana en el consejo de administración o Junta de Gobierno? ¿Se realiza un informe anual (o trimestral) de desempeño auditado? ¿Tienen autonomía de gestión, patrimonio y personalidad jurídica propios en el sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento? ¿Las tarifas son fijadas directamente por el sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento, su consejo administrativo, el congreso o un ente regulador independiente? ¿Existe un sistema de atención a quejas?
Unidad de medida	Sumatoria de Calificación (0 o 1) de los conceptos (0 a 7)
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Dirección del Organismo Operador

Operacionales

Nombre del indicador	Volumen tratado
Descripción corta del indicador	Conocer la Cobertura de tratamiento.
Fórmula	$$V_{TRAT} = \frac{V_{ART}}{V_{APP} * 0.70} * 100$$ VART: Vol. anual de agua residual tratado (m^3) VAPP: Vol. anual de agua potable producido (m^3)
Pregunta Específica	
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Horas con servicio de agua en las zonas de tandeo
Descripción corta del indicador	Días de la Semana y Horas que los usuarios con servicio tandeado reciben el agua. El valor variará de 0 a 7, siendo 7 el máximo valor alcanzable por el Organismo Operador
Fórmula	$\text{Tandeo} = H\,\text{tan}\,deo$ H tandeo: Horas con servicio tandeado (horas/día) $\text{Tandeo semana} = (H_{\text{tan}\,día}/24) * d$ H_{tan}= Horas al día en que se presta el servicio / 24 horas) * días a la semana en los que se presta el servicio
Pregunta Específica	
Unidad de medida	Horas al día
Periodicidad	
Fuente de datos	Organismo Operador, usuarios

Nombre del indicador	Rehabilitación anual de tuberia
Descripción corta del indicador	Evaluar la capacidad del Organismo Operador para mantener actualizada la red de agua durante el año.
Fórmula	$\text{R}_{\text{ETUB}} = \frac{\text{LT}_{UB}\ \text{R}_E}{\text{LT}_{ubTo}} * 100$ L_{TubRe}: Longitud de tubería rehabilitada en el año(km) L_{TubTo}: Longitud total de la tubería de distribución (km)
Pregunta Específica	
Unidad de medida	Porcentaje de kilómetros
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Fallos anuales en tuberia
Descripción corta del indicador	Fallos que presenta la tubería al año
Fórmula	$\text{Fallos} = \frac{\text{N}}{L}$ N: número de fallas en la red de distribución por año L: longitud en km de tuberías que constituyen la red de distribución.
Pregunta Específica	
Unidad de medida	Fallos/km/año
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Roturas y colapsos anuales de cañerías
Descripción corta del indicador	Número total de daños en la red de drenaje por año, expresado por km de la red de drenaje
Fórmula	$(\text{Nrc}/\text{KmR}) * 100$ Ncr: Número de daños en la tubería por año kmR: longitud de la red de drenaje sanitario en kilómetros
Pregunta Específica	
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Obstrucciones del sistema de alcantarillado
Descripción corta del indicador	Número total de obstrucciones por año, expresadas en km de cañerías de alcantarillado
Fórmula	$(\text{Noa}/\text{KmR}) * 100$ Noa: Número de obstrucciones en la tubería por año kmR: longitud de la red de distribución en kilómetros
Pregunta Específica	
Unidad de medida	%
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Nivel de medición
Descripción corta del indicador	Número total de tomas con medidor funcionando/ número total de conexiones, expresado en porcentaje
Fórmula	$(\text{Ncm}/\text{Ntc}) * 100$ Ncm: Número total de conexiones con medidor funcionando Ntc: Número total de conexiones
Pregunta Específica	
Unidad de medida	%
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	Organismo Operador

Nombre del indicador	Continuidad del servicio
Descripción corta del indicador	Horas promedio de servicio por día de suministro de agua y días a la semana con servicio.
Fórmula	$(\text{Horas serv. día}/24) * 7$
Pregunta Específica	
Unidad de medida	hs/día
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	Organismo Operador, Usuarios

Calidad

Nombre del indicador	Calidad del agua suministrada: Nº de análisis del cloro residual
Descripción corta del indicador	El número de análisis llevados a cabo sobre muestras tomadas del sistema de distribución, con resultados dentro de norma, como un % del número de muestras realizadas en el año. Las muestras operativas o cualquier otra que no fuera tomada para verificar el cumplimiento con la norma son excluidas.
Fórmula	
Pregunta Específica	
Unidad de medida	% de muestras aprobadas
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	OOMAPAS, CONAGUA, Sría. de Salubridad en el Estado o Municipio

Recursos Hídricos en la Producción

Nombre del indicador	Rentabilidad hídrica (RH)
Descripción corta del indicador	"Productividad" es la cantidad de producción que se genera por unidad de agua
Fórmula	$$\mathrm{RH_{ij}} = \frac{10^3}{\mathrm{SWD}_{ij}}$$ $$\mathrm{SWD_{ij}} = \frac{\mathrm{CWR_{ij}}}{\mathrm{RF}_{ij}}$$ Donde: SWDij es la demanda de agua específica en m3/ton. Se obtiene de: CWRij es el requerimiento de agua del cultivo en m3/Ha del cultivo i en la (delegación, municipio, estado, ejido, colonia, etc.) j. Rendimiento físico del cultivo -RFij-, en ton/Ha, se obtiene a partir de: $$\mathrm{RF_{ij}} = \begin{cases} \frac{\mathrm{Q_{ij}}}{\mathrm{S_{ij}}} \text{ si } \mathrm{S_{ij}} \geq 0{,}1 \\ 0 \text{ si } \mathrm{S_{ij}} < 0{,}1 \end{cases}$$ Donde Qij representa la producción en toneladas y Sij la superficie en hectáreas del cultivo i en la (delegación, municipio, estado, ejido, colonia, etc.) j.
Unidad de medida	Kg/m3
Periodicidad	Ciclo agrícola o anual
Fuente de datos	SAGARPA, Sría.de Desarrollo Rural, de Agricultura o equivalente, en el Edo.

Nombre del indicador	Rentabilidad monetaria del agua en producción (RMp)
Descripción corta del indicador	Relación entre los flujos monetarios (que dependen de los precios comerciales) y los flujos de agua
Fórmula	$\mathrm{RMP_{ij}} = \frac{\mathrm{PM_{ij}}}{\mathrm{AWU}_{ij}}$ Donde RMPij es el rendimiento monetario del agua para la producción y AWUij el uso del agua por la agricultura.
Pregunta Específica	
Unidad de medida	$/m3
Periodicidad	Ciclo agrícola o anual
Fuente de datos	SAGARPA, Sría.de Desarrollo Rural, de Agricultura en el Edo.

Indicadores Sociales

Nombre del indicador	Grado de escolaridad
Descripción corta del indicador	Este indicador lo proporciona el INEGI ya elaborado, lo obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde el primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más entre el total de la población de 15 años y más. Incluye a la población de 15 años y más, excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel y a la población con nivel de escolaridad no especificado.
Unidad de medida	Años
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Población sin acceso a servicios medicos
Descripción corta del indicador	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud. Esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.
Fórmula	$PND = \left(\frac{PND}{PT}\right) * 100$ Donde: %PND = Porcentaje de Población No Derechohabiente PND = Población No Derechohabiente PT = Población Total
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Índice marginación social
Descripción corta del indicador	Medida resumen de nueve indicadores socioeconómicos (Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más, porcentaje de población sin primaria completa de 15 años o más, porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado, porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica, porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada, porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento, porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra, porcentaje de población en localidades con menos de 5 000 habitantes, porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos) que permiten medir formas de la exclusión social y que son variables de rezago o déficit, esto es, indican el nivel relativo de privación en el que se subsumen importantes contingentes de población.
Unidad de medida	0 al 100
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	CONAPO

Nombre del indicador	Tasa de analfabetismo de adultos
Descripción corta del indicador	Porcentaje de la población adulta (de más de 15 años) que es analfabeta
Relevancia o permanencia del indicador	La alfabetización es fundamental para promover y difundir el desarrollo sostenible, así como para mejorar la capacidad de las personas de hacer frente a los problemas ambientales y de desarrollo. Propicia la toma de conciencia sobre los valores ambientales y éticos y facilita la adquisición de conocimientos que propicien el desarrollo sostenible y la participación efectiva en el proceso de adopción de decisiones. Este indicador mide el número de personas analfabetas entre la población adulta. Refleja los logros acumulados del sistema educativo en relación con la alfabetización. Las deficiencias en ese campo indican que se requieren más esfuerzos para alfabetizar a la población adulta analfabeta.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Censos, Conteos o proyecciones de los indicadores
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Tasa de hogares con jefatura femenina
Descripción corta del indicador	Personas en hogares censales donde el jefe es mujer.
Fórmula	Personas en hogares censales donde el jefe es mujer. *100/Población Total en hogares censales
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Grado de marginación social
Descripción corta del indicador	Medida cualitativa derivada del Índice de Marginación social.
Unidad de medida	Cualitativo (Muy Bajo, Bajo, Medio, Medio Alto, Alto y Muy Alto)
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	CONAPO

Nombre del indicador	Tasa de población adulta sin escolaridad
Descripción corta del indicador	Porcentaje de la población adulta (de más de 15 años) sin escolaridad
Fórmula	Población adulta sin escolaridad*100/Población Total
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI, CONAPO

Nombre del indicador	Tasa de población indígena
Descripción corta del indicador	Muestra la composición indígena que presenta la población de algún espacio geográfico determinado.
Fórmula	Población reportada como indígena*100/Población Total
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Población económicamente activa
Descripción corta del indicador	Personas de 12 años y más que trabajaron; tenían trabajo pero no trabajaron o; buscaron trabajo en la semana de referencia.
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Viviendas con servicio de energía eléctrica
Descripción corta del indicador	Cobertura del Servicio en viviendas particulares habitadas.
Fórmula	$TVNDE = TVPH - TVDE$ Donde: TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Energía Eléctrica % *VNDE* = *(TVNDE/ TVPH)**100 Donde: %VNDE = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Energía Eléctrica TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
Descripción corta del indicador	La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales
Fórmula	*TVND = TVPH - TVDD* Donde: TVND = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Drenaje TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDD = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen Drenaje % *VND* = (*TVND/ TVPH)**100 Donde: %VND = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Drenaje TVND = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Drenaje TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada
Descripción corta del indicador	Cobertura del Servicio en viviendas particulares habitadas.
Fórmula	$TVNDAE = TVPH - TVDAE$ Donde: TVNDAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Agua Entubada $\% VNDAE = (TVNDAE/TVPH) \times 100$ Dónde: %VNDAE = Porcentaje de Viviendas que no Disponen de Agua Entubada TVSAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas
Unidad de medida	Porcentaje
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Grado de desarrollo humano
Descripción corta del indicador	Es una medida cualitativa derivada del Índice de Desarrollo Humano.
Unidad de medida	Cualitativo (Bajo, Medio Bajo, Medio Alto, Alto)
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	CONAPO

Nombre del indicador	Índice de desarrollo humano
Descripción corta del indicador	El índice de desarrollo humano (IDH) es una medida de potenciación que indica que los individuos, cuando disponen de una serie de capacidades y oportunidades básicas – como son la de gozar de una vida larga y saludable; adquirir conocimientos, comunicarse y participar en la vida de la comunidad; y disponer de los recursos suficientes para disfrutar de un nivel de vida digno – están en condiciones de aprovechar otras muchas opciones**Invalid source specified.**.
Unidad de medida	0 al 1
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	CONAPO

Nombre del indicador	Tasa de crecimiento poblacional
Descripción corta del indicador	La tasa del crecimiento poblacional o tasa de crecimiento es la tasa que mide el crecimiento o decrecimiento de la población. Específicamente, la tasa de crecimiento demográfico se refiere ordinariamente al cambio en la población durante un período de tiempo, expresado a menudo como un porcentaje del número de individuos sobre la población inicial de dicho período.
Fórmula	$\frac{(población\ al\ \ final\ del\ periodo - población\ al\ principio\ del\ peridodo}{población\ al\ principio\ del\ periodo}$
Unidad de medida	%
Periodicidad	5 años
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Población total e histórica
Descripción corta del indicador	Número de habitantes que viven dentro de los límites fronterizos de un territorio o área determinada
Unidad de medida	Número de personas
Periodicidad	Anual o Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Total de localidades urbanas y rurales
Descripción corta del indicador	Número de localidades urbanas y rurales pertenecientes a un territorio o área determinada
Unidad de medida	Número de localidades
Periodicidad	Anual o Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Actividades económicas
Descripción corta del indicador	Las actividades económicas son aquellas que permiten la generación de riqueza dentro de una comunidad (ciudad, región, país) mediante la extracción, transformación y distribución de los recursos naturales o bien de algún servicio; teniendo como fin la satisfacción de las necesidades humanas.
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	**Índice de hacinamiento**Invalid source specified.
Descripción corta del indicador	El índice de Hacinamiento muestra un nivel de carencia en lo referente a las condiciones de privacidad que debe prevalecer en el hogar. En términos operativos, el índice muestra la proporción de hogares en los que residen más de tres personas por cuarto.
Fórmula	N. total habitantes Vivienda/ No. total de habitaciones que tiene dicha vivienda (sin contar el baño, cocina ni pasadizo)
Unidad de medida	
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Biofísico

Nombre del indicador	**Temperatura y precipitación promedio mensual**
Descripción corta del indicador	Son las temperaturas y precipitaciones máximas y mínimas registradas en un promedio mensual.
Unidad de medida	Grados centígrados y milímetros cúbicos
Periodicidad	Mensual
Fuente de datos	SMN, CONAGUA, INEGI

Nombre del indicador	**Usos del suelos y vegetación**
Descripción corta del indicador	Usos del suelo se refiere a las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal. En los sitios menos modificados, el uso del suelo está determinado precisamente por la vegetación natural del mismo: bosques, selvas y matorrales, que constituyen la categoría "primaria". En las regiones donde una porción de la comunidad biológica ha sido explotada parcialmente o bien se está recuperando después de su remoción, la vegetación es calificada como "perturbada" o "secundaria" respectivamente. Se conoce como "cobertura antrópica" a aquellos lugares donde la vegetación ya es totalmente diferente de la original al ser modificada por el hombre; dentro de esta categoría se incluyen diferentes tipos de cubierta: agrícola, ganadera o urbana.**Invalid source specified.**.
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	**Región político-adminstrativa**
Descripción corta del indicador	Una entidad subnacional normalmente supone un gobierno o una administración local que incluye diversas localidades, comarcas, municipios o provincias con un cierto grado de autonomía, en un número variable de materias.
Periodicidad	Quinquenal
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Región hidrológica
Descripción corta del indicador	La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha dividido México, hidrológicamente, en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas, que son agrupaciones de cuencas que procuran respetar los límites municipales, para integrar con facilidad la gestión socioeconómica. A su vez, éstas regiones administrativas se subdividen en 37 regiones hidrológicas, que tienen un nivel de escurrimiento similar (llegan hasta 33 en número, pero la n.º 24 está repetida) en las que están agrupadas las 718 cuencas hidrográficas del país
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Cuenca y subcuenca
Descripción corta del indicador	El espacio geográfico que contiene los escurrimientos de agua y que los conducen hacia un punto de acumulación terminal es una cuenca hidrográfica. Cada cuenca se compone de subcuencas. Éstas se distinguen de la cuenca en que en el espacio geográfico que las compone existe al menos un punto de acumulación transitorio (normalmente salida de ríos en la subcuenca) y/o de agregación (entrada de ríos en la subcuenca). Las subcuencas, a su vez, se pueden dividir en otras subcuencas, y así sucesivamente. La Ley de Aguas Nacionales (*DOF*, 29 de abril de 2004) define la subdivisión de las subcuencas como microcuencas**Invalid source specified.**.
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	INEGI, CONAGUA

Nombre del indicador	Extensión-superficie
Descripción corta del indicador	Se refiere al tamaño de un territorio y lo que queda contenido dentro de sus límites.
Unidad de medida	Km^2
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Clima
Descripción corta del indicador	Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un período largo de tiempo. El clima de una localidad viene determinado por los factores climatológicos: latitud, longitud, altitud, orografía y continentalidad**Invalid source specified.**.
Unidad de medida	°C
Periodicidad	Anual
Fuente de datos	INEGI, SMN, CONAGUA

Nombre del indicador	Ríos, lagos y acuíferos
Descripción corta del indicador	Caracterización de los principales cuerpos de agua superficiales y subterráneos.
Unidad de medida	Km, km^2, km^3
Fuente de datos	INEGI, CONAGUA

Nombre del indicador	Principales accidentes orograficos
Descripción corta del indicador	Caracterización de orografía perteneciente al territorio.
Fuente de datos	INEGI

Nombre del indicador	Principales cultivos
Descripción corta del indicador	Caracterización de los cultivos
Unidad de medida	Hectáreas
Fuente de datos	INEGI, SAGARPA

Anexo 3. Resultados por municipio

Anexo 3. Resultados por municipio

El Carmen Tequexquitla

En el Municipio de El Carmen Tequexquitla, el 70% de los encuestados fueron hombres y el 30% mujeres; la edad promedio de la muestra fue de 42.2 años.

Todas las personas encuestadas son alfabetas, de las cuales el 30% cursó estudios de primaria, 20% estudió de licenciatura y otro porcentaje similar (20%) tiene estudios técnicos, 10% no contestó. El 50% labora en el sector público o gobierno, 30% se dedica a la agricultura, el 10% trabaja por su cuenta y el 10% no respondió.

El 100% de los encuestados mencionó que el agua llega a sus viviendas a través de tubería de la red de distribución; el 90% afirmó que el desalojo del agua se realiza por el drenaje y 10% a través de fosa séptica. El almacenamiento del agua, preferentemente se realiza por medio de cisternas y tinacos.

El 70% de los encuestados dijo conocer algunas de las formas en las que puede ahorrar agua en casa, así como algunas de las formas en las que puede evitar la contaminación de agua. El 10% mencionó conocer la mayoría de las técnicas de ahorro de agua y, paralelamente, otro 10% dijo conocer pocas de éstas. Esto evidencia que al menos el 80% ignora todas las formas de ahorrar agua en casa. Los resultados pueden orientar el contenido o énfasis de futuras campañas.

El 90% de los encuestados mencionó estar totalmente de acuerdo con las afirmaciones “el ahorro del agua depende de mí”, “si ahorro agua, habrá más agua para las demás personas” y “todos debemos cuidar la calidad del agua”. El 60% no consideró que “el ahorro y el cuidado en la calidad del agua es sólo responsabilidad del gobierno”. Únicamente el 40% estuvo totalmente de acuerdo con la afirmación “puedo hacer algo para que la gente deje de desperdiciar agua”, esto puede abrir opciones de intervención orientadas más al auto control que al trabajo con pares e indica el grado de responsabilidad que se asigna a la propia conducta.

El 90% estuvo totalmente de acuerdo con que “la deforestación disminuye la cantidad de agua disponible para nuestro consumo”. El 40% no consideró que “hay agua disponible para todos”, sin embargo, están totalmente de acuerdo con

que el "agua que se ahorra en la casa no es importante para prevenir la escasez", cosa que puede resultar preocupante pues se asigna un valor muy bajo al efecto del ahorro en casa que es el que básicamente puede controlar cada ciudadano, puede ser otro tópico en el que se debe hacer énfasis en campañas futuras.

El 70% está totalmente en desacuerdo con que "la escasez de agua es sólo una excusa para incrementar tarifas", por lo que está de acuerdo con que "llevar al agua a su casa cuesta más que lo que le cobran". El 80% dijo estar totalmente de acuerdo con la expresión "la disponibilidad de agua será cada vez menor si no hacemos algo ahora" y únicamente el 50% cree que "el organismo que lleva el agua a su casa la trata para hacerla potable". Esto habla de la falta de conocimiento que se tiene respecto al Organismo Operador y la labor que desarrolla, así como del costo de los servicios de agua y saneamiento.

El 20% consideró que las campañas en radio y televisión sobre el ahorro del agua son una acción muy efectiva. El 50% no cree que el apoyo económico para compra de muebles y accesorios de baño ahorradores sea una medida efectiva para el ahorro de agua. El 40% consideró que las multas son una medida poco efectiva para lograr que la gente ahorre agua; sin embargo, un 20% consideró que la cárcel es una medida muy efectiva para ese fin. El 30% cree que ni la suspensión del servicio de agua, ni el regalar productos como cubetas o vasos sean acciones efectivas para el ahorro de agua.

Únicamente el 20%manifestó que asistir a talleres informativos los fines de semana es una opción de efectividad media para el ahorro de agua. Este resultado se debe profundizar en una muestra mayor pues al parecer ninguna de las opciones tiene la favorabilidad de la mayoría, al aumentar la muestra se podrían obtener resultados diferenciados por población como, por ejemplo, por grupos de edad o nivel educativo.

Al 90% le agradaría conocer maneras para evitar la contaminación del agua, al 70% de la muestra le gustaría conocer más sobre formas de ahorrar agua y sobre el consumo de agua diario adecuado por persona. Mientras que al 60% le gustaría saber cuáles son los dispositivos ahorradores de agua y al 50% el costo real del

líquido. Este resultado indica líneas de acción e informativas que se sugiere sean consideradas en la intervención.

Se les pidió a los encuestados elegir tres causas por las cuales ahorra o ahorraría agua, el 50% de las personas mencionó como primera causa que ahorra o ahorraría para que no falte en su casa; el 40% mencionó que la segunda causa era para que los otros también la tengan; y la tercera causa según el 50%porque el agua la van a necesitar las generaciones futuras, estos resultados pueden orientar las líneas de mensaje que se podrían construir.

El 70% de los encuestados definitivamente estaría dispuesto a cambiar el excusado por un modelo ahorrador, así como todas las llaves por ahorradoras. El 50% estaría dispuesto a instalar un medidor de consumo de agua y un 80% dijo que si fuera (o es) el responsable del domicilio donde habita, estaría dispuesto a establecer reglas para que toda la familia ahorre agua. En esta parte de la encuesta se propusieron las cosas que estarían dispuestos a hacer y se convierte en una muestra de la línea de discurso que se puede construir, de las acciones que se pueden motivar partiendo ya de una intención previa.

El 40% de las personas muestreadas mencionaron que aunque le garantizaran que el agua que llega a su casa es potable y puede tomarse sin riesgo, seguirán comprando agua embotellada; mientras que otro porcentaje similar (40%) afirmó que la bebería directamente sin hervirla o desinfectarla, lo cual indica la desconfianza en la calidad el agua que reciben en su casa.

En cuanto a la disposición a pagar más por un servicio eficiente de agua potable, el 40% mencionó que no estaría dispuesto a ello, mientras que otro 40% dijo sí estar de acuerdo con el incremento en la tarifa.

El 60% de los encuestados afirmó que el agua que ingieren en su casa la toman de la llave o pipa y la hierven.

El trabajo con relación al agua que está haciendo el gobierno del municipio de El Carmen Tequexquitla fue evaluado por el 30% de los encuestados como muy ineficiente (vs al 30% que lo evaluó con eficiencia media); y el 40% de las personas mencionó que el trabajo es regular. Si sumamos esto a la falta de

información respecto a lo que hace el Organismo Operador se crea un panorama de contenidos a trabajar mediante diferentes estrategias.

Zimatlán de Álvarez

En el municipio de Zimatlán, el 83.3% de los encuestados fue de sexo masculino (el 16.7% no contestó); con edad promedio de 50 años.

El 33.3% cursó estudios de preparatoria, el 50% estudió la licenciatura y el 16.6% la secundaria. El 50% labora en el sector público o gobierno, 16.6% es comerciante, el 16.6% trabaja por su cuenta y el mismo porcentaje (16.6%) es profesionista independiente.

El 100% de los encuestados mencionó que el agua llega a sus viviendas a través de la tubería de la red de distribución y que el desalojo del agua se realiza por el drenaje.

El almacenamiento del agua, preferentemente se realiza por medio de cisternas y tinacos.

El 100% de los encuestados dijo conocer algunas de las formas en las que puede ahorrar agua en casa; el 83% mencionó saber algunas de las formas en las que puede evitar la contaminación de agua y únicamente el 16.6% dijo que conoce la mayoría de las formas en las que puede evitar la contaminación de agua en casa. Este panorama nos muestra que en general hay conocimiento respecto a la forma de ahorrar agua en casa, lo cual coincidiría con el alto nivel educativo de la muestra, sin embargo, es una información que se debe verificar.

El 66.67% de los encuestados mencionó estar totalmente de acuerdo con las afirmaciones "el ahorro del agua depende de mí" y "puedo hacer algo para que la gente deje de desperdiciar agua" y totalmente en desacuerdo que "el ahorro y el cuidado en la calidad del agua es sólo responsabilidad del gobierno". El 50% consideró sentirse de acuerdo con la expresión "si ahorro agua, habrá más agua para las demás personas" y "todos debemos cuidar la calidad del agua". A diferencia del Municipio anterior, se observa una mayor percepción de injerencia en el comportamiento de los demás, por lo que las campañas que se diseñen

pueden tener un componente importante de acciones orientadas al fortalecimiento del control social.

El 50% estuvo totalmente de acuerdo con la afirmación "la deforestación disminuye la cantidad de agua disponible para nuestro consumo". El 33.3% no consideró que "hay agua disponible para todos", sin embargo, están totalmente de acuerdo que el "agua que se ahorra en la casa no es importante para prevenir la escasez". Esta afirmación coincide con el municipio anterior e indica que en general no se considera relevante el efecto que pueda tener en la disponibilidad el ahorro en casa, por tanto, puede buscarse otro tipo de argumento como el ahorro de dinero.

El 20% está totalmente en desacuerdo con que "la escasez de agua es sólo una excusa para incrementar tarifas"; el 50% está de acuerdo con que "llevar el agua a su casa cuesta más que lo que le cobran". El 66.6% dijo estar totalmente de acuerdo con la expresión "la disponibilidad de agua será cada vez menor si no hacemos algo ahora" y únicamente el 33.3% cree que "el organismo que lleva el agua a su casa la trata para hacerla potable". Esto muestra la falta de información respecto a la labor del Organismo Operador y al costo de prestar cada uno de los servicios, aunque permite ver el interés de la población y su conciencia del bajo costo que se cobra.

El 16.6% consideró que las campañas en radio y televisión sobre el ahorro del agua y las multas son una acción poco efectiva, sin embargo, esa misma proporción manifestó que asistir a talleres informativos los fines de semana es una opción de efectividad media para el ahorro de agua. El 33.3% no cree que el apoyo económico para compra de muebles y accesorios de baño ahorradores sea una medida efectiva para el ahorro de agua, así como tampoco consideran que la suspensión del servicio de agua, o el regalar productos como cubetas o vasos sean buenas acciones. Un 50% consideró que la cárcel es una medida muy efectiva para ese fin. Estas respuestas se deben ponderar a la luz de una muestra mayor de personas, pues ninguna de las opciones propuestas tuvo una favorabilidad mayoritaria.

Al 83.3% le agradaría mucho conocer sobre el consumo de agua diario adecuado por persona y el costo real del líquido. Al 66.7% de la muestra le gustaría saber cuáles son los dispositivos ahorradores de agua, las formas de ahorrar agua y las maneras para evitar la contaminación del agua. Estos resultados nos muestran cuáles podrían ser los lineamientos a seguir en materia de contenidos e información.

Se les pidió a los encuestados elegir tres causas por las cuales ahorra o ahorraría agua, el 66.7% de las personas mencionó como primera causa, que ahorran o ahorraría para que no falte en su casa; el 50% mencionó que la segunda causa sería para que los otros también la tengan; y la tercera causa según el 83.3% porque al agua la van a necesitar las generaciones futuras. Estos pueden ser argumentos que hagan parte de los mensajes a incluir en las campañas.

El 88.3% de los encuestados definitivamente estaría dispuesto a cambiar el excusado por un modelo ahorrador, así como todas las llaves por ahorradoras. Ese mismo porcentaje (83.3%) estaría dispuesto a instalar un medidor de consumo de agua y el 100% dijo que si fuera (o es) el responsable del domicilio donde habita, estaría dispuesto a establecer reglas para que toda la familia ahorre agua. Estas respuestas son un indicador de recepción positiva de las acciones que se emprendan para lograr dos objetivos: alcanzar la micro medición y lograr el ahorro de agua en los hogares mediante la instalación de dispositivos ahorradores.

El 50% de las personas muestreadas mencionaron que si le garantizaran que el agua que llega a su casa es potable y puede tomarse sin riesgo la bebería directamente sin hervirla o desinfectarla (vs al 33.3 que seguirán comprando agua embotellada y el 16. 6% que la seguiría hirviendo o desinfectando).

En cuanto a la disposición a pagar más por un servicio eficiente de agua potable, el 66.6% mencionó que estaría dispuesto a ello, mientras que el 33.3% dijo no estar de acuerdo con el incremento en la tarifa. Este resultado puede mostrar una tendencia mayor de la disposición a pagar más si se mejora el servicio.

La mayoría de los encuestados (88.3%) afirmó que el agua que consumen en su casa la compran embotellada.

El trabajo con relación al agua que está haciendo el gobierno del municipio de Zimatlán de Álvarez fue evaluado por el 50% de los encuestados con una eficiencia regular vs. el 33% que no respondió y el 16.6% que lo evaluó como muy ineficiente; también el 50% de las personas mencionó que el trabajo es regular; por lo que se sugiere fortalecer la imagen del organismo operador y su gestión.

San Francisco Telixtlahuaca

En el municipio de San Francisco Telixtlahuaca, el 85.7% de los encuestados fueron hombres y el 7.1 de sexo femenino; con edad promedio de 50.78 años.

El 35.7% estudió la licenciatura, el 28.5% la primaria, el 14. 2% la preparatoria, el 7.14% la secundaria y otro porcentaje similar cursó carrera técnica (7.14%).El 21.4% labora en el sector público o gobierno, otro porcentaje similar son profesores (21.4%) o agricultores (21.4%), el 14.2% es pensionado, y el 7.1% tiene negocio propio, (14.9% no contestó).

El 92.8% de los encuestados mencionó que el agua llega a sus viviendas a través de tubería de la red de distribución y el 7.4% mencionó contar con un pozo. El 57.14% mencionó que el desalojo del agua en su hogar se realiza por el drenaje, el 21.42% a través de fosa séptica, el 14.2% dijo tirarla al piso y el 7.1% no contestó.

El almacenamiento del agua, preferentemente se realiza por medio de cisternas, tinacos y tambos.

El 50% de los encuestados dijo conocer algunas de las formas en las que puede ahorrar agua en casa, el 21.4% mencionó saber pocas y el 14. 2% que conoce la mayoría; también el 50% de los encuestados dijo conocer las formas en las que puede evitar la contaminación de agua, el 28.5% que conoce pocas y el 7.1% que conoce la mayoría. Estas respuestas orientan los contenidos que se pueden considerar en campañas informativas.

El 64.2% de los encuestados mencionó estar totalmente de acuerdo con la afirmación “el ahorro del agua depende de mí”. El 42.8% estuvo totalmente en desacuerdo que “el ahorro del agua es sólo responsabilidad del gobierno”. El

57.1% dijo estar de acuerdo con la expresión "puedo hacer algo para que la gente deje de desperdiciar agua". El 78.5% mencionó estar totalmente de acuerdo con la expresión "si ahorro agua, habrá más agua para las demás personas" y el 71.4% con "todos debemos cuidar la calidad del agua". El 50% dijo no estar de acuerdo con la afirmación "el cuidado en la calidad del agua es sólo responsabilidad del gobierno".

Según estos resultados, se puede inferir que hay un buen nivel de empoderamiento respecto a la percepción de las propias capacidades para tomar acciones encaminadas al ahorro de agua y al cuidado de su calidad.

El 78.5% estuvo totalmente de acuerdo con la afirmación "la deforestación disminuye la cantidad de agua disponible para nuestro consumo". El 35.7% no consideró que "hay agua disponible para todos", sin embargo esta proporción estuvo totalmente de acuerdo con que el "agua que se ahorra en la casa no es importante para prevenir la escasez". El 20% está totalmente en desacuerdo con que "la escasez de agua es sólo una excusa para incrementar tarifas"; el 50% está de acuerdo con que "llevar el agua a su casa cuesta más que lo que le cobran". El 66.6% dijo estar totalmente de acuerdo con la expresión "la disponibilidad de agua será cada vez menor si no hacemos algo ahora" y únicamente el 33.3% cree que "el organismo que lleva el agua a su casa la trata para hacerla potable".

Este conjunto de resultados nos habla del conocimiento que hay respecto al agua en general y su disponibilidad, pero también del desconocimiento respecto a la labor del Organismo Operador y el costo de los servicios que presta, lo cual puede ser materia de profundización en campañas que se diseñen en futuras etapas.

El 28.5% consideró que las campañas en radio y televisión sobre el ahorro del agua son una acción muy efectiva; el 28.5% considera poco efectivo el apoyo económico para compra de muebles y accesorios de baño ahorradores y las multas. El 50% considera poco efectivo la cárcel; y el 35.7% la suspensión del servicio de agua. El 66.6% manifestó que asistir a talleres informativos los fines de semana es una opción muy efectiva para el ahorro de agua; y el 35.7% no cree que sea una medida efectiva para el ahorro de agua el regalar productos como cubetas o vasos sean buenas acciones. En este caso, parece ser que los talleres de

fin de semana son la opción que se considera más efectiva, por lo que puede ser un eje central del proceso de formación ciudadana.

En cuanto a los contenidos de la formación, las opciones presentadas tuvieron gran acogida dado que al 71.4% le agradaría mucho conocer sobre las formas de ahorro de agua; y al 42.8% el costo real del líquido. Al 50% de la muestra le gustaría saber cuáles son los dispositivos ahorradores de agua, al 66.6% las maneras para evitar la contaminación del agua y al 83.3% le agradaría mucho conocer sobre el consumo diario adecuado por persona.

Se les pidió a los encuestados elegir tres causas por las cuales ahorra o ahorraría agua, el 85.7% de las personas mencionó como primera causa, que ahorran o ahorraría para que no falte en su casa; el 57.1% mencionó que la segunda causa era para que los otros también la tengan; y la tercera causa según el 57.1%porque al agua la van a necesitar las generaciones futuras. Este puede ser el mensaje fuerza de las campañas, la visión a mediano plazo que motive o incentive el ahorro.

El 64.2% de los encuestados definitivamente estaría dispuesto a cambiar el excusado por un modelo ahorrador; el 85.7% también cambiaría todas las llaves por ahorradoras. El 71.4% estaría dispuesto a instalar un medidor de consumo de agua y el 78.5% dijo que si fuera (o es) el responsable del domicilio donde habita, estaría dispuesto a establecer reglas para que toda la familia ahorre agua; estos resultados demuestran la disposición que en general tienen los asistentes al taller a implementar acciones puntuales en sus propios hogares, lo cual es una oportunidad que se puede aprovechar para incentivar el ahorro en casa.

El 64.2% de las personas encuestadas mencionaron que si le garantizaran que el agua que llega a su casa es potable y puede tomarse sin riesgo, la bebería directamente sin hervirla o desinfectarla (vs al 21.4% que la seguiría hirviendo o desinfectando).

En cuanto a la disposición a pagar más por un servicio eficiente de agua potable, el 85.7% mencionó que sí estaría dispuesto a ello, mientras que el 7.1% dijo no estar de acuerdo con el incremento en la tarifa (el 7.1% restante no contestó). Este es un porcentaje significativo de personas que estarían dispuestas a pagar más si

se mejora el servicio lo cual permite inferir que de mejorarlo, la acogida del incremento puede ser positiva.

La mayoría de los encuestados (57.1%) afirmó que el agua que ingieren en su casa la compran embotellada, mientras que el 14.2% dijo que la toman de la llave o pipa y la hierven, otro porcentaje similar (14.2%) manifestó que la toman directamente de la llave o pipa y el 21.4% mencionó que toman de la llave que tiene filtro, estas cifras se podrían contrastar con otras de salud – enfermedad para establecer correlaciones en un estudio posterior.

En cuanto al trabajo que con relación al agua está haciendo el gobierno del municipio de San Francisco Telixtlahuaca fue evaluado por el 14.9% de los encuestados con una mala eficiencia, el 50% que no respondió y el 14.2% lo evaluó como eficiente; el 28.5% de las personas mencionó que el trabajo del municipio en materia de agua es regular. Esto muestra la falta de confianza en las autoridades y su gestión para manejar el tema del agua en el Municipio o su falta de credibilidad al respecto, lo que se constituye en una oportunidad para mostrar la participación en el PADHPOT como un esfuerzo importante encaminado al mejoramiento de la prestación de este servicio.

Izúcar de Matamoros

En el municipio de Izúcar de Matamoros, el 66.7% de los encuestados fueron hombres y el 33.3% mujeres; con edad promedio de 40.77 años.

El 77.78% estudió la licenciatura y un 22.22% estudios de posgrado. El 77.77% labora en el sector público o gobierno, el 11.11% es profesor y el 11.11% estudiante.

El 100% de los encuestados mencionó que el agua llega a sus viviendas a través de tubería de la red de distribución y que el desalojo del agua en su hogar se realiza por el drenaje.

El almacenamiento del agua, preferentemente se realiza por medio de cisternas, tinacos y pilas.

El 44.4% de los encuestados dijo conocer la mayoría de las formas en las que puede ahorrar agua en casa, el 33.3% mencionó saber algunas, y el 22.2% afirmó saber pocas formas de ahorro. El 66.6% de los encuestados dijo conocer algunas formas en las que puede evitar la contaminación de agua, el 11.1% conoce pocas y el 22.2% conoce la mayoría. Aunque el conocimiento de formas de ahorro y cuidado de la calidad del agua parece ser alta, destaca el porcentaje de quienes desconocen esas formas, lo cual puede ser un eje en la formación ciudadana que se implemente.

El 66.6% de los encuestados mencionó estar totalmente de acuerdo con la afirmación "el ahorro del agua depende de mí". El 22.2% estuvo totalmente en desacuerdo con que "el ahorro del agua es sólo responsabilidad del gobierno". El 55.5%dijo estar de acuerdo con la expresión "puedo hacer algo para que la gente deje de desperdiciar agua". El 88.89% mencionó estar totalmente de acuerdo con la expresión "si ahorro agua, habrá más agua para las demás personas" y el 77.7% con "todos debemos cuidar la calidad del agua". El 44.4% dijo no estar de acuerdo con la afirmación "el cuidado en la calidad del agua es sólo responsabilidad del gobierno". Este conjunto de respuestas muestran un claro sentido de responsabilidad frente al tema del ahorro del agua lo cual es un buen indicio del efecto de las posibles intervenciones en este ámbito.

El 50% estuvo totalmente de acuerdo con la afirmación "la deforestación disminuye la cantidad de agua disponible para nuestro consumo". El 33.3% no consideró que "hay agua disponible para todos", sin embargo esta proporción estuvo totalmente de acuerdo que el "agua que se ahorra en la casa no es importante para prevenir la escasez". El 20% está totalmente en desacuerdo con que "la escasez de agua es sólo una excusa para incrementar tarifas"; el 50% está de acuerdo con que "llevar el agua a su casa cuesta más que lo que le cobran". El 66.6% dijo estar totalmente de acuerdo con la expresión "la disponibilidad de agua será cada vez menor si no hacemos algo ahora" y únicamente el 33.3% cree que "el organismo que lleva el agua a su casa la trata para hacerla potable".

Como se ve, prevalece el poco impacto que se le asigna al ahorro que se pueda obtener en las casas, así como la conciencia respecto al costo real de los servicios relacionados con el agua y el saneamiento.

El 22.2% consideró que las campañas en radio y televisión sobre el ahorro del agua son una acción muy efectiva; el 33.3% considera poco efectivo el apoyo económico para compra de muebles y accesorios de baño ahorradores, el 22.2% consideró las multas como una acción de efectividad media. El 44.4% considera poco efectivo la cárcel; y el 33.3% la suspensión del servicio de agua. El 55.5% manifestó que asistir a talleres informativos los fines de semana es una opción muy efectiva para el ahorro de agua; y el 44.4% no cree que sea una medida efectiva para el ahorro de agua el regalar productos como cubetas o vasos sean buenas acciones. De nuevo, la opción que parece tener mayor acogida entre los participantes fue la asistencia a talleres los fines de semana, lo cual puede ser una de las acciones centrales del proceso de formación ciudadana que se desarrolle en futuras etapas del proyecto.

Al 66.6% le agradaría mucho conocer sobre las formas de ahorro de agua; y al 77.7% el costo real del líquido. Al 66.6% de la muestra le gustaría saber cuáles son los dispositivos ahorradores de agua, al 88.8% las maneras para evitar la contaminación del agua y al 77.7% le agradaría mucho conocer sobre el consumo diario adecuado por persona. Estos lineamientos marcan los posibles contenidos que tendrían gran acogida entre la población al implementarse etapas posteriores.

Se les pidió a los encuestados elegir tres causas por las cuales ahorra o ahorraría agua, el 88.8% de las personas mencionó como primera causa, que ahorran o ahorraría para que no falte en su casa; el 55.5% mencionó que la segunda causa es para que los otros también la tengan; y la tercera causa según el 66.6% porque al agua la van a necesitar las generaciones futuras. Estas pueden ser las motivaciones a considerar en el diseño de campañas encaminadas a incentivar el ahorro.

El 88.8% de los encuestados definitivamente estaría dispuesto a cambiar el excusado por un modelo ahorrador; el 77.7% también cambiaría todas las llaves por ahorradoras. El 11.1% estaría dispuesto a instalar un medidor de consumo de agua y el 100% dijo que si fuera (o es) el responsable del domicilio donde habita, estaría dispuesto a establecer reglas para que toda la familia ahorre agua. Estas son acciones que tiene un buen nivel de aceptación y motivación por lo que

pueden ser las acciones de inicio que permitan generar mayor impacto entre la población.

El 55.5% de las personas muestreadas mencionaron que si le garantizaran que el agua que llega a su casa es potable y puede tomarse sin riesgo, la seguiría hirviendo o desinfectando, sin embargo un 22.2% mencionó que la bebería directamente sin hervirla o desinfectarla y un porcentaje similar (22.2%) dijo que seguiría comprando agua embotellada. Este puede ser parte de un indicador para medir el impacto a futuro del PADHPOT

En cuanto a la disposición a pagar más por un servicio eficiente de agua potable, el 33.3% mencionó que sí estaría dispuesto a ello, mientras que el 66.6% dijo no estar de acuerdo con el incremento en la tarifa; esta negativa se constituye en un punto delicado al que se debe prestar atención dado que implica el trabajo inicial en temas como la corresponsabilidad.

El 100% de los encuestados afirmó que el agua que ingieren en su casa la compran embotellada.

El trabajo que con relación al agua está haciendo el gobierno del municipio de Izúcar de Matamoros fue evaluado por el 33.3% de los encuestados como eficiente, el 44.4% no respondió, el 11.1% lo evaluó como muy eficiente y un porcentaje similar como de eficiencia media; en general es una calificación buena, especialmente si se le compara con la obtenida por las autoridades en otros municipios.

Cuetzalan del Progreso

En el municipio de Cuetzalan, el 44.4% de los encuestados fueron hombres y el 55.6% mujeres; con edad promedio de 25.33 años.

El 33.3% estudió la licenciatura, el 33.3% la secundaria, un 5.56% estudios de posgrado y un porcentaje similar no contestó. El 55.5% es estudiante, el 22.2% labora en el sector público o gobierno, el 11.1% es ama de casa y el 5.5% profesor o pensionado.

El 83.3% de los encuestados mencionó que el agua llega a sus viviendas a través de la tubería de la red de distribución y el 16.6% a través de pipas; 55.5% mencionó que el desalojo del agua en su hogar se realiza por el drenaje (a pesar que las autoridades afirman que en Cuetzalan no hay drenaje); el 16.6% por fosa séptica y el 5.5% la tira al patio.

El almacenamiento del agua, preferentemente se realiza por medio de cisternas, tinacos y pilas.

El 66.6% de los encuestados dijo conocer algunas de las formas con las que se puede ahorrar agua en casa, el 22.2% mencionó saber la mayoría, el 5.5% afirmó saber pocas formas de ahorro y el 5.5% restante dijo no conocer ninguna forma de ahorrar agua en casa. El 77.7% de los encuestados dijo conocer algunas formas en las que puede evitar la contaminación de agua, un 22.2% afirma conocer la mayoría. Llama la atención el elevado grado de conocimiento en materia de ahorro y conservación de la calidad del agua que tiene esta población, esto puede ser una fortaleza que habría que estudiar con mayor cuidado en etapas posteriores del proyecto.

El 33.3% de los encuestados mencionó estar totalmente de acuerdo con la afirmación "el ahorro del agua depende de mí". El 50% estuvo totalmente en desacuerdo que "el ahorro del agua es sólo responsabilidad del gobierno". El 33.3% dijo estar de acuerdo con la expresión "puedo hacer algo para que la gente deje de desperdiciar agua". El 44.4% mencionó estar totalmente de acuerdo con la expresión "si ahorro agua, habrá más agua para las demás personas" y el 72.2% con "todos debemos cuidar la calidad del agua". El 55.5% dijo no estar de acuerdo con la afirmación "el cuidado en la calidad del agua es sólo responsabilidad del gobierno".

La propia responsabilidad frente al manejo del agua parece ser de mediana importancia aunque tampoco se le asigna esa responsabilidad al gobierno, en su mayoría se diluye en "todos somos responsables".

El 27.7% manifestó estar medianamente de acuerdo con la afirmación "la deforestación disminuye la cantidad de agua disponible para nuestro consumo". El 11.1% consideró estar en total desacuerdo con la expresión "hay agua

disponible para todos", el 33.3% manifestó estar totalmente de acuerdo con que el "agua que se ahorra en la casa no es importante para prevenir la escasez". El 38.8% está totalmente en desacuerdo con que "la escasez de agua es sólo una excusa para incrementar tarifas"; el 50% está de acuerdo con que "llevar el agua a su casa cuesta más que lo que le cobran". El 38.8% dijo estar totalmente de acuerdo con la expresión "la disponibilidad de agua será cada vez menor si no hacemos algo ahora" y únicamente el 16.6% cree que "el organismo que lleva el agua a su casa la trata para hacerla potable".

Este conjunto de respuestas muestra un escaso conocimiento de información respecto a los recursos hídricos y también respecto a la labor del Organismo Operador, en general se observa un conocimiento muy limitado de los recursos hídricos por lo que se puede iniciar con estos temas en campañas de sensibilización que promuevan el ahorro del agua.

El 22.2% consideró que las campañas en radio y televisión sobre el ahorro del agua son una acción efectiva; el 27.7% considera poco efectivo el apoyo económico para compra de muebles y accesorios de baño ahorradores, el 33.3% consideró las multas como una acción de efectividad media, esa misma proporción (33%) también consideró muy poco efectivo la cárcel; y el 44.4% consideró poco efectiva la suspensión del servicio de agua. El 44.4% manifestó que asistir a talleres informativos los fines de semana es una opción muy efectiva para el ahorro de agua; y el 22.2% no cree que sea una medida efectiva para el ahorro de agua el regalar productos como cubetas o vasos sean buenas acciones.

De acuerdo con este conjunto de resultados, los talleres en fines de semana pueden ser la estrategia con mayor acogida y efecto entre esta población en particular y en ellos se puede indagar respecto a otras estrategias que podrían tener un efecto positivo en el ahorro de agua.

Respecto a contenidos de la capacitación, se observan varios intereses que pueden enmarcar una primera etapa de la intervención, dado que al 22.2% le agradaría mucho conocer sobre las formas de ahorro de agua; al 44.4% el costo real del líquido, al 27.7% de la muestra le gustaría saber cuáles son los dispositivos ahorradores de agua, al 55.5% las maneras para evitar la

contaminación del agua y al 50% le agradaría mucho conocer sobre el consumo diario adecuado por persona.

Se les pidió a los encuestados elegir tres causas por las cuales ahorra o ahorraría agua, el 72.2% de las personas mencionó como primera causa, que ahorran o ahorraría para que no falte en su casa; el 38.8% mencionó que la segunda causa es para que los otros también la tengan; y la tercera causa según el 66.6%porque al agua la van a necesitar las generaciones futuras. Estos mensajes pueden transformarse en los motores de motivación de las campañas dirigidas a la población en general.

El 44.4% de los encuestados definitivamente estaría dispuesto a cambiar el excusado por un modelo ahorrador; el 77.7% también cambiaría todas las llaves por ahorradoras. El 11.1% estaría dispuesto a instalar un medidor de consumo de agua y el 100% dijo que si fuera (o es) el responsable del domicilio donde habita, estaría dispuesto a establecer reglas para que toda la familia ahorre agua. El establecimiento de reglas parece ser la opción con mayor acogida y esto puede incentivar la participación de todo el núcleo familiar en el ahorro de agua; frente a la instalación de medidores habrá que hacer un esfuerzo adicional si esto hace parte de las acciones de área de Agua y Saneamiento, pues no goza de simpatía esta propuesta.

El 55.5% de las personas muestreadas mencionaron que si le garantizaran que el agua que llega a su casa es potable y puede tomarse sin riesgo, la seguiría hirviendo o desinfectando, sin embargo un 22.2% mencionó que la bebería directamente sin hervirla o desinfectarla y un porcentaje similar (22.2%) dijo que seguiría comprando agua embotellada. De nuevo, al alcanzarse una calidad óptima, se deberá hacer un esfuerzo importante de educación frente al uso eficiente y saludable del agua, su almacenamiento y conservación.

En cuanto a la disposición a pagar más por un servicio eficiente de agua potable, el 50% mencionó que sí estaría dispuesto a ello, mientras que el 38.8% dijo no estar de acuerdo con el incremento en la tarifa (el 11.1% no contestó). Este aspecto también merecerá un mayor trabajo de sensibilización y podrá implementarse sólo hasta cuando el mejoramiento del servicio sea evidente.

El 66.6% de los encuestados afirmó que el agua que ingieren en su casa la compran embotellada, el 11.1% dijo que la toman de la llave o pipa y la desinfectan con cloro, el 5.5% la toman de la llave o pipa y la hierven, un porcentaje similar mencionó que la toman de la llave que tiene filtro.

El trabajo con relación al agua que está haciendo el gobierno del municipio de Cuetzalan fue evaluado por el 11.1% de los encuestados como eficiente, el 61.1% no respondió, el 16.6% lo evaluó como de mediana eficiencia; en cuanto a calidad del trabajo al respecto, el 27.7% de las personas mencionó que el trabajo del municipio en materia de agua es malo, el 33.3% no contestó, el 11.1% lo considera muy bueno, 11.1% bueno y 11.1% regular. La evaluación general no es favorable para el municipio en materia de eficiencia y de calidad por lo que se puede trabajar en este sentido teniendo estos resultados como una línea de base.

Tehuitzingo

En el municipio de Tehuitzingo, el 66.7% de los encuestados fueron hombres y el 33.3 mujeres; con edad promedio de 42.3 años.

El 50% estudió la secundaria, el 33.3% la primaria y el 16.6% estudios de preparatoria. El 50% es estudiante, el 22.2% labora en el sector público o gobierno, el 11.1% es ama de casa y el 5.5% profesor o pensionado (5.56%).

El 83.3% de los encuestados mencionó que el agua llega a sus viviendas a través de la tubería de la red de distribución y el 16.6% a través de pipas; 50% mencionó que el desalojo del agua en su hogar se realiza por el drenaje, el 16.6% la tira al patio (y el 33% la desaloja por otros medios).

El almacenamiento del agua, preferentemente se realiza por medio de cisternas, tinacos y tambos.

El 83.3% de los encuestados dijo conocer algunas de las formas en las que puede ahorrar agua en casa y el 16.6% mencionó saber pocas formas de ahorro en casa. El 66.6% de los encuestados dijo conocer algunas formas en las que puede evitar la contaminación de agua y el 33.3% afirma conocer pocas. Esto muestra que aunque es superior el conocimiento de formas de ahorrar respecto a las formas

de cuidar la calidad, el desconocimiento es grande al respecto de estos dos aspectos.

El 16.6% de los encuestados mencionó estar totalmente de acuerdo con la afirmación "el ahorro del agua depende de mí". El 33.3% estuvo totalmente en desacuerdo que "el ahorro del agua es sólo responsabilidad del gobierno". El 55.5% dijo estar de acuerdo con la expresión "puedo hacer algo para que la gente deje de desperdiciar agua". El 50% mencionó estar totalmente de acuerdo con la expresión "si ahorro agua, habrá más agua para las demás personas" y con "todos debemos cuidar la calidad del agua". El 50% dijo no estar de acuerdo con la afirmación "el cuidado en la calidad del agua es sólo responsabilidad del gobierno".

De acuerdo con los anteriores resultados, la motivación para incentivar el ahorro en otros es grande, lo cual contrasta con la importancia que se da a las propias acciones, esto puede ser un indicador para orientar las acciones hacia campañas que tengan un alto contenido de control social y vayan generando corresponsabilidad.

El 50% manifestó estar totalmente de acuerdo con la afirmación "la deforestación disminuye la cantidad de agua disponible para nuestro consumo". El 50% consideró estar en total desacuerdo con la expresión "hay agua disponible para todos", el 33.3% manifestó estar totalmente de acuerdo con que el "agua que se ahorra en la casa no es importante para prevenir la escasez". El 50% está totalmente en desacuerdo con que "la escasez de agua es sólo una excusa para incrementar tarifas"; el 33% está de acuerdo con que "llevar el agua a su casa cuesta más que lo que le cobran". El 38.8% dijo estar totalmente de acuerdo con la expresión "la disponibilidad de agua será cada vez menor si no hacemos algo ahora" y únicamente el 16.6% cree que "el organismo que lleva el agua a su casa la trata para hacerla potable".

Este conjunto de resultados muestra el desconocimiento de la población encuestada frente al agua en general en temas como disponibilidad, ciclo del agua, efectos de las acciones del hombre, entre otros y respecto al manejo en particular que se da en el propio municipio.

El 22.2% consideró que las campañas en radio y televisión sobre el ahorro del agua son una acción efectiva; el 22.2% considera poco efectivo el apoyo económico para compra de muebles y accesorios de baño ahorradores, el 11.1% consideró las multas como una acción de efectividad media, el 33.3% también consideró muy poco efectivo la cárcel; el 16.6% consideró poco efectiva la suspensión del servicio de agua. El 44.4% manifestó que asistir a talleres informativos los fines de semana es una opción muy efectiva para el ahorro de agua; y el 50% no cree que sea una medida efectiva para el ahorro de agua el regalar productos como cubetas o vasos sean buenas acciones.

La opción de talleres en fines de semana resultó ser la de mayor acogida, por lo que puede constituirse en la primera que se implemente para generar motivación y compromiso entre la población y garantizar su participación en etapas subsiguientes.

Al 66.6% le agradaría mucho conocer sobre las formas de ahorro de agua; al 33.3% el costo real del líquido, al 50% de la muestra le gustaría saber cuáles son los dispositivos ahorradores de agua, al 33.3% las maneras para evitar la contaminación del agua y al 16.6% le agradaría mucho conocer sobre el consumo diario adecuado por persona. Esto refleja que si bien hay desconocimiento, existe gran motivación de aprender asuntos prácticos.

Se les pidió a los encuestados elegir tres causas por las cuales ahorra o ahorraría agua, el 66.6% de las personas mencionó como primera causa, por la que ahorran o ahorrarían es para que no falte en su casa; el 50% mencionó que la segunda causa era para que los otros también la tengan; y la tercera causa según el 66.6% porque el agua la van a necesitar las generaciones futuras. Estos resultados pueden orientar el contenido de mensajes encaminados a generar motivación en la población frente a campañas de ahorro de agua.

El 33.3% de los encuestados definitivamente estaría dispuesto a cambiar el excusado por un modelo ahorrador; el 16.6% también cambiaría todas las llaves por ahorradoras. El 16.6% estaría dispuesto a instalar un medidor de consumo de agua y el 66.6% dijo que si fuera (o es) el responsable del domicilio donde habita, estaría dispuesto a establecer reglas para que toda la familia ahorre agua.

Aunque se nota una motivación importante por realizar acciones puntuales, sus porcentajes de aceptación son inferiores al resto de municipios, quizá debido al desconocimiento de formas de ahorro y cuidado del recurso.

El 83.3% de las personas muestreadas mencionaron que si le garantizaran que el agua que llega a su casa es potable y puede tomarse sin riesgo, la bebería directamente sin hervirla o desinfectarla y el 16.6% la seguiría hirviendo o desinfectando. Esto es muy importante pues demuestra la disponibilidad y confianza en las autoridades si se llegara a lograr este objetivo.

En cuanto a la disposición a pagar más por un servicio eficiente de agua potable, el 66.6% mencionó que sí estaría dispuesto a ello, mientras que el 16.6% dijo no estar de acuerdo con el incremento en la tarifa y el 16.6% no contestó, por lo que en este sentido habría que hacer un proceso de sensibilización significativo.

El 66.6% de los encuestados afirmó que el agua que ingieren en su casa la compran embotellada, el 16.6% dijo que la toman de la llave o pipa y la desinfectan con cloro.

El trabajo con relación al agua que está haciendo el gobierno del municipio de Tehuitzingo fue evaluado por el 50% de los encuestados como muy eficiente, el 33.3% no respondió, y el 16.6% lo evaluó como ineficiente; el 3.3% de las personas mencionó que el trabajo del municipio en materia de agua es muy bueno, el 50% no contestó y el 16.6% lo considera como regular.

Estos resultados muestran la confianza en la eficiencia de la administración municipal aunque se destaca que en materia hídrica todavía falta trabajo.

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

PADHPOT

Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

Anexos 4 al 15

Servicios de Agua y Saneamiento

Contenido

ANEXO 4. Resumen de infraestructura hidráulica en los municipios. 5

Resumen información Oaxaca..... 12

Resumen información Puebla..... 13

Resumen información Tlaxcala 14

Anexo 5. Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca: Zimatlán de Álvarez 17

Agua Potable..... 18

Drenaje y Saneamiento.....32

Estructura Organizacional..... 33

Esquema financiero y tarifario..... 34

Indicadores de evaluación y gestión del servicio..... 36

Plan de acción..... 36

Programa de ejecución de acciones..... 40

Programa de Inversión 42

Anexo 6. Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca: Ocotlán de Morelos..... 45

Agua Potable..... 46

Drenaje y Saneamiento.....62

Estructura Organizacional..... 62

Esquema financiero y tarifario..... 64

Indicadores de evaluación y gestión del servicio..... 65

Plan de acción..... 65

Programa de ejecución de acciones..... 69

Programa de Inversión 73

Anexo 7. Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca: San Francisco Telixtlahuaca..... 74

Agua Potable..... 75

Drenaje y Saneamiento.....89

Estructura Organizacional..... 90

Esquema financiero y tarifario…… 91
Indicadores de evaluación y gestión del servicio.…….…..... 93
Plan de acción……. 93
Programa de ejecución de acciones…..…….. 97
Programa de Inversión ……..……. 101

Anexo 8. Diagnóstico:
Organismos Operadores. Tlaxcala: El Carmen Tequexquitla..… 103

Agua Potable.……... 104
Drenaje y Saneamiento……118
Estructura Organizacional……... 119
Esquema financiero y tarifario…… 123
Indicadores de evaluación y gestión del servicio.…….…..... 124
Plan de acción……. 125
Programa de ejecución de acciones…..…….. 128
Programa de Inversión ……..……. 129

Anexo 9. Diagnóstico:
Organismos Operadores. Puebla: Izúcar de Matamoros..…… 130

Agua Potable.……... 131
Drenaje y Saneamiento……148
Estructura Organizacional……... 153
Esquema financiero y tarifario…… 153
Indicadores de evaluación y gestión del servicio.…….…..... 156
Plan de acción……. 156
Programa de ejecución de acciones…..…….. 160
Programa de Inversión ……..……. 163

Anexo 10. Diagnóstico:
Organismos Operadores. Puebla: Cuetzalan del Progreso..…… 164

Agua Potable.……... 165
Drenaje y Saneamiento……178
Estructura Organizacional……... 168
Esquema financiero y tarifario…… 169

Indicadores de evaluación y gestión del servicio..... 171
Plan de acción..... 171
Programa de ejecución de acciones..... 175
Programa de Inversión 178

Anexo 11. Diagnóstico:
Organismos Operadores. Puebla: Tehuitzingo..... 189

Agua Potable..... 190
Drenaje y Saneamiento..... 202
Estructura Organizacional..... 203
Esquema financiero y tarifario..... 205
Indicadores de evaluación y gestión del servicio..... 206
Plan de acción..... 207
Programa de ejecución de acciones..... 211
Programa de Inversión 214

Anexo 12. Lecturas del aforo de fuentes.
Medidor ultrasónico portátil 215

Ocotlán de Morelos..... 216
San Francisco Telixtlahuaca..... 217
Zimatlán de Álvarez..... 218
Izúcar de Matamoros..... 220
Tehuitzingo..... 22
El Carmen Tequexquitla..... 225

Anexo 13. Memoria Fotográfica 226

Anexo 14. Análisis hidrológico y funcionamiento de vaso en
San Francisco Telixtlahuaca 243

Anexo 15. Relación de planos de infraestructura hidráulica. 268

Anexos 4 Resumen de infraestructura hidráulica en los municipios

ANEXO A. Resumen de infraestructura hidráulica en los municipios.

En este Anexo se muestra la información recopilada y medida durante los trabajos de campo a través de Tablas e Ilustraciones de manera resumida. Esta misma información está contenida en el pre diagnóstico de cada uno de los municipios. La primera parte resume la información de los tres estados para dar pie a la información por cada estado.

Una segunda parte de este documento muestra la inversión necesaria por municipio para la ejecución de acciones normativas y/o estructurales contenidas en el Programa de Acción.

Tabla A – 1.
Tabla resumen general de los estados visitados.

Estado	Municipios atendidos	Población atendida	Fuente de abastecimiento	Cantidad		Caudal extraído máximo (l/s)	Caudal medio (l/s)	Caudal perdido (l/s)
				Pozos	Manantiales			
Oaxaca	3	52,400	Agua Subterránea	12	0	70	37	27.2
Puebla	3	131,300	Agua subterránea (Pozos) y superficial (Manantiales)	10	3	294	137.2	62.6
Tlaxcala	1	15,300	Agua subterránea (Pozos) y superficial (Manantiales)	1	1	60	50	17.3
TOTAL	7	199,000		23	4	427	225	137.1

Tabla A – 2.
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) visitadas.

Estado	Municipio	Cuerpo receptor	Situación actual	Caudal (l/s)		Norma que la evalúa
				Tratado	Operación	
Oaxaca	Ocotlán de Morelos	Río Atoyac	En Operación	6	20	NOM – 001 – 1996 NOM – 003 - 1997
	Zimatlán de Álvarez	Río Atoyac	En proyecto	ND	ND	Sin tratamiento
	San Francisco Telixtlahuaca	Río Atoyac	En Operación*	4.5	ND	NOM – 001 – 1996
Tlaxcala	El Carmen Tequexquitla	Laguna	En operación**	8	ND	NOM – 001 – 1996
Puebla	Izúcar de Matamoros	Río Nexapa	En operación	12	60	NOM – 001 – 1996
	Tehuitzingo	Río	Fuera de operación	8.3	ND	Sin tratamiento
	Cuetzalan de Progreso	Grietas	No hay PTAR***	----------	----------	Sin tratamiento
			TOTAL	38.8	88	

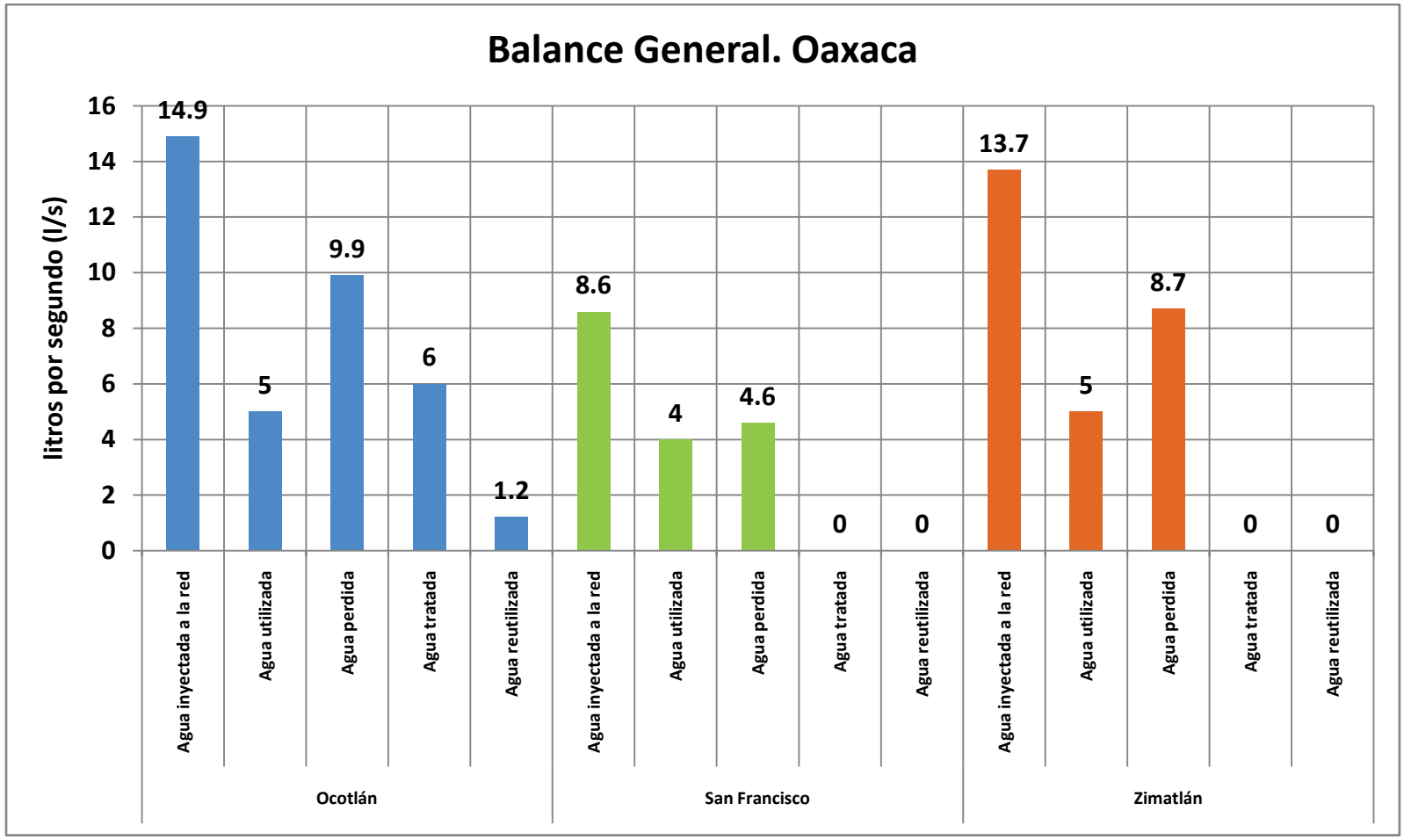
*Con deficiencias
** Con graves deficiencias
*** Ni Red de drenaje

Tabla A – 3.
Resumen de Indicadores de gestión por municipio.

Estado	Municipio	Cobertura Agua Potable	Cobertura Drenaje	Cobertura Tratamiento	Continuidad del servicio (hrs/día)	Incidencia en la energía eléctrica *	Cobertura Macro medición	Cobertura micro medición	Eficiencia Física	Eficiencia comercial	Eficiencia total	Costo producción energía eléctrica **
		%	%	%		%	%	%	%	%	%	$/m^3$
Oaxaca	Ocotlán de Morelos	90	60	40	8	40	30	0	10	30	3	1.27
	Zimatlán de Álvarez	79	71	0	8	64	74	0	55	65	29	1.85
	San Francisco Telixtlahuaca	80	70	0	4	41	50	0	25	52	13	2.29
Tlaxcala	El Carmen Tequexquitla	90	85	16	6	50	0	0	7	30	15	1.00
Puebla	Izúcar de Matamoros	85	96	60	12		100	15	60	70	42	
	Tehuitzingo	80	60	0	12	38	0	0	70	30	21	1.63
	Cuetzalan de Progreso	83	0	0	24	0	0	0	50	30	15	0.18

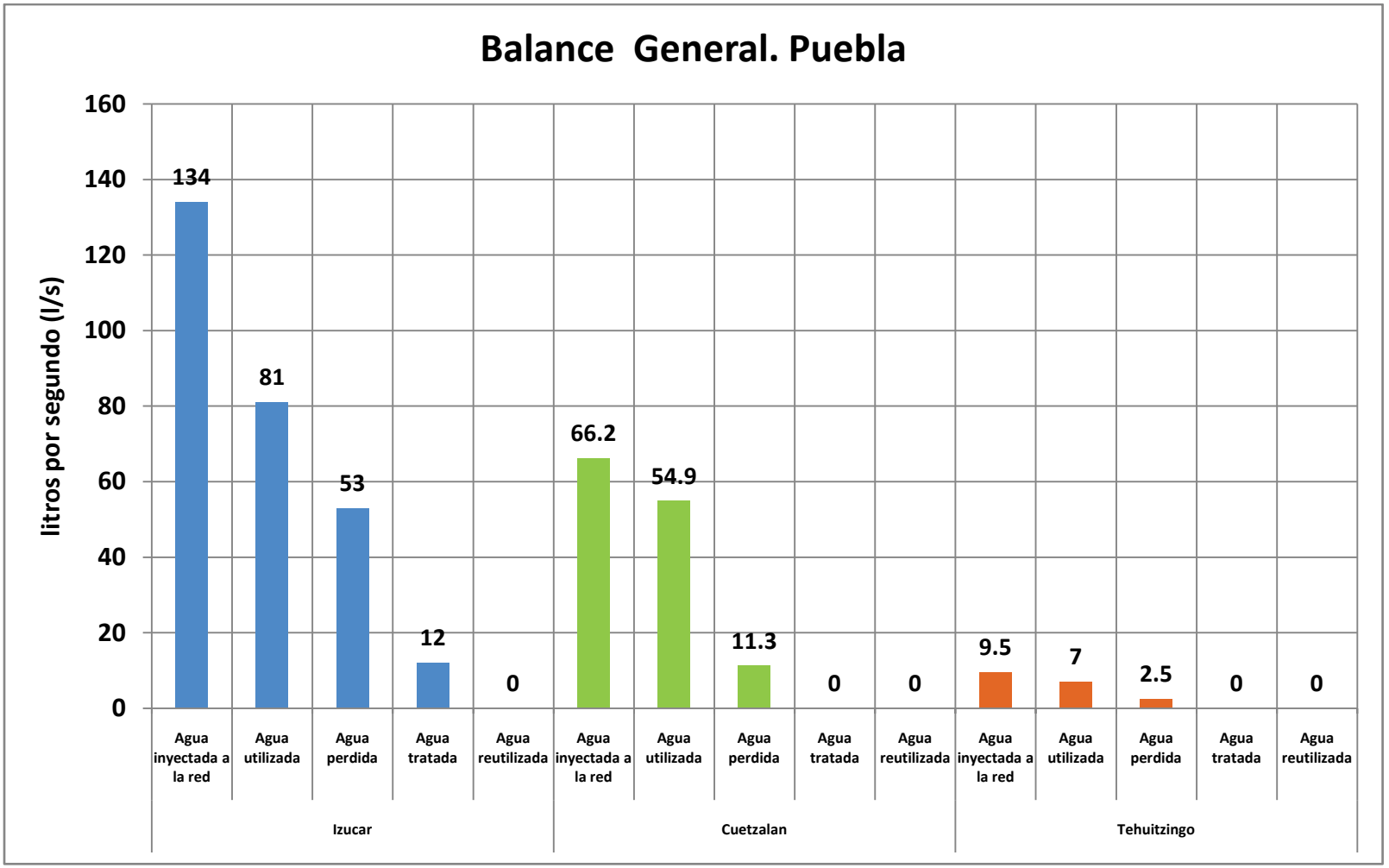
*Incidencia del costo de la Energía Eléctrica en los costos de producción

Ilustración A – 1.
Balance General, Oaxaca



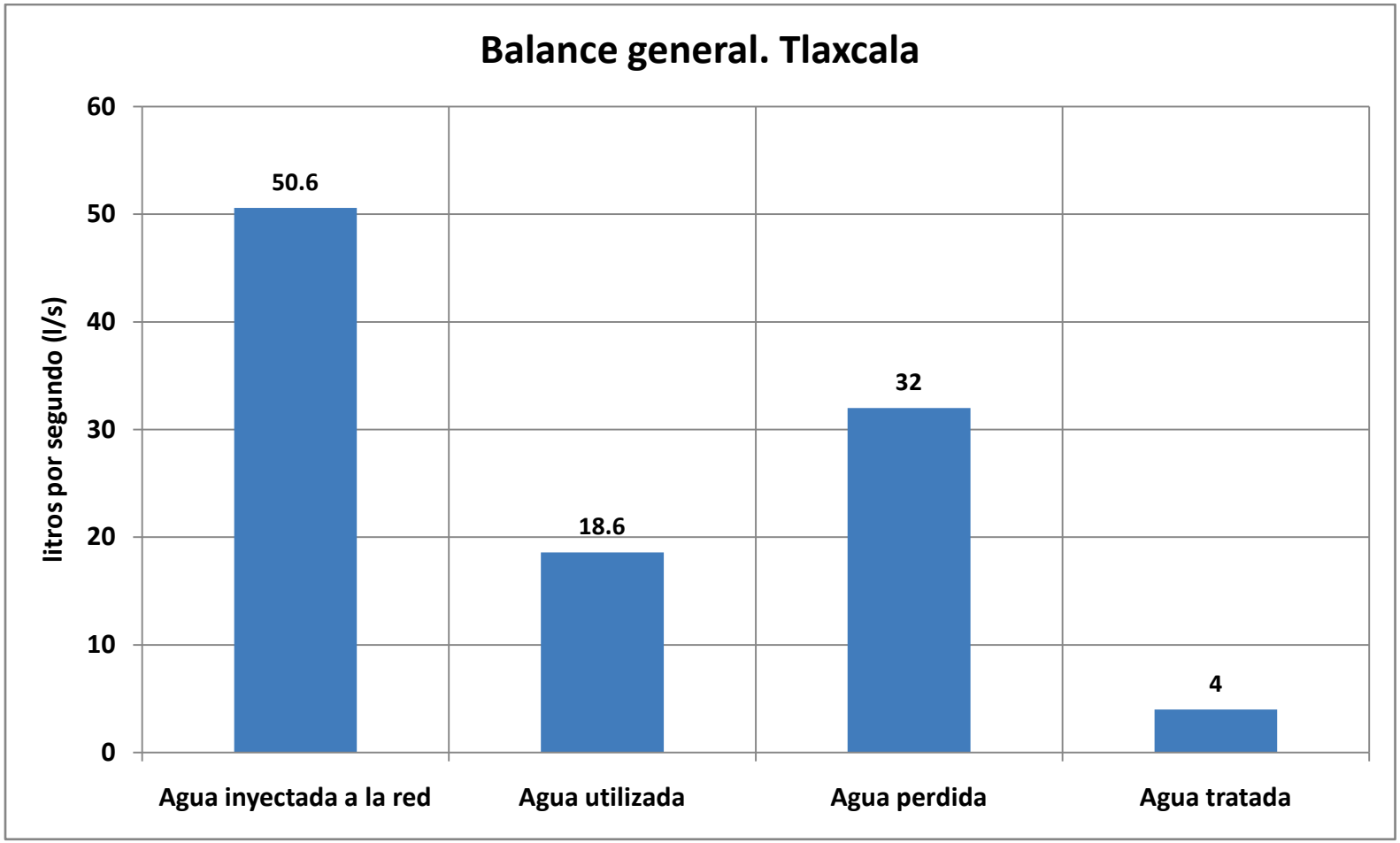
Q max = 69.8 l/s

Ilustración A – 2.
Balance General, Puebla



Q max = 294 l/s

Ilustración A – 3.
Balance General, Tlaxcala



Q max = 63 l/s

Resumen información Oaxaca

Tabla A - 4.-
Resumen municipios atendidos de Oaxaca

Municipio	Población (Cabecera)	Numero de Pozos	Macro medidores	Caudal máximo (l/s)	Caudal medio (l/s)	Caudal fuga (l/s)	Sistema de desinfección
San Francisco Telixtlahuaca	**11,900**	**2**	**1**	**16**	**8.6**	**7.2**	**Hipoclorito**
Ocotlán de Morelos	**21,300**	**6**	**2**	**23.8**	**14.9**	**13.7**	**Hipoclorito**
Zimatlán de Alvarez	**19,200**	**4**	**2**	**30**	**13.7**	**6.3**	**Cloro en Polvo**
TOTAL	**52,400**	**12**	**5**	**69.8**	**37.2**	**27.2**	

Tabla A - 5.-
Resumen municipios de Oaxaca: Agua potable, drenaje y saneamiento

Municipio	Tomas de agua potable *	Tomas con medidor	Tomas que pagan el servicio	Conexiones al drenaje
San Francisco Telixtlahuaca	1,650	0	1,000	1,000
Ocotlán de Morelos	3,000	0	600	1,800
Zimatlán de Alvarez	3,800	0	900	2,300

* El suministro de agua a las zonas sin servicio se proporciona a través de Pipas

Tabla A - 6.-
Resumen municipios de Oaxaca: Disponibilidad de información

Municipio	Planos de Red de A. P.	Planos de Red de drenaje	Información financiera	Información de mantenimiento	Históricos de mediciones
San Francisco Telixtlahuaca	Existe uno sin	No existe	Se proporcionaron sólo las facturas de	ND	ND

	actualizar		energía eléctrica		
Ocotlán de Morelos	No existe	No existe	Se proporcionaron sólo las facturas de energía eléctrica	ND	ND
Zimatlán de Alvarez	Existe uno sin actualizar	No existe	Se proporcionaron sólo las facturas de energía eléctrica	ND	ND

Tabla A - 7.-
Administración del Organismo Operador

Municipio	Administrador	Tipo de cuota	Personal	Ingresos bimestrales ($)	Egresos bimestrales estimados($)*
San Francisco Telixtlahuaca	Comisión Estatal del Agua	Fija, en función del tipo de usuario	6	46,000	70,600
Ocotlán de Morelos	Ayuntamiento a través de la Regiduría de Obras, la tesorería recauda el pago de los servicios.	Fija	5	53,000	98,500
Zimatlán de Alvarez	Ayuntamiento, la tesorería recauda el pago de los servicios.	Fija	5	85,500	131,400

* Suma del costo de la energía eléctrica y salarios, prestaciones.

Resumen información Puebla

Tabla A - 8.-
Resumen municipios atendidos de Puebla

Municipio	Población	Numero de	Numero de	Macro	Caudal máximo	Caudal medio	Caudal fuga	Sistema de

	(Cabecera)	Pozos	Manantiales	medidores	(l/s)	(l/s)	(l/s)	desinfección
Izúcar de Matamoros	73,000	7	0	7	225	100	40	Hipoclorito
Tehuitzingo	11,300	3	0	0	19	9.5	2.5	Hipoclorito
Cuetzalan del Progreso	47,000	0	3	0	55	27.5	20.1	Cloro en Polvo
TOTAL	131,000	10	3	7	294	137.2	62.6	

Tabla A - 9.-
Resumen municipios de Puebla Agua potable, drenaje y saneamiento

Municipio	Tomas de agua potable *	Tomas con medidor	Tomas que pagan el servicio	Conexiones al drenaje
Izúcar de Matamoros	13,800	2,400	9,700	10,560
Tehuitzingo	2,500	0	750	2,000
Cuetzalan del Progreso	3,000	0	1,000	0

* El suministro de agua a las zonas sin servicio se proporciona a través de Pipas

Tabla A - 10.-
Resumen municipios de Puebla: Disponibilidad de información

Municipio	Planos Red de agua potable	Planos Red de drenaje	Información financiera	Información de mantenimiento	Históricos de mediciones
Izúcar de Matamoros	Existe uno sin actualizar	Existe uno sin actualizar	Se proporcionaron sólo las facturas de energía eléctrica	Información proporcionada	Información proporcionada
Tehuitzingo	No existe	No existe	ND	ND	ND
Cuetzalan del Progreso	No existe	No existe	ND	ND	ND

Tabla A - 11.-
Administración del Organismo Operador

Municipio	Administrador	Tipo de cuota	Personal	Ingresos bimestrales ($)	Egresos bimestrales estimados($)*
Izúcar de Matamoros	Organismo Operador Descentralizado	Fija, en función del tipo de usuario	ND	2,750,000	2,916,667
Tehuitzingo	Ayuntamiento a través de la Regiduría de Obras, la tesorería recauda el pago de los servicios.	Fija	5	75,000	90,000
Cuetzalan del Progreso	Ayuntamiento, la tesorería recauda el pago de los servicios.	Fija	5	45,000	50,000

Resumen información Tlaxcala

Tabla A - 12.-
Resumen municipio atendido en Tlaxcala

Municipio	Población (Cabecera)	Numero de Pozos	Numero de Manantiales	Macro medidores	Caudal máximo (l/s)	Caudal medio (l/s)	Caudal fuga (l/s)	Sistema de desinfección
El Carmen Tequexquitla	15,300	1	1	1	63	50.6	47.3	Hipoclorito

Tabla A - 13.-
Resumen municipio de Tlaxcala

Municipio	Tomas de agua potable*	Tomas con medidor	Tomas que pagan el servicio	Conexiones al drenaje
El Carmen Tequexquitla	2,120	0	600	1,700

* El suministro de agua a las zonas sin servicio se proporciona a través de Pipas

Tabla A - 14.-
Resumen municipios de Tlaxcala. Agua potable, drenaje y saneamiento

Municipio	Planos de agua potable	Planos de drenaje	Información financiera	Información de mantenimiento	Históricos de mediciones
El Carmen Tequexquitla	No existe	No existe	Se proporcionaron sólo las facturas de energía eléctrica	Información proporcionada	ND

Tabla A - 15.-
Administración del Organismo Operador

Municipio	Administrador	Tipo de cuota	Personal	Ingresos bimestrales ($)	Egresos bimestrales ($)
El Carmen Tequexquitla	Ayuntamiento a través de la Regiduría de Obras, la tesorería recauda el pago de los servicios.	Fija	ND	63,000	240,000

Anexos 5 Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca

ANEXO B. Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca

I. Zimatlán de Álvarez

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 agencias[1]. 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 Agua[2]. 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.

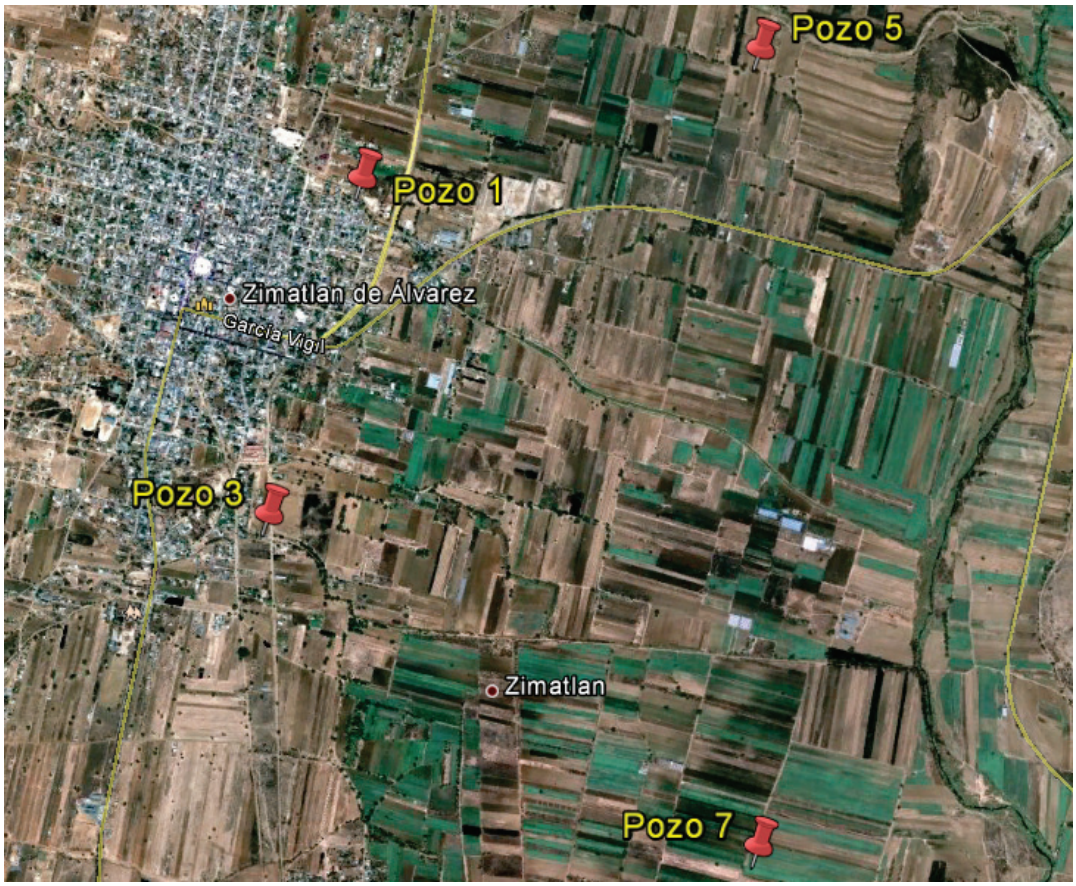
Tabla B -1.
Coordenadas de ubicación de las fuentes de abastecimiento.

Pozo	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	'	"	º	'	"
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

[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.

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.

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**	**13.69**

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

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

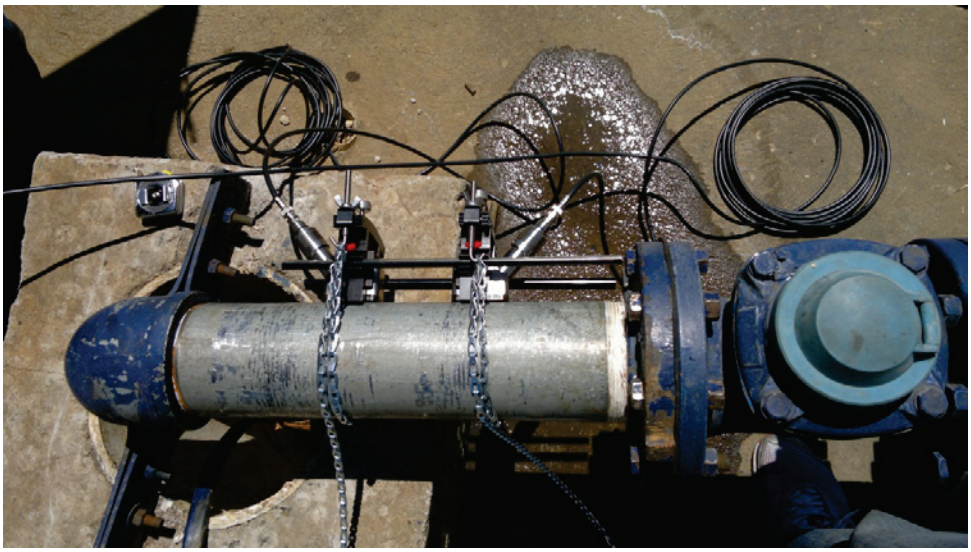
Pozo	Bomba			
	Tipo	Potencia	Profundidad	Alimentación
		Hp	m	V
1	Sumergible	5	35	220
3	Sumergible	5	37	220
5	Sumergible	50	65	440
7	Sumergible	35	56	440

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 ultrasónico[3], 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

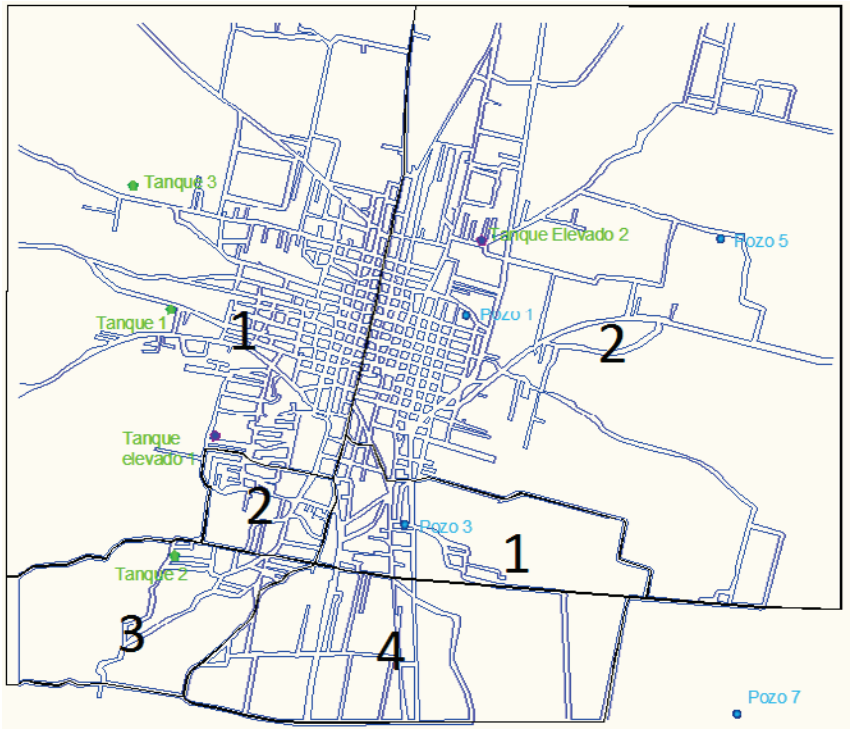
Distribución

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.[4]Ver 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 m^3 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.

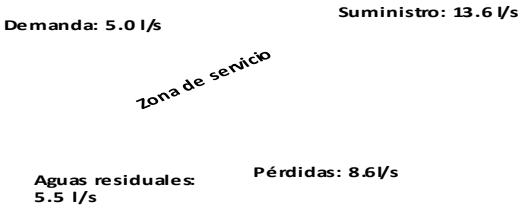
Para la distribución del agua, la red de la cabecera se ha divido en 4 zonas de servicio. Se abastecen dos zonas de servicio al día, con un gasto de 13.7 l/s durante 8 horas cada dos días, o bien 391,680 l l/día. Partiendo de la hipótesis de que las personas que se ubican en cada zona de servicio guardan 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 comose 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 anteriorse 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.

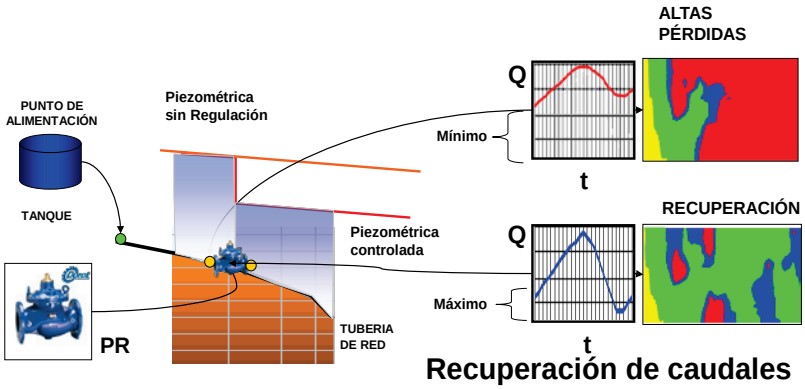
Ilustración E - 7.
Balance Hidráulico



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.

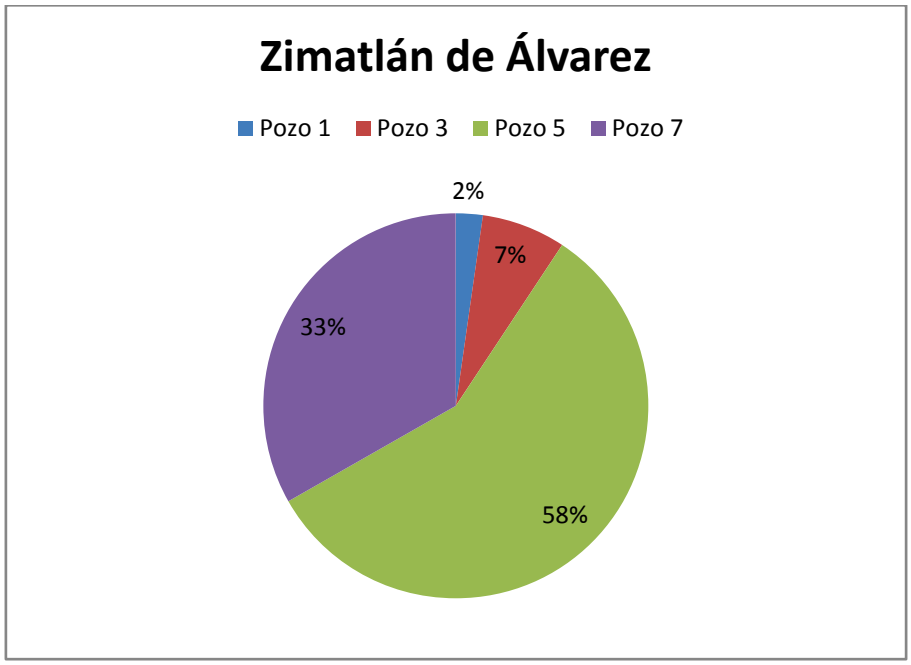
Ilustración B - 8.
Efecto de control de presiones en una red de distribución.



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.

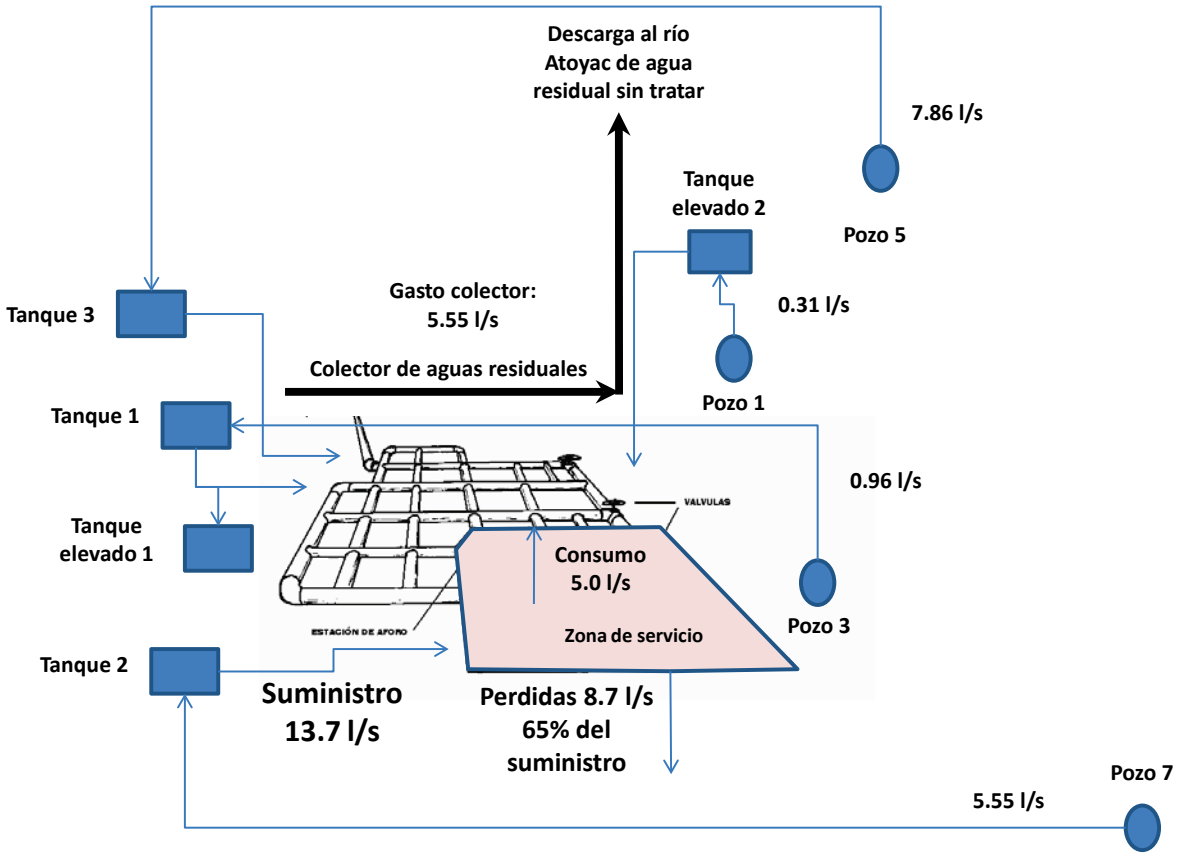
7. Tomas

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 cualesson 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).

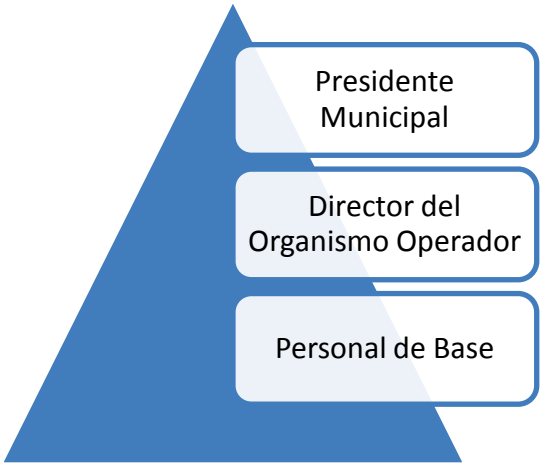
C. Estructura Organizacional

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.

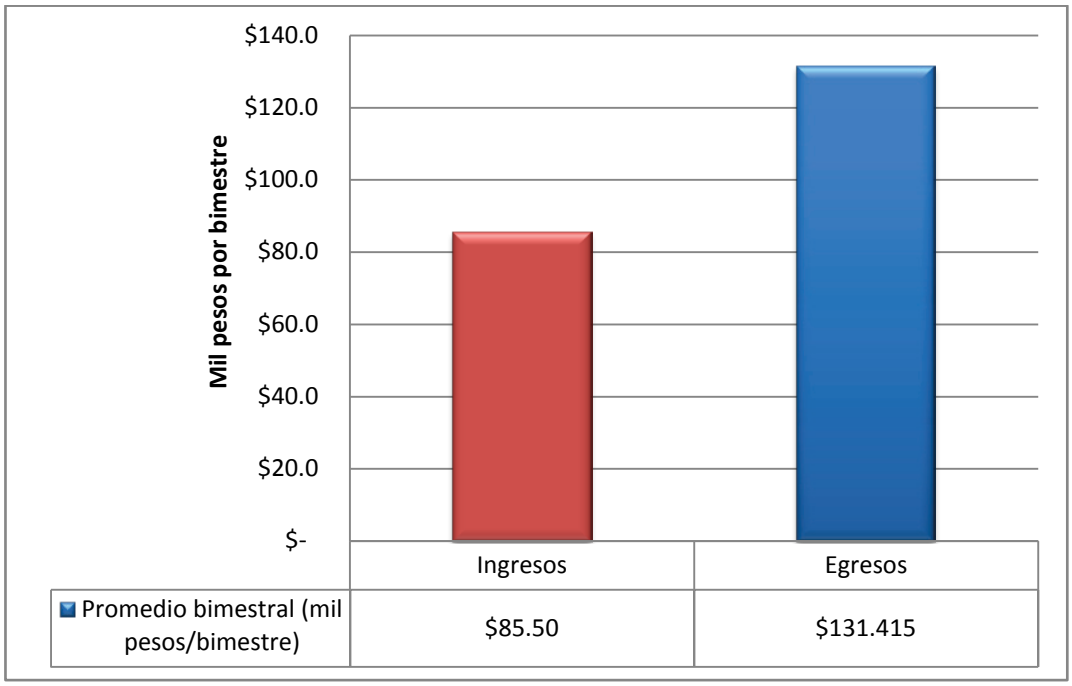
III. Balance financiero

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	Población con agua potable x100/Población total	%	79
2	Cobertura de alcantarillado	Población con alcantarillado x100/Población total	%	71
3	Cobertura de tratamiento	Volumen de agua residual tratada x 100/Volumen de agua residual generada	%	0
4	Continuidad del servicio	Tomas con servicio continuo x100 /Total de tomas activas	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	Costo de la energía eléctrica x 100 /Costos operacionales	%	64
6	Cobertura de Macro medición	Macro medidores instalando funcionando x100/ Fuentes de abastecimiento activa	%	75
7	Cobertura de micro medición	Micro medidores instalados funcionando x 100/ Tomas de agua activas registradas	%	0
8	Eficiencia física	Volumen de agua facturada x 100/Volumen de agua producida	%	55
9	Eficiencia comercial	Importe de agua recaudado x 100 /Importe de agua producido	%	65
10	Eficiencia total	Eficiencia física x eficiencia comercial	%	29
11	Costo de producción por m^3 de agua potable	Costos operacionales y administrativos/volumen extraído	$/m^3$	1.85

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, tal y como se muestra a continuación.

Capitulo 3000.- Servicios Generales (Fondos Privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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.	$300,000
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$900,000
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$1,600,000
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias	
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333
SUBTOTAL	**$4,408,333**

Capitulo 3000.- Servicios Generales (Fondos Públicos)

SERVICIOS GENERALES	PU
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000
Asesoría y capacitación en gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$800,000
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$400,000
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.	
Diagnóstico técnico: Eficiencias Física e Hidráulica	$1,000,000
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
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$500,000
Proyecto Integral de saneamiento	$2,000,000
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$100,000
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$150,000

Capitulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo aproximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333
Manómetro digital con datalogger	$5,556
Multímetro digital con datalogger	$2,222
Medidor de variables electricas en	$20,000
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778
Medidor portátil de aguas negras	$26,667
GPS	$2,222
SUBTOTAL	**$184,444**

Capitulo 6000.- Inversión Pública

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	$2,000,000
SUBTOTAL	**$2,000,000**

Inversión necesaria

Para el caso de Zimatlán de Álvarez, la inversión necesaria para la ejecución de las acciones establecidas se estima en **$14,436,111 pesos 00/MN** a ejercerse en 5 años, tal y como se muestra a continuación.

G. Programa de ejecución de acciones

Capítulo 3000. Fondos privados

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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.	$300,000	3300					$150,000	$150,000				
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$900,000	3500	$900,000									
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$1,600,000	3500	$1,600,000									
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias												
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000	3900	$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$4,408,333**		**$3,145,000**	**$613,333**	**$33,333**	**$33,333**	**$400,000**	**$183,333**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 3000. Fondos Públicos

SERVICIOS GENERALES				Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	PU	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO													
Revisión, reformulación e implantación de catalogo de cuentas en sistema contable	$80,000	$80,000	3300	$40,000	$40,000								
Asesoría en Integración de junta de gobierno y consejo consultivo ciudadano del Organismo Operador.	$100,000	$100,000	3300		$50,000	$50,000							
Asesoría y capacitación en Establecimiento de sistema comercial para el Organismo Operador	$100,000	$100,000	3300	$33,333	$33,333	$33,333							
Metodología para el establecimiento e incremento de tarifas por servicios	$100,000	$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	$10,000	$100,000	3300	$10,000	$10,000	$10,000	$10,000	$10,000	$10,000	$10,000	$10,000	$10,000	$10,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.													
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000	$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	$10,000	$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	$10,000	$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 gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador													
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$10,000	$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	$10,000	$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	$10,000	$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, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000	$800,000	3300	$400,000	$400,000								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$800,000	$800,000	3300		$400,000	$400,000							
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$400,000	$400,000	3300			$200,000	$200,000						
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000	$100,000	3300				$100,000						
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000	$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	$1,000,000	$1,000,000	3300	$500,000	$500,000								
Diagnóstico técnico: Eficiencias Energética	$200,000	$200,000	3300	$200,000									
Diagnóstico financiero, administrativo y organizacional: Sistemas de facturación, cobranza, contabilidad, padrón de usuarios, tarifas, comunicación social, etc.	$300,000	$300,000	3300			$300,000							
Diagnóstico de desarrollo institucional: Autonomía, administración de personal, formación de personal, gestión de recursos, interacción instituciones externas.	$250,000	$250,000	3300			$250,000							
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$500,000	$0	3300	$0	$0								
Proyecto Integral de saneamiento	$2,000,000	$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	$100,000	$900,000	3500	$900,000									
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$150,000	$600,000	3500	$600,000									

Capítulo 5000

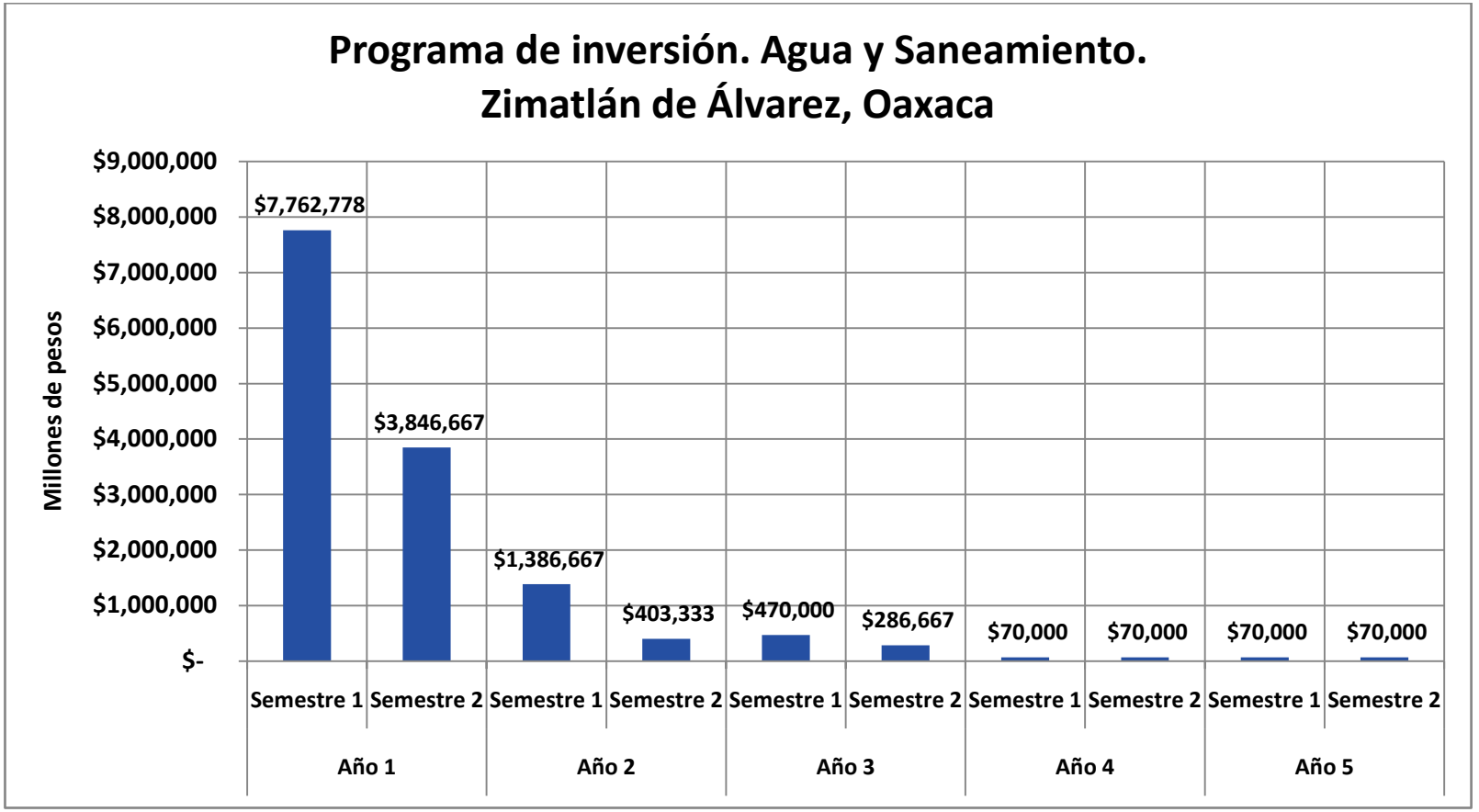
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO											
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000	$20,000									
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333	$3,333									
Manómetro digital con datalogger	$5,556	$5,556									
Multímetro digital con datalogger	$2,222	$2,222									
Medidor de variables electricas en	$20,000	$20,000									
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667	$26,667									
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778	$77,778									
Medidor portátil de aguas negras	$26,667	$26,667									
GPS	$2,222	$2,222									
SUBTOTAL	**$184,444**	**$184,444**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 6000

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

A. 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 como sigue:



Anexos 6
Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca: Ocotlán de Morelos

ANEXO C. Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca

II. Ocotlán de Morelos

A. Agua Potable.

1. Prestación de los servicios

El suministro de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de Ocotlán de Morelos, Oaxaca se proporciona a la cabecera municipal de manera independiente de las agencias[6]. 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 Agua[7]. 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 cinco pozos profundos, (ver Ilustración C -1) los cuales aportan un gasto máximo de 23.8 l/s y un gasto medio de 14.9 l/s (ver Ilustración C - 1 y Tabla C – 2). Debido al crecimiento de la mancha urbana y a su topografía, las colonias ubicadas en zonas más altas carecen del servicio,[8] por lo que su abasto se proporciona a través de tanques cisterna (pipas) que se abastecen de un pozo destinado exclusivamente para ello (Pozo Pipas de la Tabla C – 1). El Pozo 2 –no contenido en la Tabla C - 1–, actualmente se encuentra fuera de operación.

[6] 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.

[7] 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.

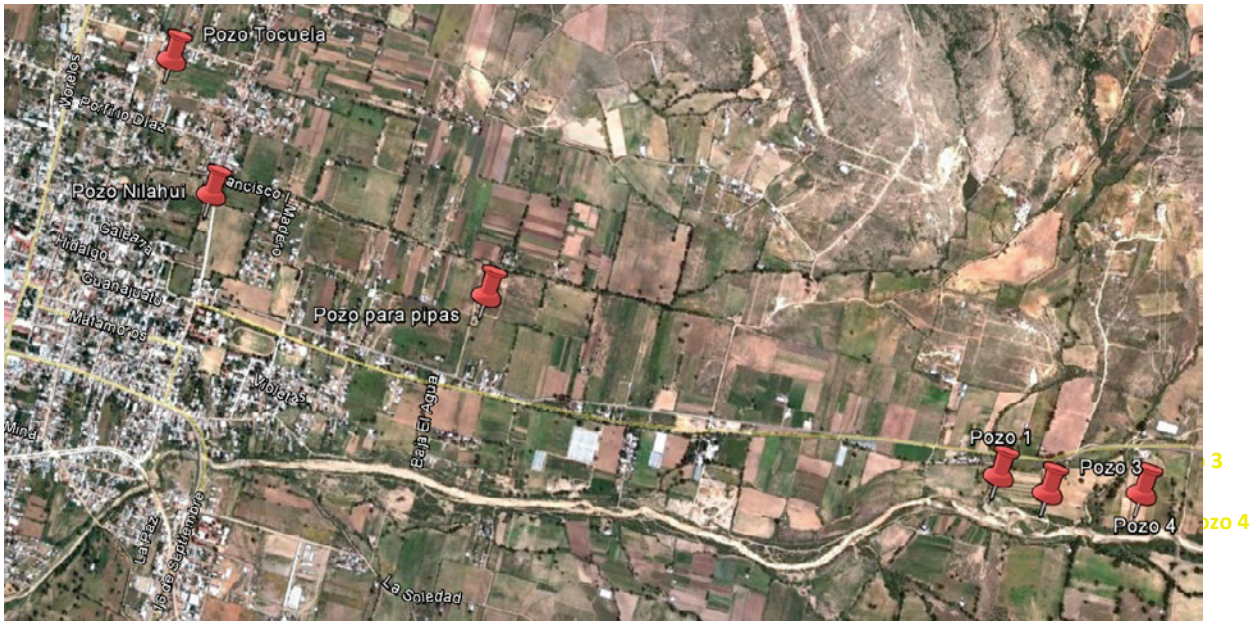
[8] En estas colonias incluso se carece de un sistema de drenaje sanitario para el desalojo de las aguas servidas, por lo que se emplean letrinas secas.

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

Pozo	Descripción del sitio	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	'	"	º	'	"
1	Antiguo camino a Santa Catarina Minas	16	47	10	96	38	32
3	Antiguo camino a Santa Catarina Minas	16	47	8	96	38	26
4	Antiguo camino a Santa Catarina Minas	16	47	8	96	38	15
Pipas	Jacarandas. Pozo para llenado de tanques cisterna (Pipas)	16	47	31	96	39	34
Nilahui	Barrio de arriba	16	47	43	96	40	8
Tocuela	Industria	16	47	59	96	40	13

El paro y arranque de los equipos electromecánicos correspondiente a los pozos 1, 3 y 4 se encuentra programado en un PLC[9], en los demás casos se hace de forma manual con un horario ya definido por parte de los operadores. Ver Tablas C – 2 y C - 3.

Ilustración C-1.
Localización de pozos



FUENTE: (Google Earth)

[9] PLC. Controlador Lógico Programable por sus siglas en inglés (*Programmable Logic Controller).* Este dispositivo es ampliamente utilizado en la automatización de equipos electromecánicos. Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar.

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

Municipio	Nombre del Pozo	Q medidor pozo	Q medidor ultrasónico	Horas de bombeo por día	Volumen extraído	Q medio (inyectado al sistema)
		l/s	l/s	hrs	m^3/día	l/s
Ocotlán de Morelos	Pozo 1	5.8	4.7	16	271.0	3.1
	Pozo 3	4.3	3.6	18	242.0	2.8
	Pozo 4	------	7.7	24	665.0	7.7
	Tocuela	------	1.8	4	26.0	0.3
	Nilahui	------	6.0	4	86.0	1.0
	TOTAL		**23.8**		**1290.0**	**14.9**

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

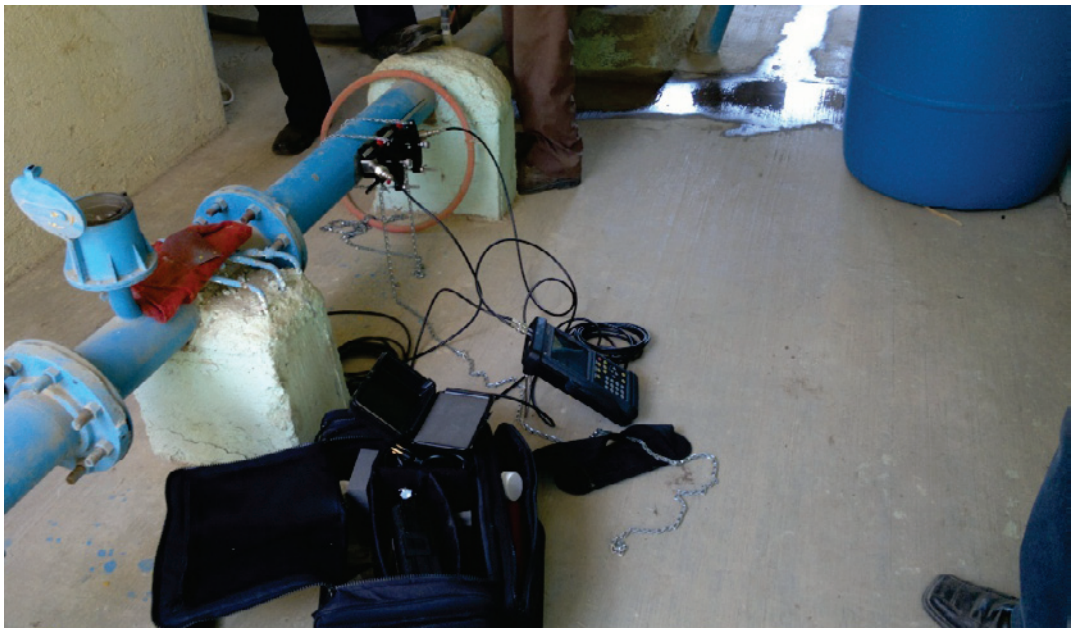
Pozo	Bomba			
	Tipo	Potencia	Profundidad	Alimentación
		Hp	m	V
1	Sumergible	10	12	240
3	Sumergible	10	15	240
4	Sumergible	15	25	240
Nilahui	Sumergible	10	78	240
Tocuela	Sumergible	10	25	240

En los trenes de descarga de los Pozos 1 y 3 se encuentra un medidor instalado de tipo hélice con errores de sobre medición de + 23%, es decir, mide un gasto mayor al real, en los demás pozos 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 una de las fuentes de abastecimiento se utilizó un medidor de tipo ultrasónico[10], este medidor cuenta con un error de ± 0.25 % y no es necesario insertarlo en la tubería para conocer el flujo, es de fácil instalación y manejo. Ver Ilustración C – 2.

[10] 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 C-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 equipos cloradores (se emplea Hipoclorito como desinfectante) instalados en los trenes de descarga de las fuentes de abastecimiento. Ver Ilustración C - 3. De manera periódica la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento 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. Sólo el pozo destinado al llenado de pipas no cuenta con equipo de desinfección, lo que representa un grave riesgo para esa parte de la población que se abastece con el agua extraída. Peligro que se adiciona al que deriva del no control de la limpieza en las pipas y, por tanto, de la calidad del agua que finalmente entregan.

Las bombas de inyección se encuentran en buen estado y funcionan adecuadamente. Asimismo, 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 y proporciona de hecho el desinfectante.

Ilustración C - 3.
Sistema de desinfección en los Pozos de Ocotlán de Morelos, 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 C - 4.

Ilustración C-4.
Tanque de regulación

En el caso de Ocotlán de Morelos, la regulación se realiza mediante dos Tanques: los tanques 1 y Tocuela. En el primer caso, éste recibe agua de los Pozos 1, 3 y 4, que aportan un gasto medio de 13.6 l/s (91 % del gasto medio inyectado a la red), y distribuye a la mayor parte de la cabecera -de manera eventual el Pozo 1 envía agua directamente a la red- , el Tanque Tocuela recibe agua del pozo con el mismo nombre (0.3 l/s) y distribuye a una sola colonia. El Pozo Nilahui inyecta agua directamente a la red (1.0 l/s). Ver Tablas C - 4 y C - 5.

Adicionalmente, existen dos Tanques de regulación (Tanques 2 y 3) que están fuera de uso debido a que se encuentran en terrenos con problemas de tenencia (Tanque 2)[11] y, de acuerdo con lo comentado por los operadores del Organismo, en el caso del Tanque 3 se debió a "recomendaciones" proporcionadas en estudios previos y a la falta de protección que impidiera que personas ajenas a las instalaciones ingresaran y ensuciaran el agua. Ver Ilustración C - 5. Ambos tanques cuentan con instalaciones que les permiten estar conectados a los pozos 1, 3 y 4.

[11] El problema es el tanque Paraje Baja el Agua, este se construyó en terrenos pertenecientes a un particular quien lo reclamó años más tarde. Debido a esto, el tanque se dejó de utilizar en la regulación de la demanda.

Tabla C - 4.
Localización de los tanques de almacenamiento

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	"	'	º	"	'
Tanque 1	Tanque superficial 1	16	47	51	96	38	41
Tanque 2	Tocuela	16	47	19	96	39	51
Tanque 3	Violetas	16	47	25	96	40	4
Tanque 4	2DA Privada Porfirio Diaz	16	47	56	96	40	14

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

Tanque	Tipo	Capacidad	Material	Edad	Estado actual
		m^3		años	
Tanque 1	Superficial	1,200	Concreto	20	En uso
Tanque 2	Elevado	40	Concreto	ND	Fuera de uso
Tanque 3	Superficial	30	Concreto	48	Fuera de uso
Tanque 4	Elevado	25	Concreto	20	En uso

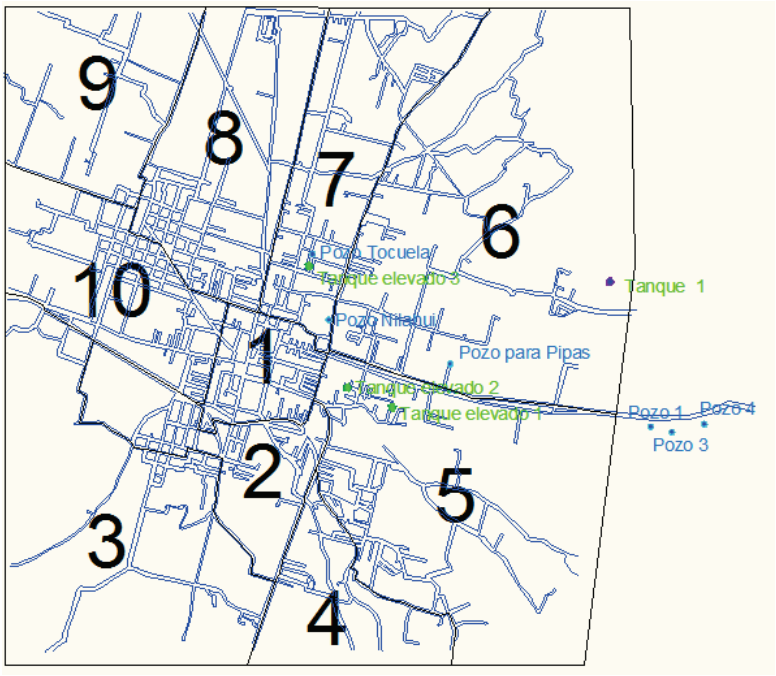
Ilustración C - 5.
Tanques elevados en desuso (Tanque 2 izquierda y tanque 3 derecha)

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 diez zonas de servicio.[12] Ver Ilustración C – 6. Cada zona recibe agua durante ocho horas cada diez 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, siendo las más desfavorables aquellas que se encuentran más alejadas de los tanques y en zonas altas. 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 estas colonias es mediante el uso de tanques cisterna (Pipas).[13].

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



[12] Una zona de servicio es un segmento de red aislado temporalmente del sistema completo de manera que sólo esa zona disponga del servicio.
[13] De acuerdo a información proporcionada por el Organismo Operador, a estas zonas se envían diez pipas de 10 m^3 de agua por día

Políticas Operativas

La operación del sistema de distribución de agua potable del municipio de Ocotlán de Morelos se muestra a continuación.

De los siete pozos que tiene a su cargo el Organismo Operador, actualmente sólo seis se encuentran en operación, de ellos sólo cinco aportan un gasto medio de 14.9 l/s a la cabecera municipal mientras que un sexto pozo, del que se extrae un gasto medio de 1.0 l/s sólo es utilizado para el llenado de tanques cisterna (Pipa) para el abasto de agua a las colonias ubicadas en zonas altas y alejadas de los tanques de regulación.

Cuatro de los cinco Pozos que alimentan el sistema de la cabecera envían a través de una línea de conducción un gasto de 13.9 l/s a dos tanques de regularización (Tanque 1 y Tanque Tocuela), los cuales distribuyen agua a gran parte de la cabecera municipal. Existen tres Tanques de Regularización que están en desuso. El Pozo Nilahui envía un gasto de 1.0 l/s directamente a la red de una sola colonia. De manera eventual el Pozo 1 inyecta agua de forma directa a la red.

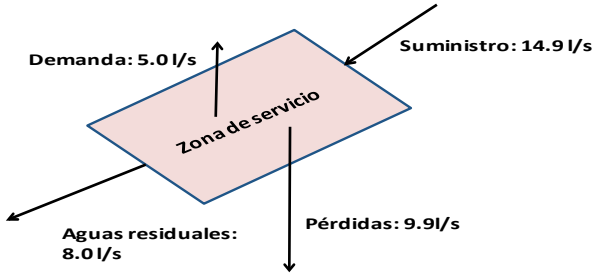
Para la distribución del agua, la red de la cabecera se ha divido en 10 zonas de servicio, cada zona recibe un gasto de 14.9 l/s durante 8 horas cada diez días, o bien 429,120 l/día. Partiendo de la hipótesis de que las personas que se ubican en cada zona de servicio guardan un volumen para satisfacer sus necesidades durante los siguientes nueve días, a cada zona le corresponde un volumen por día de 42,912 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 32,184 l/día/zona; sin embargo, cada una de las diez 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 32,184(10) = 321,840 l/día, los cuales representan 3.73 l/s que es, a su vez, el 75 % del gasto medio utilizado en el sistema, por lo que el gasto medio se incrementa a 4.98 l/s.

Por otra parte, partiendo de la medición de agua residual hecha en campo, la cual fue de aproximadamente 8.0 l/s, y considerando que a la hora de la medición (aproximadamente 12:00 horas), se tiene que el $Q_{h,} = CVH*Q_m \Rightarrow Q_m = 8.0/1.4 =$ 5.7 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 14.9 l/s al sistema, se consumen 5.0 l/s, se pierden 9.9 l/s y se vierten al drenaje 8.0 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% (9.9/14.9*100) en energía eléctrica, potabilización, manejo y distribución del agua.

Ilustración E - 7.
Balance Hidráulico

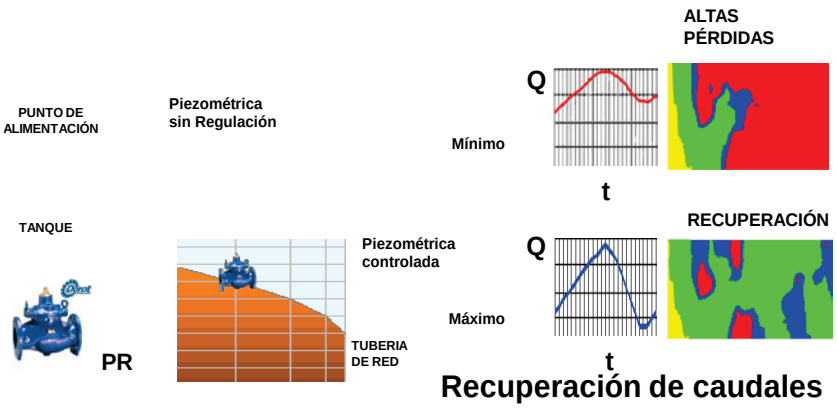


Un factor que influye directamente en la presencia y cuantía de las pérdidas en la red es la presión. De acuerdo con las mediciones hechas en campo, el desnivel entre el Tanque 1 y el centro de la cabecera municipal es de 66 m., mientras que en la parte más baja el desnivel es de hasta 86 m. La razón 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 al 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.

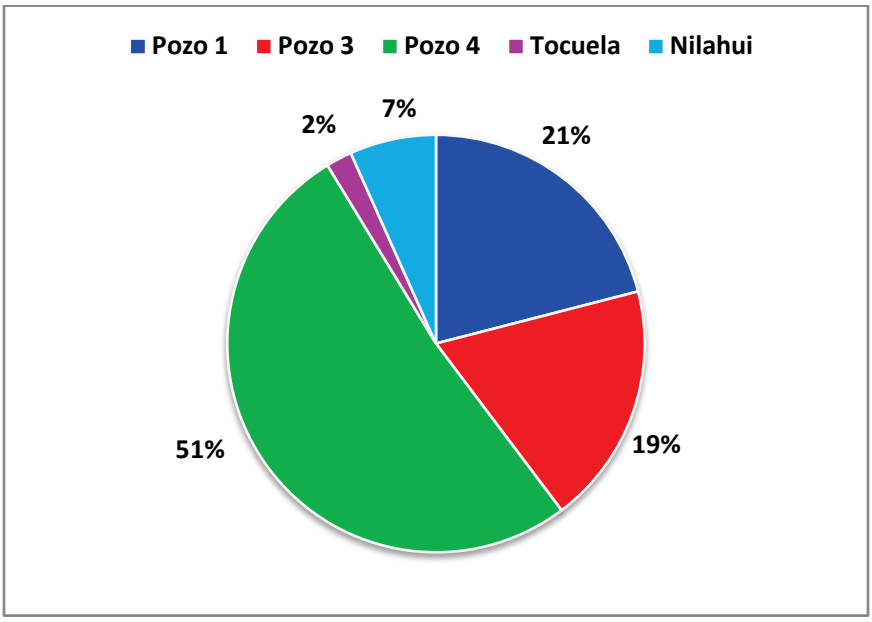
El control de presiones en los sistemas de distribución de agua potable es reconocido internacionalmente como una de las actividades clave en la reducción de las pérdidas de agua y en la disminución de la frecuencia de aparición de roturas en las redes de distribución y conexiones domiciliarias. En los 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 C – 8.

Ilustración C - 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 1, 3 y 4, siendo el Pozo 4 el que mayor gasto aporta al sistema (51% de la extracción total actual). Ver Ilustración C-9.

Ilustración C-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 por la empresa que opera la PTAR[14], a ésta llega un gasto medio de 6 l/s; sin embargo, está diseñada para tratar hasta 20 l/s. Es importante mencionar que no toda el agua residual generada llega a la planta, una parte del caudal generado no se trata. De los 6 l/s tratados, 1.2 l/s son entregados al municipio[15] para el uso en servicios públicos como baños de escuelas primarias y del mercado municipal, los 4.8 l/s restantes [16] son descargados al Río Atoyac, debido a que no le ha sido posible a la empresa construir líneas de conducción para agua residual tratada que haga factible su

[14] Compañía Minera Cuscatlán.
[15] Esta agua es entregada con calidad de acuerdo a la norma: NOM-003- SEMARNAT-1997. Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
[16] Esta agua es entregada con calidad de acuerdo a la norma: NOM-001- SEMARNAT-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales.

uso en diversos procesos debido a problemas sociales y políticos con los derechos de vía en la región.

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:

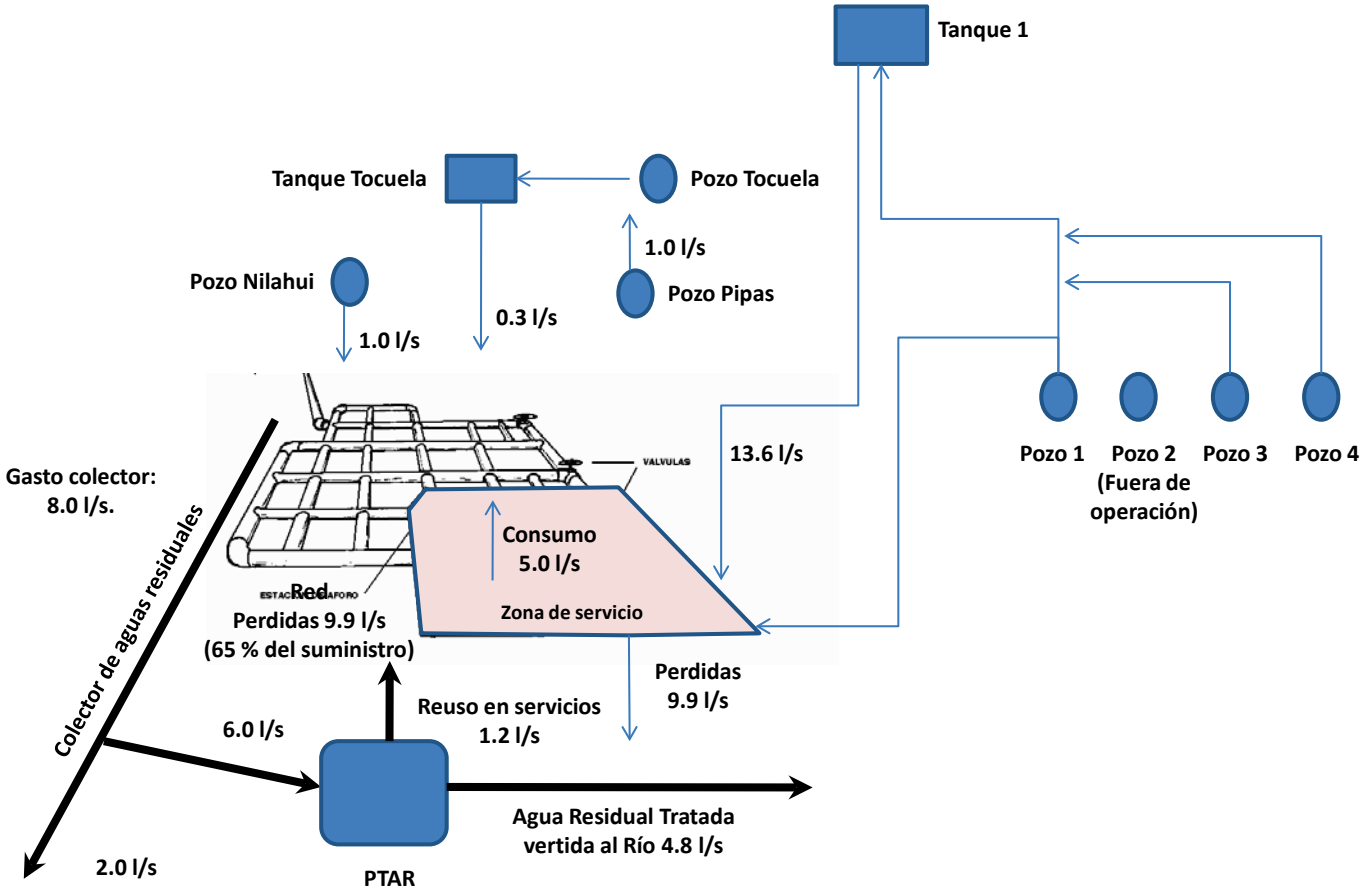
9. Existe muy poco conocimiento sobre el funcionamiento operativo de la red en el personal directivo; el conocimiento está centralizado en una sola persona (personal de base).
10. No existen planos (catastro de red), de la red de distribución de agua potable.
11. No existe un sistema de medición ni en las fuentes de abastecimiento ni en las tomas de agua.
12. No se cuenta con medidores ni registros históricos de mediciones de gasto o volumen en las fuentes y tomas de agua.
13. Se cuenta con equipos de bombeo de muy baja eficiencia, por lo que se incrementa el costo del bombeo.
14. 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.
15. Actualmente la cobertura de la red de agua potable es del 70%. La distribución a la población que no cuenta con cobertura se realiza mediante pipas.
16. El desnivel entre el tanque 1 y la población es de aproximadamente 60 m, lo que genera presiones en la red muy elevadas. Las válvulas de salida del tanque superficial no pueden operar completamente abiertas.
17. No existe padrón de usuarios.
18. No existe interés alguno de parte de la población en que sean instalados medidores, pues consideran que incrementaría el costo.
19. No hay cultura del registro estadístico, ni de la rendición de cuentas en el organismo ni en la población.

7. Tomas

No existe un padrón de usuarios; pero se sabe que existen cerca de 3,000 tomas correspondientes al servicio de agua potable y cerca de 2,000 conexiones a la red de drenaje.

8. Balance hidráulico

Balance Hidráulico. Ocotlán de Morelos, Oaxaca



De esta manera, el balance hidráulico queda establecido como se muestra tabla continuación: Se inyectan 14.9 l/s al sistema, se consumen 5.0 l/s, se pierden 9.9 l/s y se tratan 8.0 l/s. Del gasto vertido al drenaje sólo 6 l/s son tratados y 1.8 l/s son descargados al río sin tratamiento. Hay un reúso de aguas residuales tratadas en servicios públicos de 1.2 l/s mientras que los 4.8 l/s que también son tratados son vertidos al drenaje al no existir infraestructura para su reúso.

B. Drenaje y Saneamiento

1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas

7. No existe plano del catastro de la red de drenaje sanitario.
8. La cobertura de drenaje sanitario es del 60%. En las colonias sin cobertura se utilizan fosas sépticas y letrinas secas.
9. El servicio de drenaje sanitario no se cobra en la cuota
10. El diámetro de la tubería del colector que funciona como emisor principal es de 30 cm.
11. Se desconoce cómo fue calculada originalmente la red de drenaje existente.
12. Durante la 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, en la mayoría de su longitud, 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. Se sabe que el colector principal se encuentra en la calle 5 de Mayo desde el palacio municipal hasta la PTAR.

3. Descargas

La descarga en el río Ocotlán, que es un influente del río Atoyac, está controlada por el funcionamiento y políticas de operación de la PTAR; actualmente, debido a la falta de infraestructura, la PTAR no puede enviar el volumen tratado destinado al reúso en procesos mineros (en promedio 4.8 l/s), por lo que este volumen es descargado al río después del tratamiento, mezclándose con el flujo contaminado que ya trae este, por lo que el tratamiento resulta inicuo.

4. Sistema de saneamiento

Para el saneamiento del agua residual en el municipio de Ocotlán de Morelos se construyó una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), actualmente se encuentra en comodato con la Compañía Minera Cuscatlán.

El agua es tratada en la PTAR para cumplir, una parte del efluente con las normas: NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, y en una menor parte con la NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Una parte del volumen tratado en la PTAR es destinado al reúso en la actividad minera de la Compañía Minera Cuscatlán y otra parte se entrega mediante pipas al municipio para su reúso en servicios públicos. La PTAR tiene capacidad para tratar hasta 20 l/s, actualmente recibe 6 l/s después de ser tratados, un 20% se envía al municipio para su reúso y el 80% restante es vertido al río.

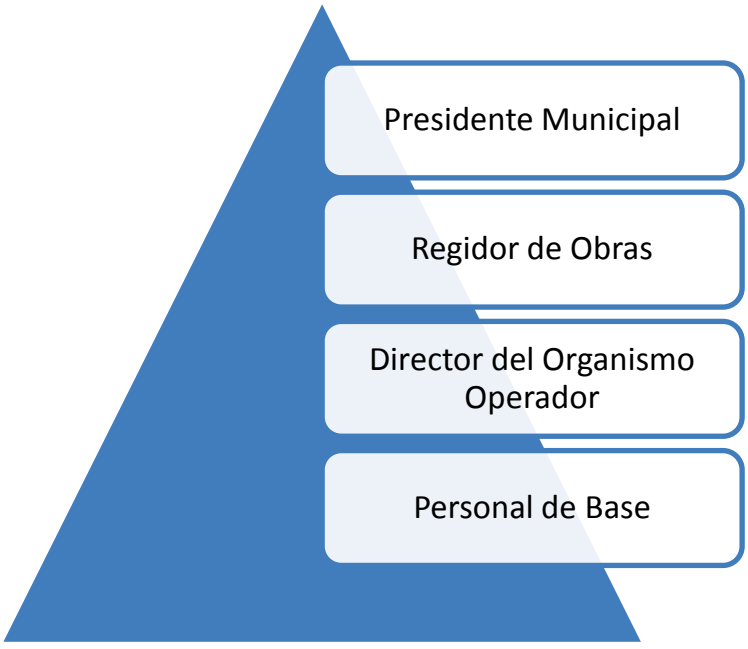
C. Estructura Organizacional

1. Organigrama y funciones

El Organismo Operador es dependiente administrativa y financieramente del ayuntamiento. En el caso de Ocotlán de Morelos, 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. Existen tres personas que son quienes operan la red de distribución, una de ellas cuenta con más de 15 años en el Organismo y es él quien conoce a detalle la mayor parte de la información que tiene que ver con el cierre y apertura de válvulas. Ver Ilustración C -10.

El Organismo Operador no cuenta con una declaración de objetivo especifico, 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. Existen problemas muy graves con personal de base.

Ilustración C - 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

IV. Tarifas por servicios de suministro de agua potable

El cobro es por cuota fija y está establecida en 280.0 $/año/usuario. Sólo el 30 % de los usuarios paga el agua.

V. 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.

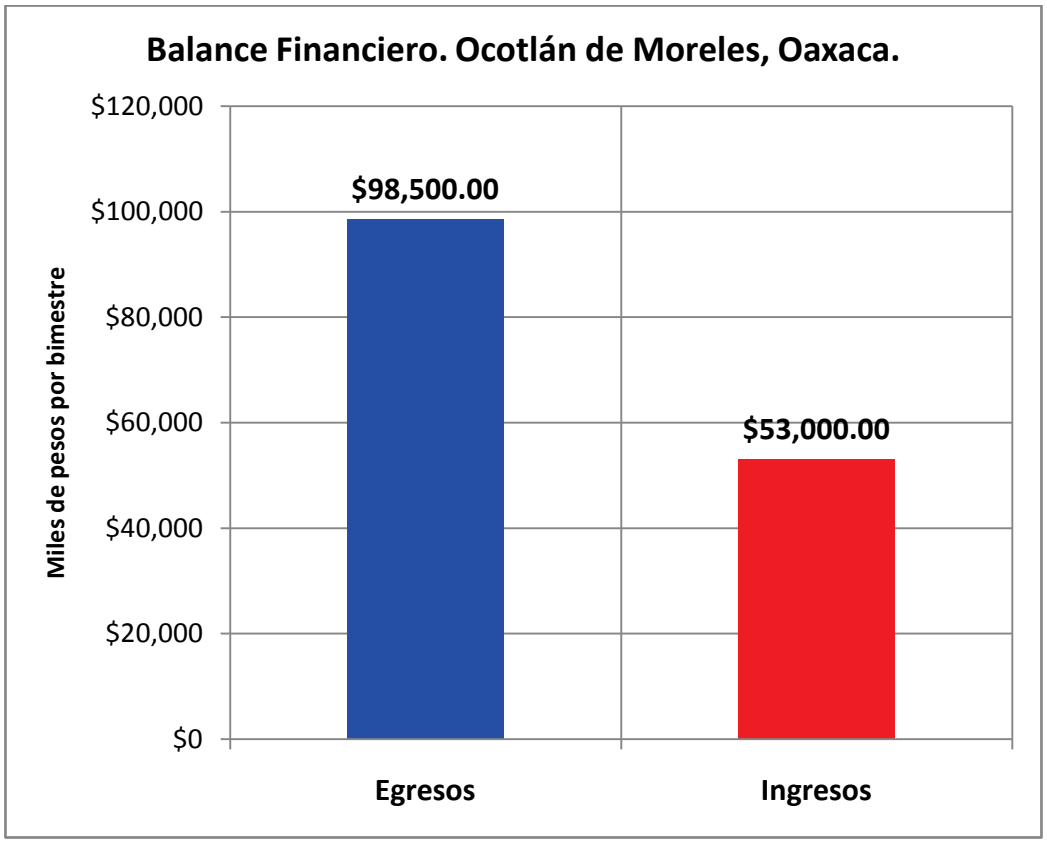
VI. Balance financiero

De acuerdo con la información que fue posible recopilar, de manera bimestral la tesorería municipal eroga en promedio $38,500 pesos para el pago de energía eléctrica que, sumados a los costos de mantenimiento y operación (estimados en

$60,000 pesos erogados principalmente en sueldos, salarios y prestaciones), el municipio eroga una cantidad cercana a los $98,500 pesos bimestrales. Considerando el nivel de recaudación (30%) y la tarifa actualmente vigente (25 $/mes), bimestralmente los ingresos del organismo operador serían del orden de $45,000 pesos, es decir, tiene un déficit de $53,000 bimestralmente. Ver Ilustración C -11. El 40 % de los egresos del Organismo Operador corresponden al pago de la energía eléctrica que consumen los equipos electromecánicos.

Traducida en pesos, la pérdida del 90 % del agua que se inyecta a la red equivale a decir que diariamente se pierden $1,470 pesos (considerando el indicador 11 de la Tabla C-7) y de manera bimestral $ 88,500 pesos.

Ilustración C - 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 C- 7.
Indicadores de gestión y evaluación.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	Población con agua potable x100/Población total	%	90
2	Cobertura de alcantarillado	Población con alcantarillado x100/Población total	%	60
3	Cobertura de tratamiento	Volumen de agua residual tratada x 100/Volumen de agua residual generada	%	40
4	Continuidad del servicio	Tomas con servicio continuo x100 /Total de tomas activas	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	Costo de la energía eléctrica x 100 /Costos operacionales	%	40
6	Cobertura de Macro medición	Macro medidores instalando funcionando x100/ Fuentes de abastecimiento activa	%	30
7	Cobertura de micro medición	Micro medidores instalados funcionando x 100/ Tomas de agua activas registradas	%	0
8	Eficiencia física	Volumen de agua facturada x 100/Volumen de agua producida	%	10
9	Eficiencia comercial	Importe de agua recaudado x 100 /Importe de agua recaudado	%	30
10	Eficiencia total	Eficiencia física x eficiencia comercial	%	3
11	Costo de producción por m^3 de agua potable	Costos operacionales y administrativos/volumen extraído	$/m^3$	1.27

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

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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	$1,000,000
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$1,600,000
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias	
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333
SUBTOTAL	**$4,208,333**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$0
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$800,000
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$400,000
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.	
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
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$500,000
Proyecto Integral de saneamiento	$0
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$1,000,000
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$600,000
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$300,000
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333
SUBTOTAL	**$6,563,333**

Capitulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333
Manómetro digital con datalogger	$5,556
Multímetro digital con datalogger	$2,222
Medidor de variables electricas en	$20,000
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778
Medidor portátil de aguas negras	$26,667
GPS	$2,222
SUBTOTAL	**$184,444**

Capitulo 6000.- Inversión Pública

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	$2,000,000
SUBTOTAL	**$2,000,000**

Inversión necesaria

Para el caso de Ocotlán de Morelos, la inversión necesaria para la ejecución de las acciones establecidas se estima en **$12,956,111 pesos 00/MN,** a ejercerse en 5 años, como se muestra a continuación.

G. Programa de ejecución de acciones

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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	$1,000,000	3500	$1,000,000									
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$1,600,000	3500	$1,600,000									
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias												
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000	3900	$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$4,208,333**		**$3,245,000**	**$613,333**	**$33,333**	**$33,333**	**$250,000**	**$33,333**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Revisión, reformulación e implantación de catalogo 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
Asesoria 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 gestion 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, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$0	3300	$0	$0								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, 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						
Georefenciación 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 rahabiliación 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	$1,000,000	3500	$1,000,000									
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$600,000	3500	$600,000									
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$300,000	3500	$150,000	$150,000								
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$6,563,333**		**$2,843,333**	**$1,543,333**	**$1,353,333**	**$370,000**	**$70,000**	**$103,333**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**

Capítulo 5000

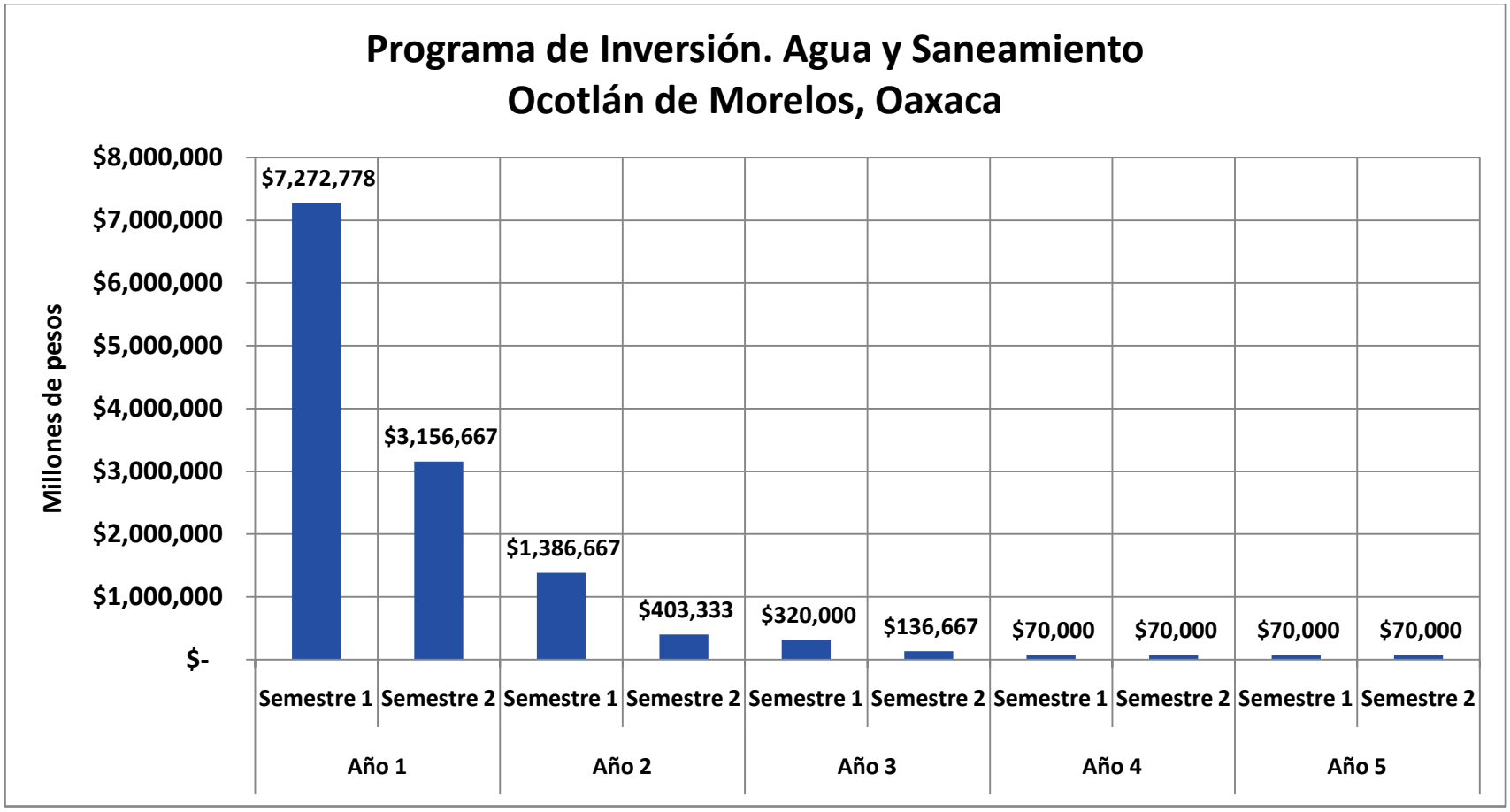
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapitulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000	5600	$20,000									
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333	5600	$3,333									
Manómetro digital con datalogger	$5,556	5600	$5,556									
Multímetro digital con datalogger	$2,222	5600	$2,222									
Medidor de variables electricas en	$20,000	5600	$20,000									
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667	5600	$26,667									
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778	5600	$77,778									
Medidor portátil de aguas negras	$26,667	5600	$26,667									
GPS	$2,222	5600	$2,222									
SUBTOTAL	**$184,444**		**$184,444**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 6000

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

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



Anexo 7. Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca: San Francisco Telixtlahuaca

ANEXO D. Diagnóstico: Organismos Operadores. Oaxaca

III. San Francisco Telixtlahuaca

A. Agua Potable.

1. Prestación de los servicios

Los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca se prestan a la cabecera municipal de manera independiente de las agencias[17]. La primera está a cargo de la Comisión Estatal de Agua (CEA) que supervisa la operación del sistema mediante un Organismo Operador con oficina en el palacio municipal, mientras que en las agencias el servicio está a cargo de un Comité de Agua[18]. 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 dos pozos profundos (ver Ilustración D -1), los cuales aportan un gasto máximo de 16 l/s y un gasto medio de 8.6 l/s, (ver Ilustración D - 1 y Tabla D – 2). Debido al crecimiento de la mancha urbana, las colonias ubicadas en la zona de Piedra Blanca carecen del servicio, en estos sitios el mismo se brinda mediante tanques cisterna (pipas) a cargo de la CEA. El Pozo 2 – no contenido en la Tabla D - 1– se encuentra fuera de operación.

[17] 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.

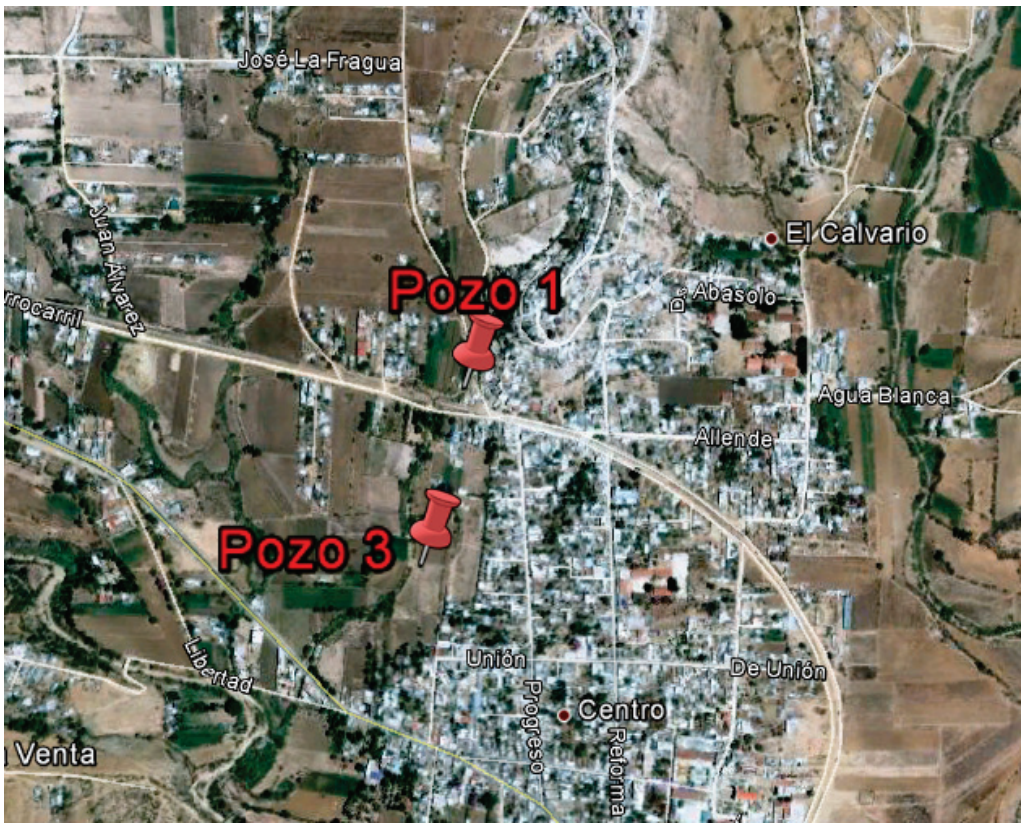
[18] Este comité de Agua es independiente al Organismo Operador administrativa y financieramente. Es importante comentar que algunas agencias no cuentan con drenaje ni saneamiento de las aguas servidas. En algunos casos, incluso la infraestructura hidráulica está en desuso.

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

Pozo	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	"	°	'	"
1	El Calvario	17	18	4	96	54	26
3	Independencia	17	17	56	96	54	29

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

Ilustración D - 1.
Localización de pozos



FUENTE: (Google Earth)

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

Municipio	Nombre del Pozo	Q medidor pozo	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
San Francisco Telixtlahuaca	Pozo 1	12.0	11.30	6.19	12.00	488.16	5.7
	Pozo 3	------	4.70	------	15.00	253.80	2.9
	Total		16.00			741.96	8.6

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

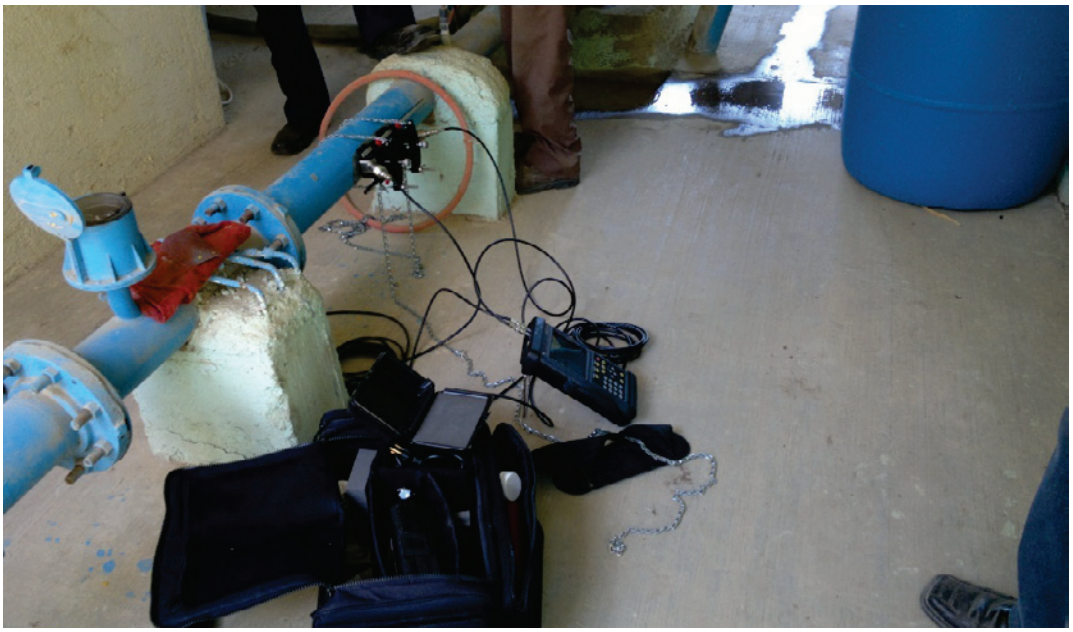
Pozo	Bomba			
	Tipo	Potencia	Profundidad	Alimentación
		Hp	m	V
1	Sumergible	30	56	220
3	Sumergible	25	43	440

En el tren de descarga del Pozo 1 se encuentra un medidor instalado de tipo hélice con errores de sobre medición de + 6.2 %, es decir, mide un gasto mayor al real, en el Pozo 3 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 ultrasónico[19], que 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 D – 2).

[19] 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 D - 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 D – 3. De manera periódica la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento 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. 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 D - 3.
Sistema de desinfección en los Pozos de San Francisco Telixtlahuaca, 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 D – 4.

Ilustración D - 4.
Tanques de regulación

San Francisco Telixtlahuaca la regulación se realiza mediante dos Tanques ubicados en la zona alta de la cabecera (1750 msnm[20]). Reciben agua de la línea principal de conducción proveniente de los pozos y distribuyen a la mayor parte de la cabecera. Ver Tablas D - 4 y D - 5.

Tabla D - 4.
Localización de los tanques de almacenamiento

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	"	°	'	"
Tanques	El Calvario	17	18	7	96	54	22
PTAR	2 de Abril	17	17	23	96	54	26

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

Tanque	Tipo	Capacidad	Material	Edad	Estado actual
		m^3		años	
1 Norte	Superficial	150	Concreto	----	En uso
2 Sur	Superficial	2507	Concreto	----	En uso

[20] msnm: metros sobre el nivel del mar

5. Distribución y Políticas operativas

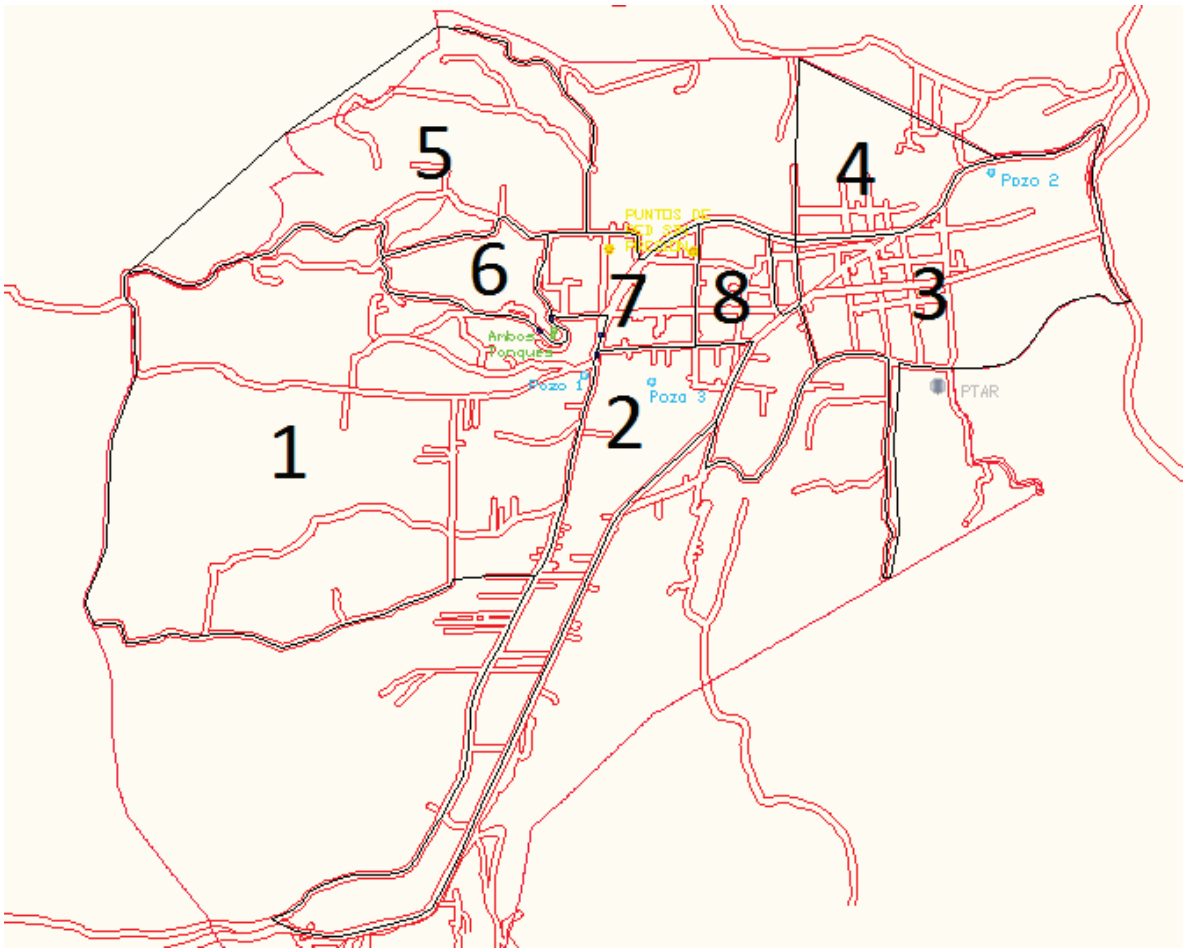
Distribución

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 ocho zonas de servicio.[21] Ver Ilustración D – 5. A cada zona se le brinda servicio de agua potable cada tercer día y, en promedio, durante 4 horas.

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. Esta forma de operar la red resulta muy desgastante para las tuberías debido a que reduce su vida útil hasta diez veces (Lambert, 2000).

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

Ilustración D - 5.



Zonas de servicio en Ocotlán de Morelos

Políticas Operativas

La operación del sistema de distribución de agua potable del municipio de San Francisco Telixtlahuaca se describe a continuación.

Los dos pozos que tiene a su cargo el Organismo Operador aportan un gasto medio de 8.6 l/s a la cabecera municipal, este gasto es conducido a los dos tanques de regulación. Para la distribución del agua la red de la cabecera se ha divido en ocho zonas de servicio. Ver Tabla D – 7, cada zona recibe un gasto de 8.6 l/s durante 4 horas cada ocho días, o bien 123,840 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 siete días, a cada zona le corresponde un volumen por día de 15,480 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 11,610 l/día/zona; sin embargo, cada una de las ocho 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 11,610(8) = 92,880 l/día = 321,840 l/día los cuales representan 1.1 l/s que es el 75 % del gasto medio utilizado en el sistema, por lo que el gasto medio se incrementa a 1.5 l/s.

Por otra parte, partiendo de la medición de agua residual hecha en campo, la cual fue de aproximadamente 4.5 l/s, y considerando que a la hora de la medición (aproximadamente 18:00 horas) se tiene que el $Q_{h,} = CVH*Q_m \Rightarrow Q_m = 4.5/1.1 = 4.0$ 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.

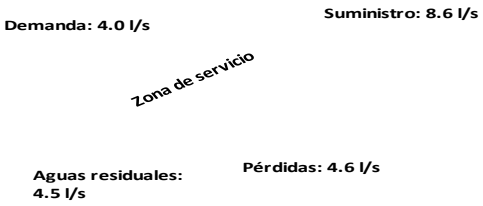
De esta manera, el balance hidráulico queda establecido como se muestra tabla continuación: Se inyectan 8.6 l/s al sistema, se consumen 4.0 l/s, pierden 4.6 l/s y se vierten al drenaje 4.5 l/s. El nivel de pérdidas representa de acuerdo a esta información el 53 % del suministro. Lo anterior se traduce para el Organismo y/o el Municipio en un sobre costo de más del 50% (4.6/8.6*100) en energía eléctrica, potabilización, manejo y distribución del agua.

Tabla D - 7.
Horarios de servicio para cada zona.

Zona de servicio	Día							Horario de servicio	
	L	M	M	J	V	S	D	Inicial	Final
1		*		*		*		5:00	9:00
2	*		*		*			15:00	18:00
3	*		*		*			4:00	10:00
4	*		*		*			10:00	13:00
5	*		*		*			13:00	18:00
6		*		*		*		16:00	18:00
7		*		*		*		13:00	16:00

8		*		*		*		9:00	13:00

Ilustración D - 6.
Balance Hidráulico por zona de servicio.



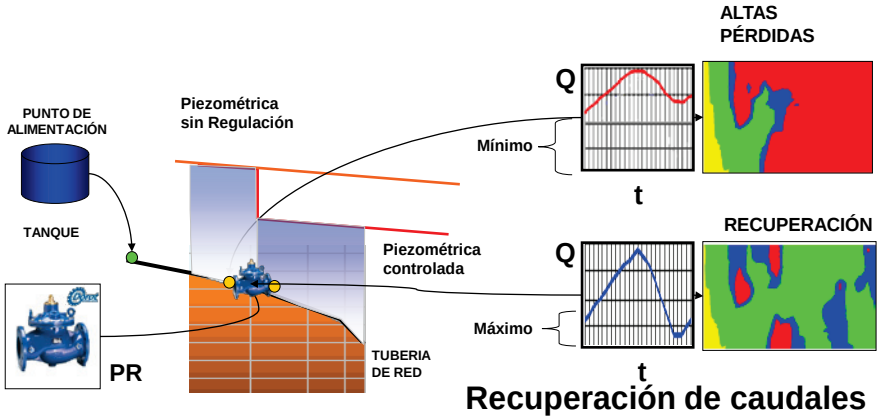
De acuerdo con las mediciones hechas en campo, el desnivel entre los tanques y el centro de la cabecera municipal es de 20 m., mientras que en la parte más baja el desnivel es de hasta 40 m. La razón de darle importancia al desnivel entre el tanque y algunos puntos de la red es que la magnitud de la presión está en función de este: entre mayor sea al desnivel entre los tanques y la red, mayor será la presión en ese punto. La caída de presión en longitudes cortas de tubería sugiere la existencia de fugas, en la red del municipio se llegan a perder 20 mca en 325 m. Ver Ilustración D - 7. La variación de fugas con las presiones puede ser tan significativa que su relación se puede representar con una función potencial.

Ilustración D - 7.
Puntos de la red sin presión.

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 D – 8.

Ilustración D - 8.

Efecto de control de presiones en una red de distribución.



FUENTE: INDAGA. 2010

Sistema de drenaje sanitario

Las aguas servidas se vierten a un sistema de drenaje convencional que las conduce a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). De acuerdo con información proporcionada por el organismo operador, la PTAR actualmente se encuentra fuera de operación por rehabilitación. De acuerdo a estimaciones, el caudal que llega a la Planta de Tratamiento varía entre 6 y 8 l/s, los cuales actualmente se vierten al río Atoyac sin tratamiento alguno.

6. Principales problemas asociados al suministro de agua potable

Los principales problemas identificados en la prestación del servicio de agua potable en el municipio San Francisco Telixtlahuaca son:

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

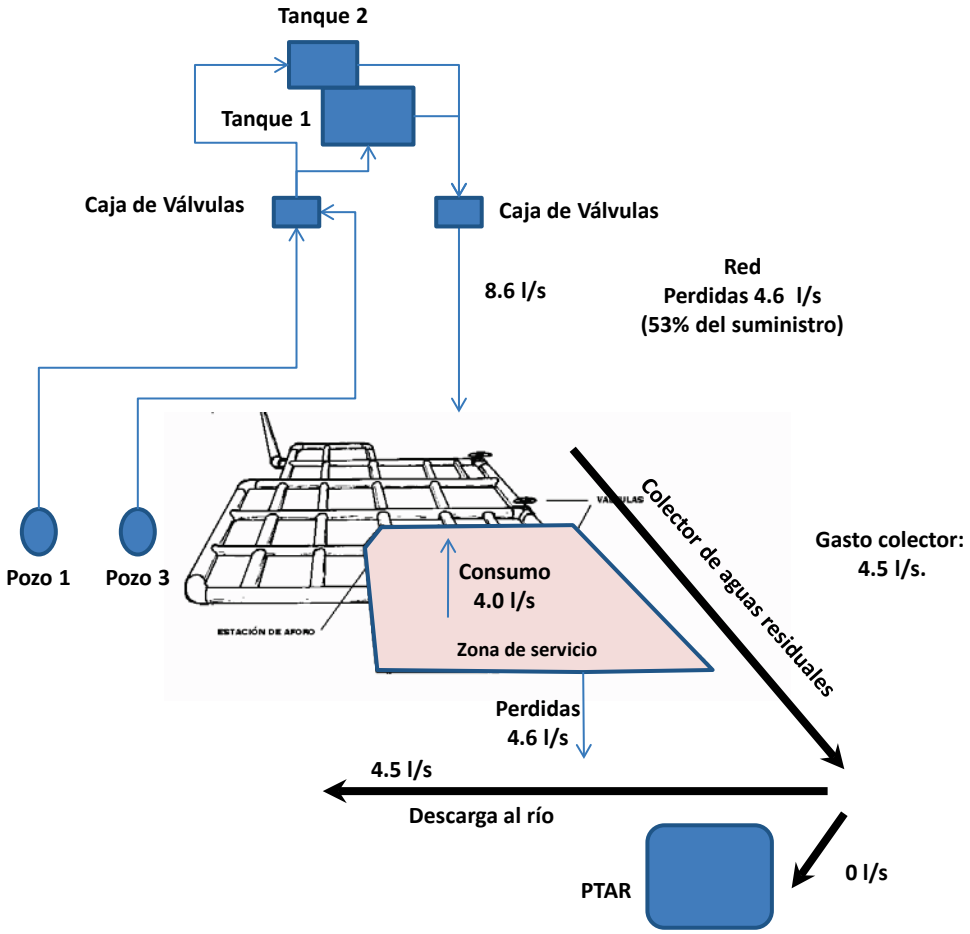
21. No existe un sistema de medición ni en las fuentes de abastecimiento ni en las tomas de agua.
22. No se cuenta con medidores ni registros históricos de mediciones de gasto o volumen en las fuentes y tomas de agua.
23. Se cuenta con equipos de bombeo de muy baja eficiencia, por lo que se incrementa el costo del bombeo.
24. Se cuenta con una red de tubería muy vieja y en malas condiciones, propiciando el incremento de fugas no superficiales y el consecuente costo inútil de bombeo y manejo.
25. Actualmente la cobertura de la red de agua potable es del 80%. La distribución a la población que no cuenta con cobertura se realiza mediante pipas.
26. No existe padrón de usuarios.
27. No existe interés alguno de parte de la población en que sean instalados medidores, pues consideran que incrementaría el costo por el servicio.
28. La red creció sin planeación, por lo que existen zonas con diámetros insuficientes.
29. La falta de cultura de manejo del agua propicia el desperdicio de la misma.
30. No hay cultura del registro estadístico, ni de la rendición de cuentas en el organismo ni en la población.

7. Tomas

En el padrón de usuarios del municipio de San Francisco Telixtlahuaca se encuentran registradas 1620 tomas. El Organismo Operador cobra por otorgar el servicio de agua potable y alcantarillado una cuota fija de $35 mensuales.

1. Balance hidráulico

Balance Hidráulico. San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca



De esta manera, el balance hidráulico queda establecido como se muestra en la siguiente tabla: Se inyectan 8.6 l/s al sistema, se consumen 4.0 l/s, se pierden 4.6 l/s y se vierten al drenaje 4.5 l/s, los cuales son vertidos al río Atoyac sin tratamiento.

B. Drenaje y Saneamiento

1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas

13. No existe plano del catastro de la red de drenaje sanitario.
14. La cobertura de drenaje sanitario es del 71%. En las colonias sin cobertura se utilizan fosas sépticas y letrinas secas.
15. El servicio de drenaje sanitario no se cobra en la cuota.
16. El diámetro de la tubería del colector que funciona como emisor principal es insuficiente.
17. Se desconoce cómo fue calculada originalmente la red de drenaje existente.
18. 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 de alguna manera contaminan las tuberías de agua potable "vacías" sin presión que lo evite.
19.

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 en el río Yutendahui, que es un influente del río Atoyac, se realiza sin tratamiento previo.

4. Sistema de saneamiento

La PTAR fue construida pero no fue estabilizada y actualmente se encuentra en remodelación. No se obtuvo mayor información.

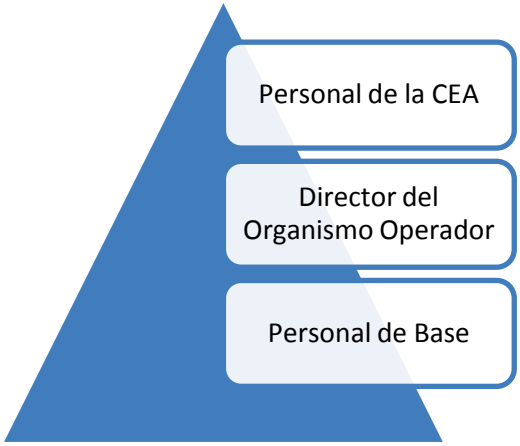
C. Estructura Organizacional

1. Organigrama y funciones

El Organismo Operador es dependiente administrativa y financieramente de la Comisión Estatal del Agua (CEA). En el caso de San Francisco Telixtlahuaca, el responsable del servicio ante la CEA es el Administrador encargado de la oficina de Servicios de Agua Potable, de manera jerárquica, quien tiene a su cargo la operación de la infraestructura hidráulica. Existen tres personas que son quienes operan la red de distribución. Ver Ilustración D -10.

El Organismo Operador no cuenta con una declaración de objetivo especifico, 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. Existen problemas muy graves con personal de base.

Ilustración D - 10.
Estructura Organizacional del Organismo Operador.



No existe 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

Esta información no pudo ser obtenida.

D. Esquema financiero y tarifario

VII. Tarifas por servicios de suministro de agua potable

El cobro es por cuota fija y está establecida en 420.0 $/año/usuario. Sólo el 25 % de los usuarios paga el agua.

VIII. Estadística de consumos e ingresos mensuales y anuales

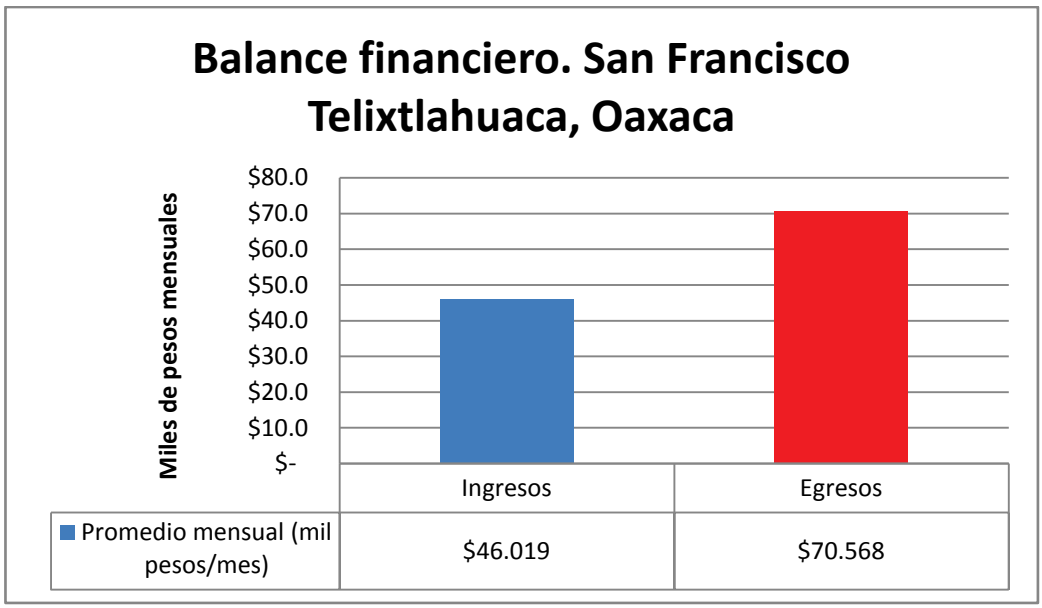
No se cuenta con históricos de esta información; pero se sabe que, en forma indirecta, esta información se encuentra dispersa dentro del sistema contable de la tesorería municipal.

IX. Balance financiero

De acuerdo con la información que fue posible recopilar, de manera mensual el Organismo Operador eroga en promedio $20,600 pesos para el pago de energía eléctrica que, sumados a los costos de mantenimiento y operación (estimados en $60,000 pesos erogados principalmente en sueldos, salarios y prestaciones), el Organismo Operador eroga una cantidad cercana a los $80,600 pesos mensuales. Considerando el nivel de recaudación (25%), la tarifa actualmente vigente (35 $/mes) y los ingresos por concepto de conexión y rezago, mensualmente los ingresos del organismo operador serían del orden de $46,000 pesos mensuales, es decir, tiene un déficit de $34,600 mensualmente. Ver Ilustración A-11.

Traducida en pesos, la pérdida del 42% del agua que se inyecta a la red equivale a decir que diariamente se pierden $1,240 pesos (considerando el indicador 11 de la Tabla D-7) y de manera mensual $ 37,220 pesos.

Ilustración D - 11.
Balance Financiero. Organismo Operador de San Francisco Telixtlahuaca, 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 D- 7.
Indicadores de gestión y evaluación.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	Población con agua potable x100/Población total	%	80
2	Cobertura de alcantarillado	Población con alcantarillado x100/Población total	%	70.5
3	Cobertura de tratamiento	Volumen de agua residual tratada x 100/Volumen de agua residual generada	%	0
4	Continuidad del servicio	Tomas con servicio continuo x100 /Total de tomas activas	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	Costo de la energía eléctrica x 100 /Costos operacionales	%	41
6	Cobertura de Macro medición	Macro medidores instalando funcionando x100/ Fuentes de abastecimiento activa	%	50
7	Cobertura de micro medición	Micro medidores instalados funcionando x 100/ Tomas de agua activas registradas	%	0
8	Eficiencia física	Volumen de agua facturada x 100/Volumen de agua producida	%	25
9	Eficiencia comercial	Importe de agua recaudado x 100 /Importe de agua producida	%	52
10	Eficiencia total	Eficiencia física x eficiencia comercial	%	13
11	Costo de producción por m^3 de agua potable	Costos operacionales y administrativos/volumen extraído	$/m^3$	2.29

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 de agrupan en capítulos contables, como se muestra a continuación

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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	$400,000
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$800,000
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias	
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333
SUBTOTAL	**$2,808,333**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$0
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$800,000
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$400,000
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.	
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
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$500,000
Proyecto Integral de saneamiento	$0
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$400,000
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$300,000
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$165,000
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333
SUBTOTAL	**$5,528,333**

Capitulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333
Manómetro digital con datalogger	$5,556
Multímetro digital con datalogger	$2,222
Medidor de variables electricas en	$20,000
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778
Medidor portátil de aguas negras	$26,667
GPS	$2,222
SUBTOTAL	**$184,444**

Capitulo 6000.- Inversión Pública

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	$1,000,000
SUBTOTAL	**$1,000,000**

Inversión necesaria Plan de Acción

Para el caso de San Francisco Telixtlahuaca, la inversión necesaria para la ejecución de las acciones establecidas se estima en **$9,521,111 pesos 00/MN** a ejercerse en 5 años, como se muestra a continuación.

G. Programa de ejecución de acciones

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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	$400,000	3500	$400,000									
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$800,000	3500	$800,000									
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias												
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000	3900	$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$2,808,333**		**$1,845,000**	**$613,333**	**$33,333**	**$33,333**	**$250,000**	**$33,333**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Revisión, reformulación e implantación de catalogo 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
Asesoria 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 gestion 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, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$0	3300	$0	$0								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, 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						
Georefenciación 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 rahabiliación 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	$400,000	3500	$400,000									
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 datalloger incluido.	$165,000	3500	$82,500	$82,500								
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$5,528,333**		**$1,875,833**	**$1,475,833**	**$1,353,333**	**$370,000**	**$70,000**	**$103,333**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**

Capítulo 5000

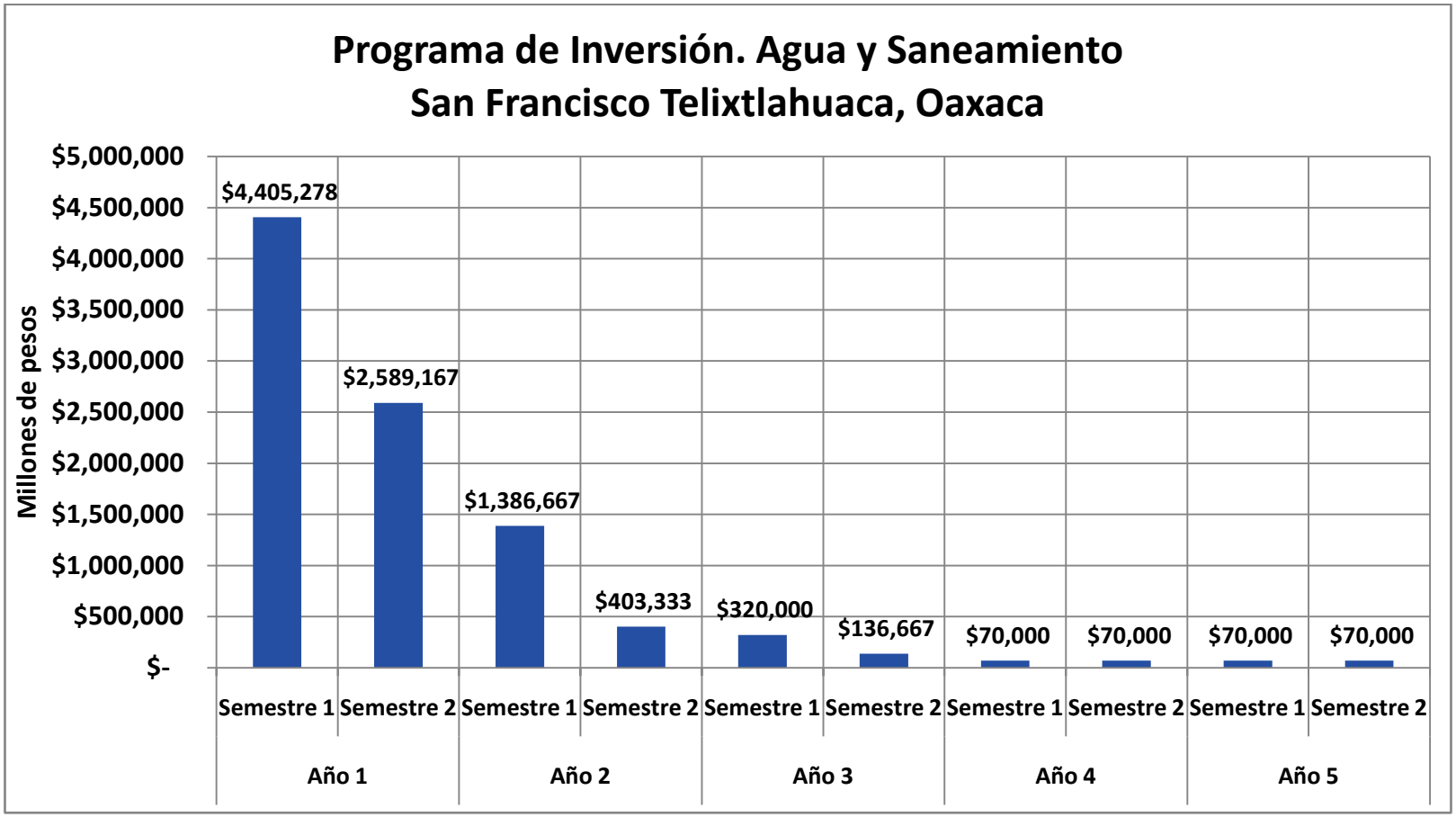
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapitulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000	5600	$20,000									
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333	5600	$3,333									
Manómetro digital con datalogger	$5,556	5600	$5,556									
Multímetro digital con datalogger	$2,222	5600	$2,222									
Medidor de variables electricas en	$20,000	5600	$20,000									
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667	5600	$26,667									
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778	5600	$77,778									
Medidor portátil de aguas negras	$26,667	5600	$26,667									
GPS	$2,222	5600	$2,222									
SUBTOTAL	**$184,444**		**$184,444**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 6000

INVERSIÓN PÚBLICA			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapitulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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								
SUBTOTAL	**$1,000,000**		**$500,000**	**$500,000**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

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



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)[22]. 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[23]. 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.

[22] 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.
[23] Este comité de Agua es independiente al Organismo Operador administrativa y financieramente.

Pozo	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	'	"	º	'	"
----	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^3/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
	Σ		**63.00**		**4,374.00**	**50.63**

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

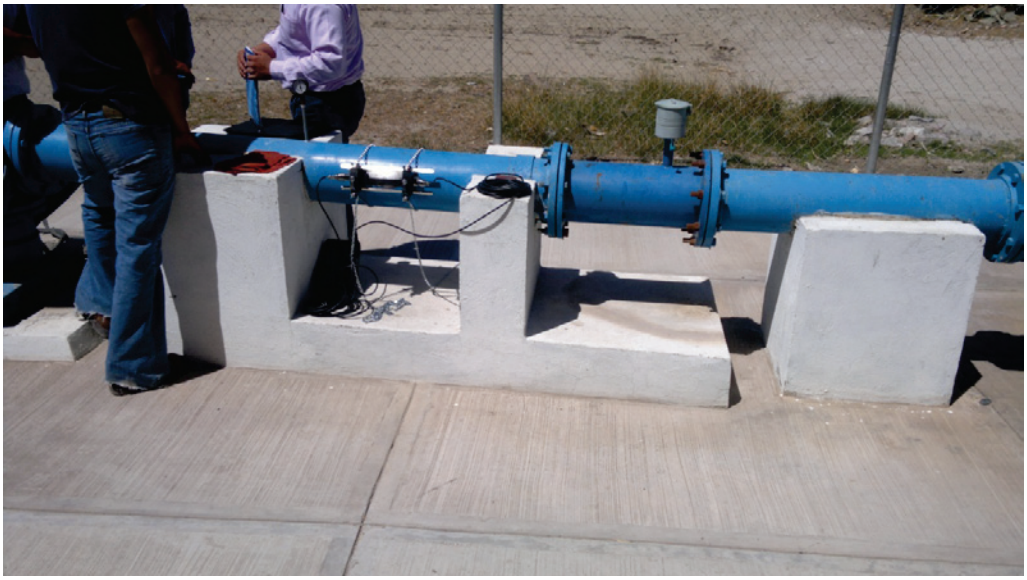
Pozo	Bomba			
	Tipo	Potencia	Profundidad	Alimentación
		Hp	m	V
1	Sumergible	90	48	440
Manantial		25	sup	440

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[24]. 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.

[24] 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.

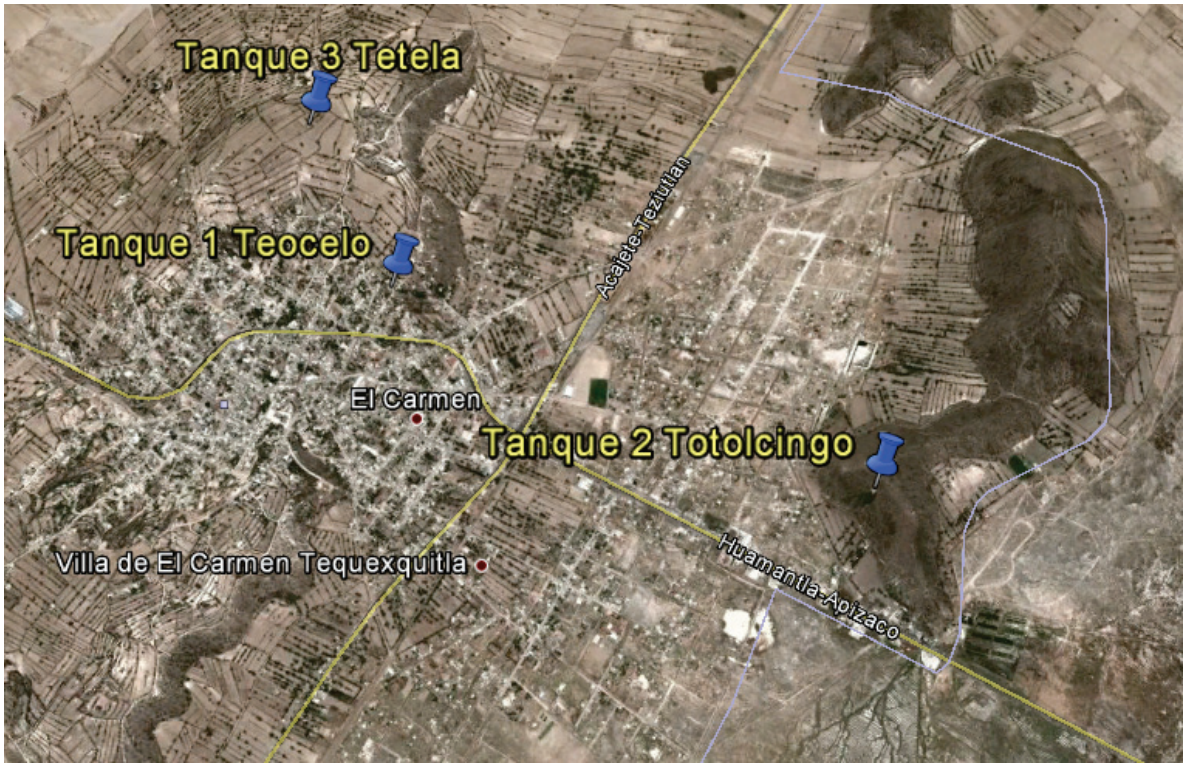
Tabla E-4.
Localización de los Tanques de Regulación

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	'	"	º	'	"
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	Material	Edad	Estado físico	Estado actual
		m3		años		
1	Teocelo	700	Concreto	20	90%	En uso
2	Totolcingo	500	Concreto	20	90%	En uso
3	Tetela	850	Concreto	20	90%	En uso

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



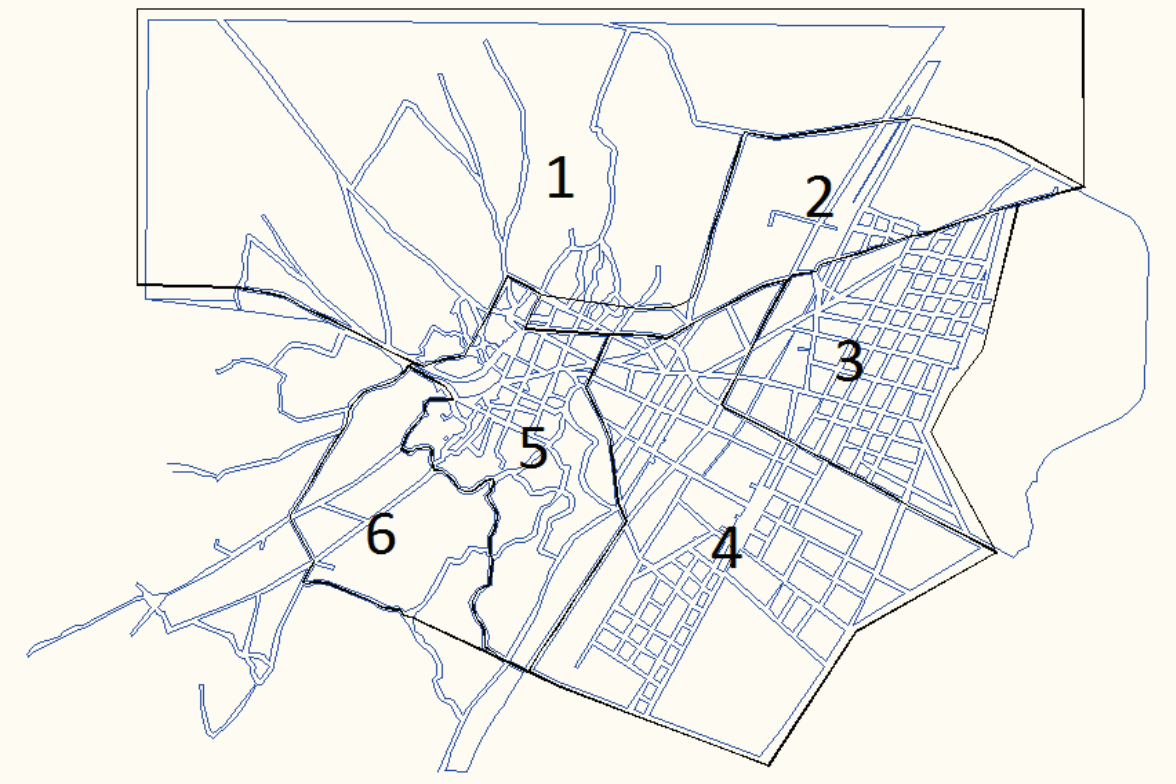
5. Distribución y Políticas operativas

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.[25] 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



[25] 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	Totolzingo
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 Totolcingo 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 divido 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

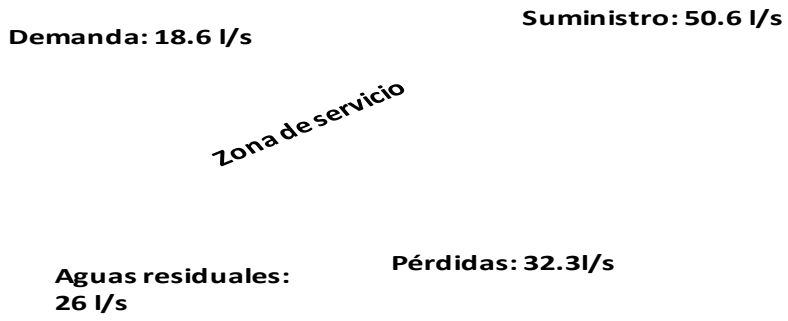
representan 9.5 l/s y que es el 75 % del gasto medio utilizado en el sistema, por lo que el gasto medio se incrementa a 12.7 l/s.

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

.

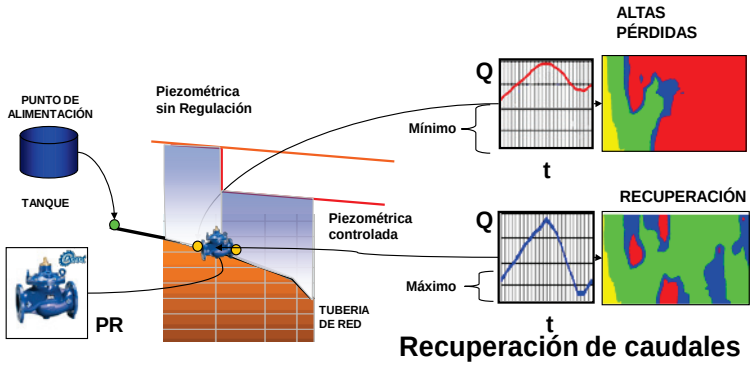


Un factor que influye directamente en la presencia y cuantía de las pérdidas en la red es la presión. De acuerdo con las mediciones hechas en campo, el desnivel entre el Tanque 3, Tetela, y la zona centro de la cabecera municipal es de 70 m.,

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 al 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 agu, 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.

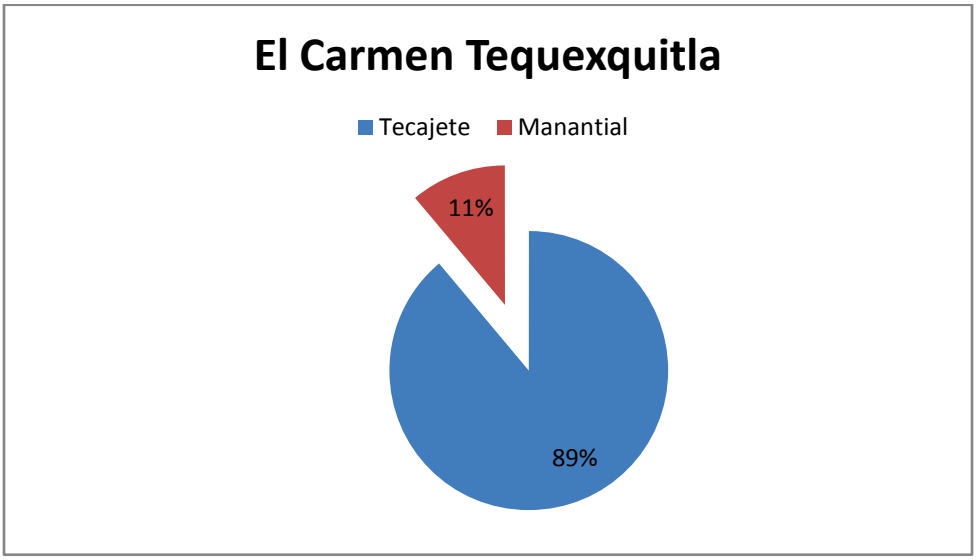
Ilustración E - 8.
Efecto de control de presiones en una red de distribución.



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.

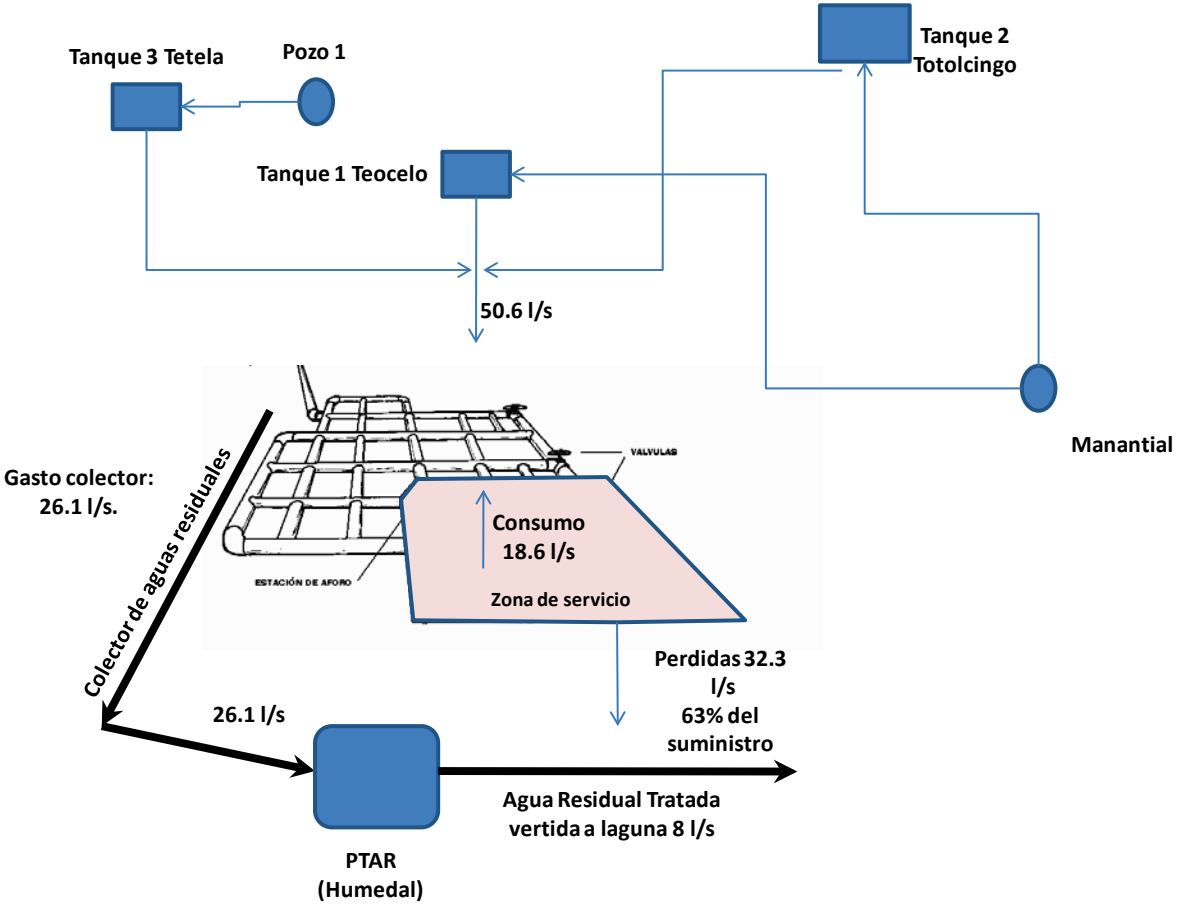
7. Tomas

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.

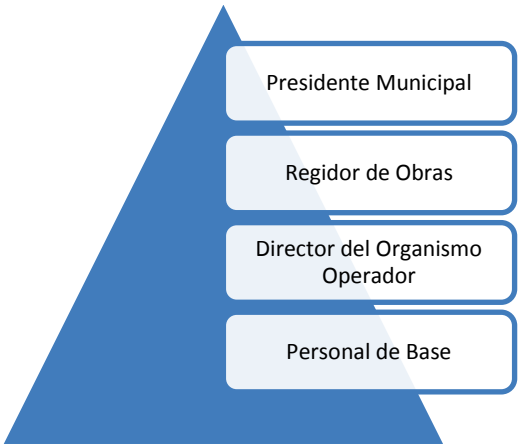
C. Estructura Organizacional

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 especifico, 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

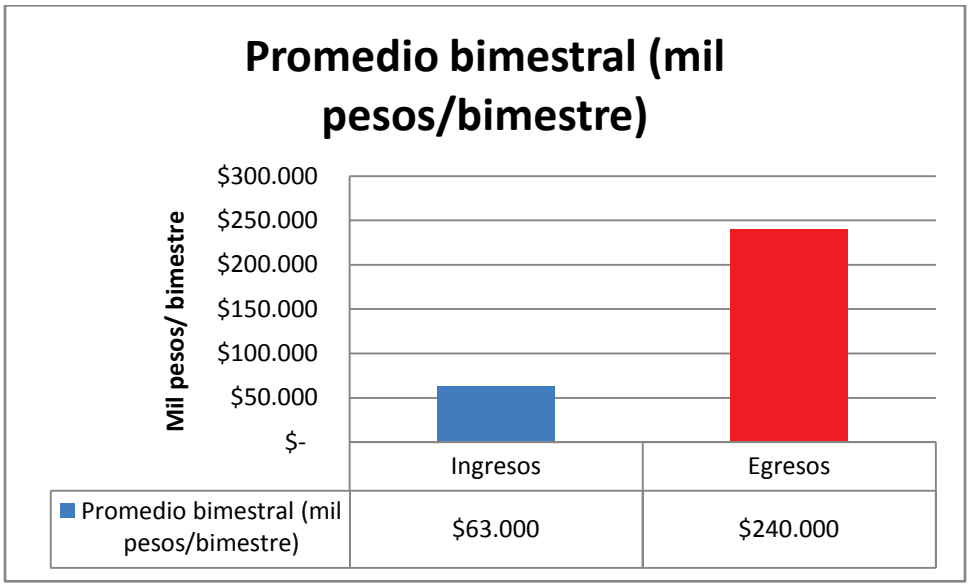
No se cuenta con históricos de esta información pero se sabe que, en forma indirecta, el sistema contable se encuentra en la tesorería municipal.

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.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	Población con agua potable x100/Población total	%	90
2	Cobertura de alcantarillado	Población con alcantarillado x100/Población total	%	85
3	Cobertura de tratamiento	Volumen de agua residual tratada x 100/Volumen de agua residual generada	%	12
4	Continuidad del servicio	Tomas con servicio continuo x100 /Total de tomas activas	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	Costo de la energía eléctrica x 100 /Costos operacionales	%	50
6	Cobertura de Macro medición	Macro medidores instalando funcionando x100/ Fuentes de abastecimiento activa	%	0
7	Cobertura de micro medición	Micro medidores instalados funcionando x 100/ Tomas de agua activas registradas	%	0
8	Eficiencia física	Volumen de agua facturada x 100/Volumen de agua producida	%	10
9	Eficiencia comercial	Importe de agua recaudado x 100 /Importe de agua recaudado	%	30
10	Eficiencia total	Eficiencia física x eficiencia comercial	%	.15
11	Costo de producción por m^3 de agua potable	Costos operacionales y administrativos/volumen extraído	$/m^3$	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

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias	
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$100,000
SUBTOTAL	**$2,975,000**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$0
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$800,000
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$400,000
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.	
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
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$500,000
Proyecto Integral de saneamiento	$0
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$500,000
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$300,000
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$215,000
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$100,000
SUBTOTAL	**$5,745,000**

Capitulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
SUBTOTAL	**$553,333**

Capitulo 6000.- Inversión pública

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	$1,000,000
SUBTOTAL	**$1,000,000**

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

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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									
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias												
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000	3900	$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$100,000	3300						$100,000				
SUBTOTAL	**$2,975,000**		**$1,945,000**	**$613,333**	**$33,333**	**$33,333**	**$250,000**	**$100,000**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Revisión, reformulación e implantación de catalogo 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
Asesoria 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 gestion 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, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$0	3300	$0	$0								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, 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						
Georefenciación 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 rahabiliación 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 datalloger incluido.	$215,000	3500	$107,500	$107,500								
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$100,000	3300						$100,000				
SUBTOTAL	**$5,745,000**		**$2,000,833**	**$1,500,833**	**$1,353,333**	**$370,000**	**$70,000**	**$170,000**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**

Capítulo 5000

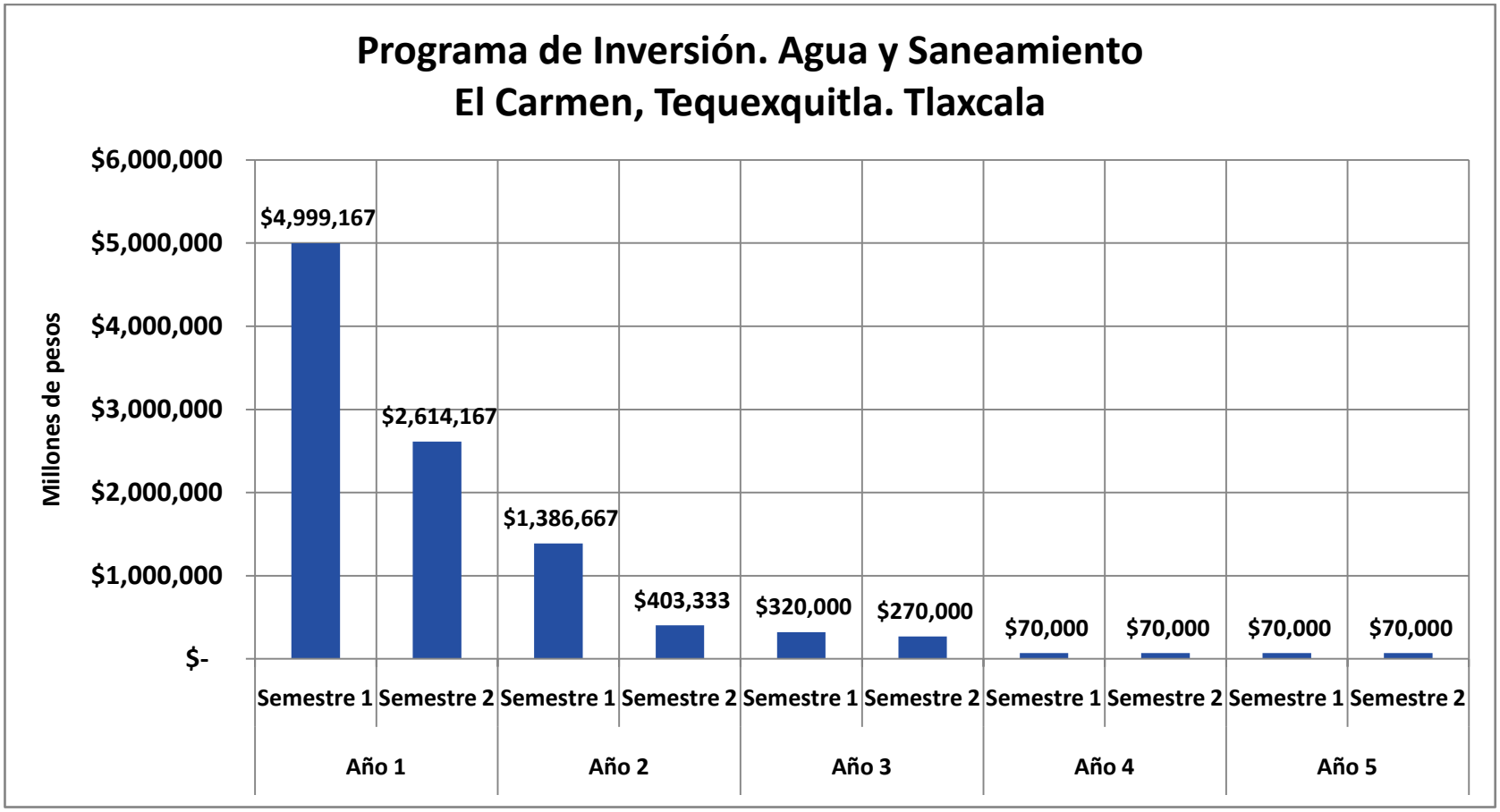
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado	Subcapitulo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Medidor ultrasónico portátil.	$60,000	5600	$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									
SUBTOTAL	**$553,333**		**$553,333**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 6000

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo apróximado	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
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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								
SUBTOTAL	**$1,000,000**		**$500,000**	**$500,000**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

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



Anexo 9. Diagnóstico: Organismos Operadores. Puebla: Izúcar de Matamoros

ANEXO F. Diagnóstico: Organismos Operadores. Puebla

V. Izúcar de Matamoros

A. Agua Potable.

1. Prestación de los servicios

Los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento en este municipio los proporciona el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Izúcar de Matamoros (SOSAPAMIM), el cual se encuentra legalmente constituido como organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, estructura legal y constituido con fondos o bienes provenientes de la Administración Pública; su objetivo es la prestación de los servicios públicos antes mencionados.

Dispone de un consejo de administración para tratar los asuntos relativos a las políticas del Organismo. Los integrantes de este consejo, así como el director general de SOSAPAMIM, son designados por el presidente municipal en turno.

2. Suministro

Para el abasto de agua potable se dispone de un total de siete pozos profundos en operación[26] (ver Ilustración F -1), los cuales aportan un gasto máximo de 266 l/s y un gasto medio de 134 l/s (ver Ilustración F - 1 y Tabla F – 2). Debido al crecimiento de la mancha urbana y a su topografía, el servicio a las colonias ubicadas en zonas más altas se proporciona mediante rebombeos en los tanques de regulación.

En los trenes de descarga de los Pozos se encuentra un macro medidor instalado; sin embargo, no todos estos equipos se encuentran en funcionamiento. Es

[26] Actualmente se encuentran fuera de operación el Pozo 1. Debido a ello, se puso en operación el Pozo 3 (llamado por personal de operación como de reposición).

importante mencionar que los trenes de descarga cuentan con un medidor de presión.

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

Pozo	Descripción del sitio	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	'	"	º	'	"
2	UTIM	18	36	40.37	98	27	14.34
3	Prolongación Reforma	18	36	48.39	98	27	26.67
3*	Prolongación Reforma	18	36	48.36	98	27	26.41
4	Carretera Matamoros – Atencingo	18	35	53.49	98	29	8.09
4*	Carretera Matamoros – Atencingo	18	35	53.52	98	29	7.90
5	Prolongación Emiliano Zapata	18	35	53.78	98	27	53.78
6	Prolongación Emiliano Zapata	18	35	51.53	98	27	18.19

* Se refiere a Pozos de Reposición y que están en operación

El paro y arranque de los equipos electromecánicos se encuentra programado con un horario ya definido por parte de los operadores. Ver Tablas F – 2 y F - 3.

Tabla F - 2.
Operación y gastos extraídos de los pozos profundos.

Municipio	Nombre del Pozo	Presión a la descarga	Q medidor pozo	Q medidor ultrasónico	Error de exactitud	Horas de bombeo por día	Volumen extraído	Q medio (inyectado al sistema)
		Kg/cm²	l/s	l/s	%	hrs	m³/día	l/s
Izúcar de Matamoros	Pozo 2	1.0	47	33.0	+42.42	15.0	1782.0	20.6
	Pozo 3	6.5	------	38.0		12.0	1641.6	19.0
	Pozo 3 *	4.0	------	65.0		12.0	2808.0	32.5
	Pozo 4	4.0	------	40.3		9.0	1305.7	15.1
	Pozo 4 *	4.0	------	18.0		9.0	583.2	6.8
	Pozo 5	2.8	50	33.0	+51.52	13.0	1544.4	17.9
	Pozo 6	1.5	40	38.5	+3.90	14.0	1940.4	22.5
	TOTAL			**266**			**11,605**	**134**

* En los errores de exactitud antecedidos por el símbolo + se refiere a una sobre medición, por lo que al caudal medido hay que restarle el porcentaje que mide de más.

Ilustración F - 1.

Localización de pozos, tanques y PTAR.

FUENTE: Organismo Operador. Ubicación de II de la UNAM sobre fotografía satelital de Google Earth.

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

Pozo	Bomba			
	Tipo	Potencia	Profundidad	Alimentación
		Hp	m	V
2	Sumergible	60	80	220
3	Sumergible	125	38	220
3 *	Sumergible	125	105	220
4	Vertical	60	---	220
4 *	Vertical	60	---	220
5	Sumergible	60	60	220
6	Sumergible	60	60	220

Para la medición de los gastos que aporta cada una de las fuentes de abastecimiento se utilizó un medidor de tipo ultrasónico[27], 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 F – 2.

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

[27] 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.

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 F - 3. De manera periódica, la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento analiza la calidad del agua así como el funcionamiento de los equipos cloradores sin que hasta el momento se haya advertido algún evento que represente un riesgo a la salud de los habitantes. Se cuenta también con puntos de re cloración en los re bombeos a la red de distribución. En éstos el sistema es similar al empleado en las fuentes de abastecimiento.

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.

Ilustración F - 3.
Sistema de desinfección en los Pozos de Izúcar de Matamoros, Puebla

4. Regulación

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 F - 4.

En el caso de Izúcar de Matamoros, la regulación se realiza mediante cinco tanques superficiales y uno elevado. Ver Tablas F- 4 y F – 5.

Ilustración F - 4.
Tanque de regulación. En los tanques visitados en este municipio, además de la regulación (1) generalmente existe un rebombeo (2) y un sistema de re cloración de agua (3).

Tabla F - 4.
Localización de los tanques de almacenamiento

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	"	'	º	"	'
Tanque 1	Tanque superficial	18	36	39.00	98	27	55.08
Tanque 2	Lomas del Calvario	18	36	38.77	98	28	3.50
Tanque 3	Lomas de Alchichica	18	36	40.26	98	28	12.94
Tanque 4	Tanque Rancho Juanitos	18	35	48.68	98	29	21.05
Tanque 5	Tanque de Santiago	18	36	42.54	98	27	11.67
Tanque 6	Tanque elevado	18	36	43.03	98	27	11.81

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

Tanque	Tipo	Capacidad	Material	Edad	Estado actual
		m^3		años	
Tanque 1	Superficial	740	Concreto	ND	En uso
Tanque 2	Superficial	170	Concreto	ND	En uso
Tanque 3	Superficial	64.0	Concreto	ND	En uso
Tanque 4	Superficial	1,000	Concreto	ND	En uso
Tanque 5	Superficial	500	Concreto	ND	En uso
Tanque 6	Elevado	110	Acero	ND	En uso

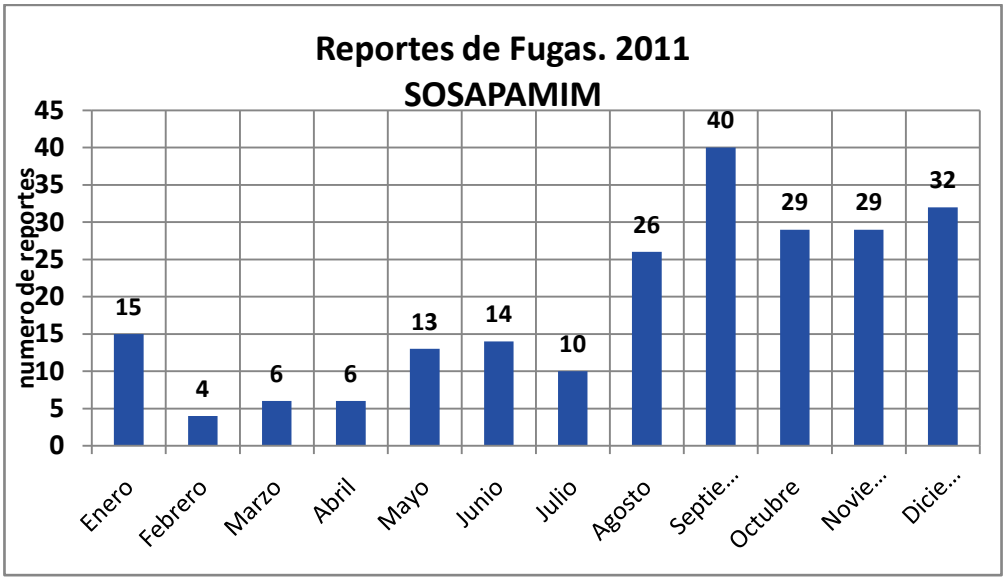
5. Distribución y Políticas operativas

Distribución

Las políticas operativas para el abasto de agua potable inician con la extracción de agua de los pozos para conducirla hacia los tanques de regulación y de éstos hacia la red. Algunas zonas del municipio son abastecidas por bombeo directo a la red y en todos los tanques de regulación existen rebombeos para garantizar el abasto de agua a las zonas más alejadas de éstos y topográficamente desfavorables. Esta política de operación pudiera derivar en un excesivo desgaste en los elementos de la red de distribución y en el incremento en la presencia de las fugas. En relación a estas últimas, y de acuerdo con información

proporcionada por SOSAPAMIM, durante 2011 se reportaron un total de 224 fugas en tomas domiciliarias, tuberías, válvulas, etc. Ver Ilustración F – 5.

Ilustración F - 5.
Histórico de reportes de fugas en Izúcar de Matamoros.



FUENTE: SOSAPAMIM

El SOSAPAMIM dispone de 7 pozos profundos para el abasto de agua a la ciudad. El agua extraída del Pozo 2 es conducida al Tanque Santiago, donde por medio de un re bombeo es enviada luego a un tanque elevado para distribuir por gravedad 20.6 l/s hacia la red. El Pozo 1 dejó de operar debido a problemas asociados a la calidad del agua que se extraía, esto motivó la perforación de un nuevo Pozo que lo sustituyera e hiciera uso de la línea de conducción que éste dejaba de operar. De esta manera, entró en operación un nuevo Pozo (Pozo 3 de reposición como lo llama personal operador, en este informe se le llamará Pozo 3* debido a que se ubica en el mismo predio que el Pozo 3). El Pozo 3 envía agua al Tanque 2 del cual se distribuyen 19 l/s a una parte del margen derecho del Río Nexapa así como al Tanque de Lomas de Alchichica, el cual abastece a las colonias más alejadas de la cabecera municipal (Zona 3). Ver Ilustración F – 6.

Por su parte, el agua que se extrae del Pozo 3* es enviada al Tanque 1 y una parte inyectada directamente a la red de distribución. Se estima que el gasto distribuido es de 32.5 l/s, los cuales abastecen a la mayor parte de las colonias ubicadas a ambas márgenes del Río. Ver Ilustración F – 6.

De manera similar al caso del Pozo 3, junto al Pozo 4 se perforó otro pozo (Pozo 4*, como se le denomina en este informe y que es conocido como Pozo 4 de reposición). Estos Pozos envían agua hacia el Tanque Rancho Juanitos, de donde se distribuyen 22.0 l/s a esta zona del municipio. De manera eventual suministran aproximadamente 1.0 l/s a los campos deportivos que se ubican detrás de estos pozos. En el margen izquierdo del Río se ubican los Pozos 5 y 6, que inyectan a la red 40.4 l/s. La operación de estos pozos garantiza el abasto de agua en las colonias más alejadas del Tanque 1, ubicadas sobre todo en el margen izquierdp del Río.

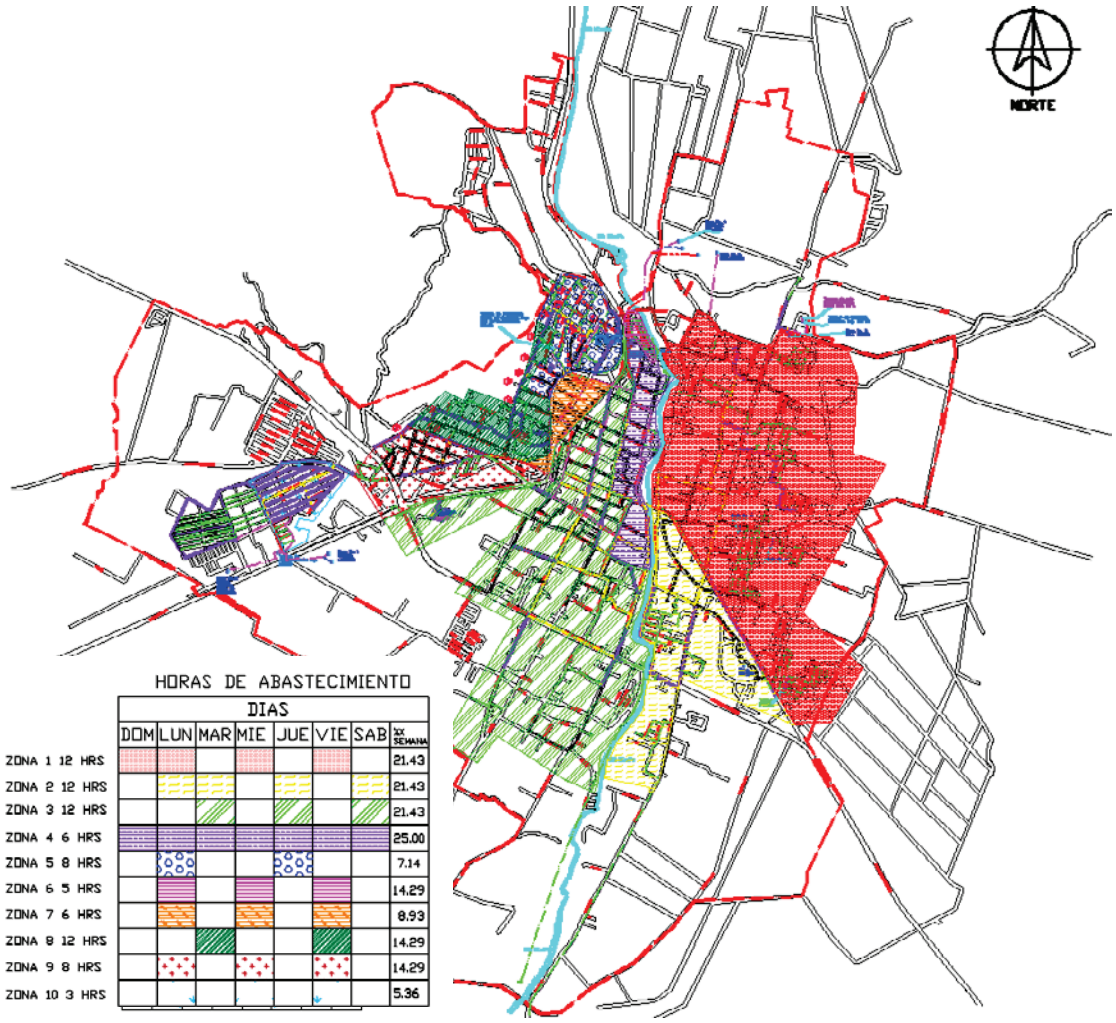
De acuerdo a las actuales Políticas Operativas, y con base en la información proporcionada por SOSAPAMIM, se identificaron 10 zonas de servicio[28], las cuales reciben agua desde 3 hasta 12 horas por día de acuerdo al siguiente horario de servicio.

Tabla F - 6.
Horarios y días de servicio de agua potable. FUENTE: SOSAPAMIM

Zona	Horas de Servicio	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Zona 1	12							
Zona 2	12							
Zona 3	12							
Zona 4	6							
Zona 5	8							
Zona 6	5							
Zona 7	6							
Zona 8	12							
Zona 9	8							
Zona 10	3							

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

Ilustración F - 6.
Zonas de Servicio en Izúcar de Matamoros. FUENTE: SOSAPAMIM



La zona 1 se abastece a partir de los Pozos 2, 5 y 6, los cuales aportan un gasto medio de 61.0 l/s. Las zonas restantes se abastecen a partir de los Pozos 3, 3*, 4 y 4*, que aportan un gasto medio de 73.4 l/s. Existe la posibilidad de que algunas zonas no se encuentren aisladas hidráulicamente y se presente un flujo de agua entre ellas cuando un pozo entra en operación, por ejemplo, la zona 2 pudiera recibir agua de la zona 1 cuando los Pozos 5 y 6 entran en Operación.

Para la estimación de las pérdidas físicas en el sistema se procedió a elaborar un balance hidráulico tomando como base los horarios de servicio mostrados en la Tabla F – 6 y la población de cada zona de servicio. Se comparó la demanda de

agua en cada zona de servicio suponiendo que éste es de 24 horas con la demanda real, es decir, con la demanda durante los horarios de servicio por zona. Ver Tabla F - 7

Tabla F - 7.
Balance hidráulico por zona de servicio.

Zona de servicio	Horas de Servicio	Margen Izquierda	Margen Derecha	Población hab.	Demanda estimada* 24 h (l/s)	Demanda estimada horas de servicio (l/s)
Zona 1	12	X		20,091	46.5	23.3
Zona 2	12	X		4,612	10.7	5.3
Zona 3	12		X	22,044	51.0	25.5
Zona 4	6		X	6,658	15.4	3.9
Zona 5	8		X	3,229	7.5	2.5
Zona 6	5		X	1,292	3.0	0.6
Zona 7	6		X	1,937	4.5	1.1
Zona 8	12		X	5,479	12.7	6.3
Zona 9	8		X	4,109	9.5	3.2
Zona 10	3		X	3,348	7.8	1.0
Población		**24,703**	**48,096**	**72,799**	**168.5**	**72.7**

***** Considerando una dotación de 200 l/h/d

De acuerdo con la Tabla F – 7, y considerando el gasto medio inyectado a la red (134.4 l/s), es de notar que existe una notable diferencia entre este último y el gasto demandado por la población en las 10 zonas de servicio, esto supone que el actual gasto medio inyectado a la red es insuficiente para satisfacer la demanda en las zonas de servicio durante 24 horas, pero sí los suficiente considerando las actuales políticas de operación.

Es importante mencionar que los 72.7 l/s corresponden sólo a la demanda por parte de usuarios domésticos. En Izúcar de Matamoros existen 596 tomas de uso comercial, 70 residenciales y 36 de tipo industrial, el volumen demandado por estos usuarios representó el 37.0% del agua medida y el 3.5 % del total del agua producida por el Organismo Operador, según el cual, durante 2011, se extrajeron **4, 294,145 m^3** de las fuentes de abastecimiento. Ver Tabla F – 8.

Tabla F - 8.
Volumen medido por tipo de usuario durante 2011. FUENTE: SOSAPAMIM

Mes	Domiciliaria (m^3)	Residencial (m^3)	Comercial (m^3)	Industrial (m^3)
Enero	18,766	615	9,412	1,430
Febrero	19,996	645	9,201	1,714
Marzo	20,175	634	9,037	1,507
Abril	24,948	725	11,522	1,844
Mayo	23,618	756	10,328	1,463
Junio	20,681	643	9,478	1,185
Julio	23,795	498	11,364	602
Agosto	23,481	499	11,494	602
Septiembre	19,450	436	10,518	1,872
Octubre	23,162	659	11,049	2,101
Noviembre	18,347	568	9,597	2,179
Diciembre	24,076	692	11,352	2,747
	260,495	**7,370**	**124,352**	**19,246**

De manera adicional, existen 126 usuarios a los cuales se les proporciona el servicio de forma gratuita. Ver Tabla F – 9.

Tabla F - 9.
Balance hidráulico por zona de servicio. FUENTE: SOSAPAMIM

Subsidio	Nº de predios
Escuelas	25
Iglesias	40
Dependencias	28
Convenios	33
Total	**126**

Haciendo una estimación del caudal, en litros por segundo, del volumen consumido por parte de los usuarios industriales, comerciales y los exentos, éstos demandan cerca de 8.0 l/s, lo que incrementa a 80.7 l/s la demanda de agua. Ésta, comparada con el caudal medio inyectado al sistema, equivale a establecer en un 40.0% el nivel de pérdidas físicas en el sistema, es decir, cinco puntos

porcentuales más a los considerados por parte de SOSAPAMIM en sus informes de extracción de agua de Pozos[29].

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 2 y el centro de la cabecera municipal es de 50 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 al 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).

6. Tomas

El sistema comercial de Izúcar de Matamoros cuenta con un total de 13,806 usuarios, de los cuales 11,377 pagan el agua por una cuota fija y el restante (2,429 – 15 % del padrón de usuarios) lo hacen en función del volumen medido. También cuenta con 11,152 conexiones al sistema de drenaje. Ver Tabla F – 10.

[29] Según estos reportes, SOSAPAMIM considera pérdidas físicas del 35 % en el sistema.

Tabla F - 10.
Resumen del Padrón de usuarios en Izúcar de Matamoros.

	PADRON DE USUARIOS				
	Total de Usuarios	Conexiones Drenaje	Pago por cuota fija	Usuarios con medidor	%
DOMESTICA	13,104	10,567	11,076	2,028	15.5
COMERCIAL	596	487	257	339	56.9
RESIDENCIAL	70	62	30	40	57.1
INDUSTRIAL	36	36	14	22	61.1
	13,806	11,152	11,377	2,429	17.6

FUENTE: SOSAPAMIM

Del total de usuarios, sólo el 1.4 % dispone de servicio continuo. Ver Tabla F -11.

Tabla F - 11.
Usuarios con servicio continuo. FUENTE: SOSAPAMIM

COLONIAS	TOTAL DE USUARIOS	USUARIOS CON SERVICIO CONTINUO	USUARIOS CON SERVICIO INTERMITENTE	%
AMANANTIALES	3	0	3	0.0%
ANTORCHA CAMPESINA	297	0	297	0.0%
BARRIO DE SAN DIEGO	355	0	355	0.0%
BARRIO DE SAN JUAN PIAXTLA	674	0	674	0.0%
BARRIO DE SANTIAGO MIHUACAN	938	20	918	2.1%
BARRIO LA ASUNCION	373	0	373	0.0%
BARRIO LA MAGDALENA	204	0	204	0.0%
BARRIO LOS REYES	175	0	175	0.0%
BARRIO SAN BERNARDINO	374	0	374	0.0%
BARRIO SAN JUAN COAHUIXTLA	284	0	284	0.0%
BARRIO SAN MATI HUAQUECHULA	193	0	193	0.0%
BARRIO SANTA CATARINA	379	0	379	0.0%
BARRIO SANTA CRUZ COATLA	312	0	312	0.0%
BARRIO SANTA CRUX TECOXCO	216	0	216	0.0%
BARRIO SANTIAGO MAZATLA	28	0	28	0.0%
BARRIO SANTO TOMAS	245	0	245	0.0%
CENTRO	2121	180	1941	8.5%
COLONIA CALVARIO 1RA SECCIÓN	328	0	328	0.0%
COLONIA CALVARIO 2DA SECCIÓN	307	0	307	0.0%
COLONIA CRUZ VERDE	780	0	780	0.0%
COLONIA DEL EMPLEADO	70	0	70	0.0%
COLONIA EL JARDIN	199	0	199	0.0%
COLONIA LA PAZ	181	0	181	0.0%
COLONIA LAZARO CARDENAS	76	0	76	0.0%
COLONIA LOMAS DE ALCHICHICA	480	0	480	0.0%
COLONIA LOMAS DE GUADALUPE	251	0	251	0.0%
COLONIA LOS ARCOS	107	0	107	0.0%
COLONIA LOS FRESNOS	79	0	79	0.0%
COLONIA MORELOS	55	0	55	0.0%
COLONIA SAN MIGUEL	214	0	214	0.0%
COLONIA SANTA CRUZ TECOXCO	138	0	138	0.0%
COLONIA VALLE PRIMAVERA	303	0	303	0.0%
COLONIA VISTA HERMOSA	140	0	140	0.0%
CONJUNTO HABITACIONAL MATAMOROS	7	0	7	0.0%
FRACC CRISTO REY	71	0	71	0.0%
FRACC EL AMATE/GUEVARA	15	0	15	0.0%
FRACC MORELOS LAS PIEDRAS II	11	0	11	0.0%
FRACCIONAMIENTO CAMPO NUEVO	60	0	60	0.0%
FRACCIONAMIENTO EL AMATE	104	0	104	0.0%
FRACCIONAMIENTO EL MANGAL	71	0	71	0.0%
FRACCIONAMIENTO EL MANGO	16	0	16	0.0%
FRACCIONAMIENTO EL MIRADOR	364	0	364	0.0%
FRACCIONAMIENTO FOVISSSTE	254	0	254	0.0%
FRACCIONAMIENTO FRESNO GUADALUPANO	4	0	4	0.0%
FRACCIONAMIENTO INDEPENDENCIA	41	0	41	0.0%
FRACCIONAMIENTO ITZOCAN	69	0	69	0.0%
FRACCIONAMIENTO LA CALERA	20	0	20	0.0%
FRACCIONAMIENTO LA CURVA	58	0	58	0.0%
FRACCIONAMIENTO LAS PALMAS	122	0	122	0.0%
FRACCIONAMIENTO LAS PIEDRAS	91	0	91	0.0%
FRACCIONAMIENTO LAS VIOLETAS	287	0	287	0.0%
FRACCIONAMIENTO LOS REYES	12	0	12	0.0%
FRACCIONAMIENTO NIÑOS HEROES	88	0	88	0.0%
FRACCIONAMIENTO PRIVADO DEL SUR	33	0	33	0.0%
FRACCIONAMIENTO RANCHO JUANITOS	556	0	556	0.0%
FRACCIONAMIENTO REVOLUCIÓN	24	0	24	0.0%
FRACCIONAMIENTO VILLA LAS FLORES	58	0	58	0.0%
FRACCIONAMIENTO VILLAS ALDAMA	34	0	34	0.0%
FRACCIONAMIENTO VILLAS IZUCAR	66	0	66	0.0%
FRACCIONAMIENTO VILLAS PAO	60	0	60	0.0%
FRACCIONAMIENTO EL MANGAL II	1	0	1	0.0%
INSTITUTO POBLANO DE LA VIVIENDA	112	0	112	0.0%
PUEBLO NUEVO	44	0	44	0.0%
RESIDENCIAL EL MANGAL	1	0	1	0.0%
RESIDENCIAL LA ASUNCIÓN	66	0	66	0.0%
RESIDENCIAL SAN ALFREDO	37	0	37	0.0%
VILLAS REALES DE IZUCAR	70	0	70	0.0%
Total general	**13806**	**200**	**13606**	**1.4**

7. Principales problemas asociados al suministro de agua potable

Los principales problemas identificados en la prestación del servicio de agua potable en el municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla son:

38. Existen bombeos y rebombeos directos a la red de distribución. Esta operación puede desgastar el material de las tuberías e incrementar la presencia de fugas en el sistema. Se sugiere operar por gravedad y analizar la capacidad de regulación del sistema.
39. El gasto medio inyectado a la red (**134.5 l/s**) es menor al gasto demandado por los usuarios **(168 l/s)** considerando un servicio continuo, pero sí el suficiente con las actuales políticas de operación con las cuales se demanda **(72.7 l/s)**. El gasto máximo que se aporta al sistema es de **266 l/s.**
40. Es necesaria la actualización de los planos de la infraestructura hidráulica a cargo del municipio.
41. Es necesario analizar la factibilidad de sectorizar la red de distribución y definir en qué zonas de servicio es necesario un control de presiones así como la puesta en marcha de un programa de reducción de pérdidas.
42. No se conoció la existencia de una brigada para la detección y ubicación de fugas de agua en líneas principales y tomas domiciliarias. Se sugiere la creación de una que de atención a estos problemas y que sea parte de un programa permanente de reducción de pérdidas en la red.
43. Los equipos de medición de las fuentes de abastecimiento presentan errores de hasta + 50% y en algunos casos están fuera de operación. Se sugiere disponer de un sistema de lectura remota con un sistema por radio frecuencia e incluso con un control a distancia en el paro y arranque de equipos electromecánicos así como de desinfección de agua.
44. Sólo el 15% de los usuarios cuenta con medidor instalado. Se sugiere llevar a cabo una campaña de instalación de medidores en las tomas, incluidas aquellas que están exentas de pago. Asimismo, se propone disponer de un sistema de lectura remota con un sistema por radio frecuencia.

B. Drenaje y Saneamiento

Sistema de drenaje sanitario

La red de alcantarillado de Izúcar de Matamoros está constituida por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas negras captadas. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales.

El sistema de drenaje abarca ambas márgenes del Río e inicia con la descarga a partir del paramento exterior de las edificaciones. Los sub colectores van recolectando las aportaciones de las atarjeas y las vierten a dos colectores que las conducen hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio. Cada colector drena las aguas servidas correspondientes a una margen del Río. Ver Ilustración F – 7. El diámetro mínimo que se utiliza en la red de Izúcar es de 20 cm a un máximo de 76 cm, y su diseño, en general, sigue la pendiente natural del terreno.

De acuerdo con información proporcionada por SOSAPAMIM, los colectores están diseñados para desalojar un caudal de hasta 165 l/s. Ver Tabla F – 12.

Tabla F - 12. Gastos de diseño de los colectores del sistema de drenaje de

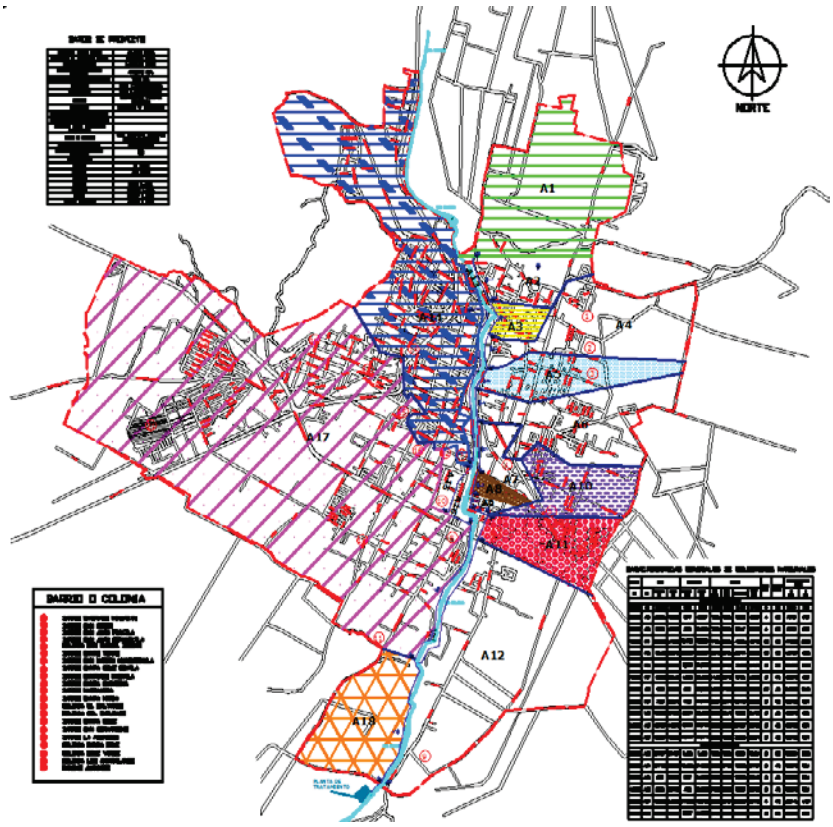
CARACTERISTICAS GENERALES DE COLECTORES MARGINALES

TRAMO	AREA			POBLACION		GASTOS				PEND	DIAMETRO	CAPACIDAD TUBO LLENO	
No.	No.	PROPIA Hg.	ACUM Hg.	PROPIA Hab.	ACUM hab.	MIN l.p.s.	MED l.p.s.	MAX l.p.s.	MAX. EXT. L.p.s.	mils.	cm.	Q l.p.s.	V m/s
COLECTOR MARGEN IZQUIERDA													
1	A1	36.60	31.60	980	980	3.00	3.00	11.42	17.13	4	30	79.51	1.12
2	A2	22.00	53.60	877	1,857	3.00	3.55	12.80	19.21	4	30	79.51	1.12
3	A3	10.90	64.50	763	2,620	3.00	5.00	17.47	26.21	4	30	79.51	1.12
4	A4	108.80	173.30	5,713	8,333	7.96	15.91	48.26	72.40	13	30	143.33	2.03
5	A5	56.10	229.40	2,929	11,262	10.75	21.51	62.44	93.66	12	30	137.71	1.95
6	A6	60.80	290.20	3,051	14,313	13.67	27.33	76.50	114.75	2	30	56.22	0.80
7	A7	15.50	305.70	1,085	15,398	14.70	29.41	81.36	122.04	2	45	165.75	1.04
8	A8	3.00	308.70	210	15,608	14.90	29.81	82.29	123.44	22	45	549.74	3.46
9	A9	7.00	315.70	490	16,098	15.37	30.74	84.46	126.69	2	45	165.75	1.04
10	A10	58.00	373.70	3,124	19,222	18.35	36.71	98.00	147.01	2	45	165.75	1.04
11	A11	37.00	410.70	1,576	20,798	19.86	39.72	104.67	157.01	2	45	165.75	1.04
12	A12	62.00	472.70	2,039	22,873	20.81	43.61	113.16	169.74	2	45	165.75	1.04
COLECTOR MARGEN DERECHA													
1	A13	24.87	24.87	1,415	1,415	3.00	3.00	11.09	16.64	2	30	56.22	0.80
2	A14	127.33	152.20	12,915	14,330	13.68	27.37	76.58	114.87	2	45	165.75	1.04
3	A15	6.11	158.31	537	14,867	14.20	28.39	78.99	118.48	2	45	165.75	1.04
4	A16	6.50	164.81	455	15,322	14.63	29.26	81.02	121.53	2	45	165.75	1.04
5	A17	483.20	648.01	27,393	42,715	40.79	81.57	189.97	284.96	4	45	234.41	1.47
6	A18	54.00	702.01	1,817	44,532	42.52	85.04	196.60	294.89	2	45	165.75	1.04

Izúcar de Matamoros.

FUENTE: SOSAPAMIM

Ilustración F - 7. Emisores del sistema de drenaje sanitario del municipio de Izúcar de Matamoros. FUENTE: SOSAPAMIM



Se estima que el gasto medio aportado al sistema de drenaje sanitario de Izúcar de Matamoros es de **60 l/s,** los cuales son conducidos hacia la Planta de Tratamiento.

1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas

26. Durante la época de lluvias se presentan la mayor parte de los problemas asociados a la obstrucción de la tubería con basura.

2. Saneamiento

Para el saneamiento de las aguas residuales en el municipio de Izúcar de Matamoros se dispone de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

diseñada para tratar hasta **100 l/s** y cuyo cuerpo receptor es el Río Nexapa, sin embargo, se estima que llegan a ésta **60 l/s.** Es una planta cuyo proceso consiste en lodos activados.

El agua es tratada en la PTAR para cumplir con la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

De acuerdo con información proporcionada con SOSAPAMIM, la calidad del efluente cumple con lo establecido en la normatividad. Ver Ilustración F – 8.

Ilustración F - 8.
Informes de calidad del efluente de la PTAR.

SISTEMAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL S.A. DE C.V.

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUAS RESIDUALES
MUESTRA COMPUESTA

Empresa:**BIOCREA TRATAMIENTO DE AGUAS**
Dirección : **Privada 7 Sur Nº 3304, Col. Gabriel Pastor Puebla, Pue.**
Punto de muestreo: **Efluente de la "PTAR" de Izucar de Matamoros.**

Fecha de Muestreo: **25-26 de Mayo de 2011**
Fecha de Entrega: **06 de Junio de 2011**
Nº de Muestra: **636/11**

No. de Acreditamiento EMA: AG-033-016/09 — Aprobación CNA-GCA-723

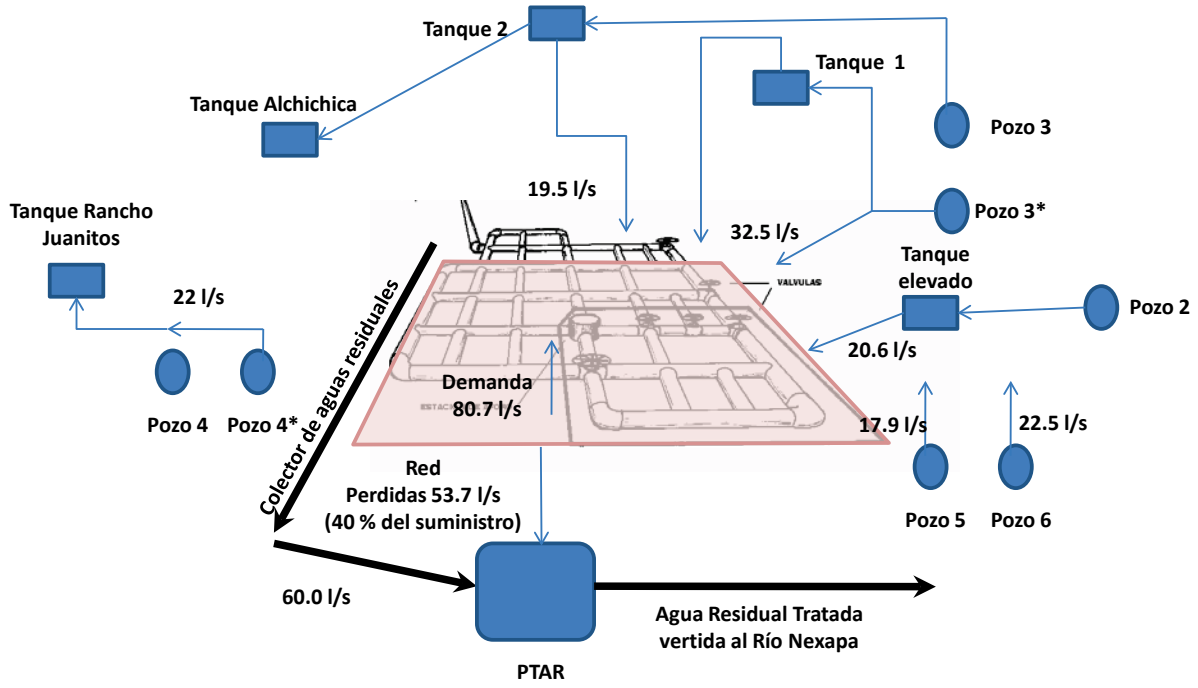
PARAMETRO	METODO DE PRUEBA	UNIDAD	RESULTADO ANALITICO	VALOR PERMISIBLE*	DIAGNOSTICO
Temperatura (Promedio Ponderado)	NMX-AA-007-SCFI-2000	° C	26.3	40,0	NO EXCEDE
pH (Promedio Ponderado)	NMX-AA-008-SCFI-2000	Unidad	9,17	5 - 10	NO EXCEDE
Materia Flotante	NMX-AA-006-SCFI-2010	**	Ausente	Ausente	NO EXCEDE

PARAMETRO	METODO DE PRUEBA	UNIDAD	CONCENTRACION CUANTIFICADA	CONCENTRACION PERMISIBLE*	DIAGNOSTICO
Solidos Sedimentables	NMX-AA-004-SCFI-2000	mL/L	< 0,1	2,0	NO EXCEDE
Solidos Suspendidos Totales	NMX-AA-034-SCFI-2001	mg/L	106,666	125,000	NO EXCEDE
Demanda Bioquímica de Oxigeno Total	NMX-AA-028-SCFI-2001	mg/L	103,030	150,000	NO EXCEDE
Demanda Química de Oxigeno Total	NMX-AA-030-SCFI-2001	mg/L	180,000	200,000	NO EXCEDE
Fósforo Total	NMX-AA-029-SCFI-2001	mg/L	8,111	30,000	NO EXCEDE
N-Nitritos	NMX-AA-099-SCFI-2006	mg/L	< 0,011	NO NORMADO	NO APLICA
N-Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001	mg/L	0,147	NO NORMADO	NO APLICA
N-Amoniacal	NMX-AA-026-SCFI-2010	mg/L	23,133	NO NORMADO	NO APLICA
N-Orgánico	NMX-AA-026-SCFI-2010	mg/L	9,996	NO NORMADO	NO APLICA
Nitrógeno total	NMX-AA-026-SCFI-2010	mg/L	33,267	60,000	NO EXCEDE
Grasas y Aceites (Promedio Ponderado)	NMX-AA-005-SCFI-2000	mg/L	31,689	25,000	6,689
Coliformes Fecales (Media Geométrica)	NMX-AA-042-1987	NMP/100mL	3703	2000	1703
Cianuros	NMX-AA-058-SCFI-2001	mg/L	< 0,002	2,000	NO EXCEDE
Arsenico	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0,006	0,200	NO EXCEDE
Cadmio	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0,004	0,200	NO EXCEDE
Cobre	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0,144	6,000	NO EXCEDE
Cromo	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0,066	1,000	NO EXCEDE
Mercurio	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0,0006	0,010	NO EXCEDE
Niquel	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0,090	4,000	NO EXCEDE
Plomo	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	0,083	0,400	NO EXCEDE
Zinc	NMX-AA-051-SCFI-2001	mg/L	< 0,145	20,000	NO EXCEDE

FUENTE: SOSAPAMIM

3. Balance hidráulico

Balance Hidráulico. Izúcar de Matamoros, Puebla



C. Estructura Organizacional

1. Organigrama y funciones

El Organismo Operador de Izúcar de Matamoros se encuentra legalmente constituido como organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, estructura legal y constituido con fondos o bienes provenientes de la Administración Pública. Su objetivo es la prestación de los servicios públicos antes mencionados.

El SOSAPAMIM dispone de 96 empleados: 69 en la dirección de operación y mantenimiento, 21 en el sistema comercial y 6 en la dirección de administración y finanzas. De ellos, 18 son profesionistas y 16 técnicos.

Dispone de un director general y de direcciones de proyectos, jurídico, sistema comercial y administración y finanzas.

D. Esquema financiero y tarifario

XIII. Tarifas por servicios de suministro de agua potable

El cobro es por cuota fija y la aprueba un Consejo de Administración. Dentro de ésta se incluyen los servicios de drenaje (25%) y saneamiento (15%). El 60% restante corresponde al servicio de agua potable.

La eficiencia comercial reportada por SOSAPAMIM fue de 60 % durante 2011.

XIV. Balance financiero

De acuerdo a la información que fue posible recopilar, durante 2011 SOSAPAMIM reportó ingresos por $30,593,465 pesos, egresos de $ 35,508,183 pesos e inversiones de $7,812, 275 pesos por parte de programas no federales para el subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Ingresos.

Con base en la información proporcionada, durante 2011 se facturó un total de $20, 891,604, de los cuales sólo se recaudaron $12,698,617 pesos, es decir, 60 % de lo facturado. Ver Tablas F – 13, F – 14 y F – 15.

Tabla F – 13.
Importe de agua Facturado 2011.

Tipo de usuario	Agua Potable						Alcantarillado ($)	Tratamiento ($)	Facturación total ($)
	Cuota fija			Servicio medido					
	Numero de tomas	Vol. Estimado (m3)	Importe ($)	Numero de tomas	Volumen (m3)	Importe ($)			
Doméstico	10,848	1,127,058	11,682,344	2,068	267,865	1,634,408	2,800,835	2,124,125	18,241,712
Comercial	251	54,527	1,028,073	339	124,352	586,433	363,026	242,225	2,219,757
Industrial	14	19,457	80,454	22	19,246	232,785	66,470	50,426	430,135
Servicios									
Totales	11,113	1,201,042	12,790,871	2,429	411,463	2,453,626	3,230,331	2,416,776	20,891,604

FUENTE: SOSAPAMIM

Tabla F – 14.
Importe de agua recaudado 2011.

Tipo de usuario	Cuota fija			Servicio medido			TOTAL
	Numero de tomas	Vol. Estimado (m3)	Importe ($)	Numero de tomas	Volumen (m3)	Importe ($)	
Doméstico	8,943	929,147	9,608,849	2,064	191,780	1,438,230	11,047,079
Comercial	207	44,952	884,425	335	112,046	509,480	1,393,905
Industrial	11	16,040	51,633	21	16,705	206,001	257,633
Servicios							
Totales	**9,161**	**990,139**	**10,544,907**	**2,420**	**320,531**	**2,153,711**	**12,698,617**

FUENTE: SOSAPAMIM

Tabla F – 15.
Ingresos totales 2011.

Ingresos totales. 2011	
1.- Por servicio de agua	$12,698,617
2.- Por servicio de alcantarillado	$2,664,948
3.- Por servicio de tratamiento de aguas residuales	$1,832,740
Sub total	**$17,196,305**
4.- Por derechos de conexión (Agua potable y alcantarillado)	$504130
5.- Por derechos de desarrollo (Habitacional o industrial	$0
6.- Por venta de derechos a terceros	$0
7.- Por venta de aguas residuales tratadas	$0
8.- Otros	$12,833,028
Sub total	**$13337158**
TOTAL	**$30,533,463**

FUENTE: SOSAPAMIM

Egresos

Con base en la información proporcionada, durante 2011 los egresos del Organismo Operador fueron los siguientes. Ver Tabla F – 16.

Tabla F – 16.
Egresos totales 2011.

Partida	Operación y mantenimiento	Administración	Sistema comercial	Otros	Total
Servicios personales	4,980,368	2,963,241	909,520	965,891	9,819,020
Materiales y suministros	857,935	366,787	74,857	33,894	1,333,473
Energía Eléctrica	2,746,195	34,664			2,780,859
Pago por derechos por uso o explotación de agua y descargas de agua residual	1,953,212				1,953,212
Otros	10,963,095	1,712,295	6,302,748	643,481	19,621,619
TOTAL	**$21,500,805**	**$5,076,987**	**$7,287,125**	**$1,643,266**	**$35,508,183**

FUENTE: SOSAPAMIM

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 C- 7.
Indicadores de gestión y evaluación.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	Población con agua potable x100/Población total	%	100
2	Cobertura de alcantarillado	Población con alcantarillado x100/Población total	%	99
3	Cobertura de tratamiento	Volumen de agua residual tratada x 100/Volumen de agua residual generada	%	78
4	Continuidad del servicio	Horas de servicio por día	%	12
5	Incidencia de la energía eléctrica	Costo de la energía eléctrica x 100 /Costos operacionales	%	8
6	Cobertura de Macro medición	Macro medidores instalando funcionando x100/ Fuentes de abastecimiento activa	%	100
7	Cobertura de micro medición	Micro medidores instalados funcionando x 100/ Tomas de agua activas registradas	%	15
8	Eficiencia física	Volumen de agua facturada x 100/Volumen de agua producida	%	60
9	Eficiencia comercial	Importe de agua recaudado x 100 /Importe de agua recaudado	%	60
10	Eficiencia total	Eficiencia física x eficiencia comercial	%	40.
11	Costo de producción por m^3 de agua potable	Costos operacionales y administrativos/volumen extraído	$/m^3$	8.0

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 de agrupan en capítulos contables, como se muestra a continuación

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Asesoría y capacitación para el Planteamiento y formalización del Organismo Operador de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento como un organismo público descentralizado	$0
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.	$300,000
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$1,400,000
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$2,800,000
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias	
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333
SUBTOTAL	**$6,008,333**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Revisión, reformulación e implantación de catalogo de cuentas en sistema contable	$0
Asesoría en Integración de junta de gobierno y consejo consultivo ciudadano del Organismo Operador.	$0
Asesoría y capacitación en Establecimiento de sistema comercial para el Organismo Operador	$0
Metodología para el establecimiento e incremento de tarifas por servicios	$0
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$0
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$800,000
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$400,000
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.	
Diagnóstico técnico: Eficiencias Física e Hidráulica	$1,000,000
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
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$0
Proyecto Integral de saneamiento	$0
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$1,400,000
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$1,050,000
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$1,380,000
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333
SUBTOTAL	**$9,313,333**

Capitulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333
Manómetro digital con datalogger	$5,556
Multímetro digital con datalogger	$2,222
Medidor de variables electricas en	$20,000
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778
Medidor portátil de aguas negras	$26,667
GPS	$2,222
SUBTOTAL	**$184,444**

Capitulo 6000.- Inversión Pública

INVERSIÓN PÚBLICA	Unidad	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO		
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	Programa	$3,500,000
SUBTOTAL		**$3,500,000**

Inversión necesaria

Para el caso de Izúcar de Matamoros la inversión necesaria para la ejecución de las acciones establecidas se estima en **$19,006,111 pesos 00/MN,** a ejercerse en 5 años, como se muestra a continuación.

G. Programa de ejecución de acciones

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Asesoría y capacitación para el Planteamiento y formalización del Organismo Operador de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento como un organismo público descentralizado	$0	3300		$0	$0	$0						
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.	$300,000	3300					$150,000	$150,000				
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$1,400,000	3500	$1,400,000									
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$2,800,000	3500	$2,800,000									
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias												
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000	3900	$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$6,008,333**		**$4,845,000**	**$580,000**	**$0**	**$0**	**$400,000**	**$183,333**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Revisión, reformulación e implantación de catalogo de cuentas en sistema contable	$0	3300	$0	$0								
Asesoría en Integración de junta de gobierno y consejo consultivo ciudadano del Organismo Operador.	$0	3300		$0	$0							
Asesoría y capacitación en Establecimiento de sistema comercial para el Organismo Operador	$0	3300	$0	$0	$0							
Metodología para el establecimiento e incremento de tarifas por servicios	$0	3300		$0	$0							
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
Asesoria 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 gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador												
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$0	3300	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0
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, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000	3300	$400,000	$400,000								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, 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						
Georefenciación 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	$1,000,000	3300	$500,000	$500,000								
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 rahabiliación del actual sistema	$0	3300	$0	$0								
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	$1,400,000	3500	$1,400,000									
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$1,050,000	3500	$1,050,000									
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$1,380,000	3500	$690,000	$690,000								
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$9,313,333**		**$4,800,000**	**$2,550,000**	**$1,210,000**	**$360,000**	**$60,000**	**$93,333**	**$60,000**	**$60,000**	**$60,000**	**$60,000**

Capítulo 5000

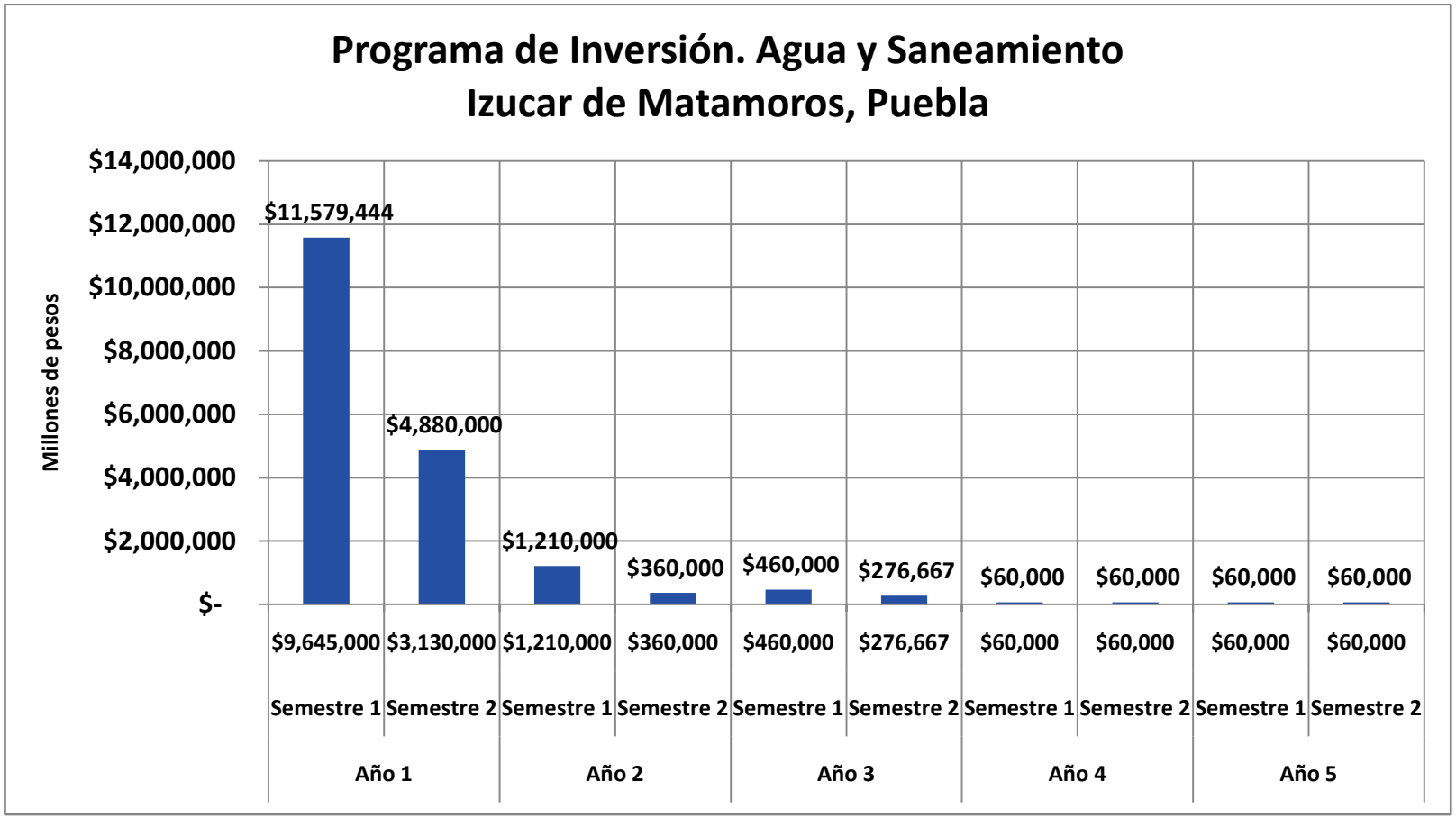
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapitulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000	5600	$20,000									
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333	5600	$3,333									
Manómetro digital con datalogger	$5,556	5600	$5,556									
Multímetro digital con datalogger	$2,222	5600	$2,222									
Medidor de variables electricas en	$20,000	5600	$20,000									
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667	5600	$26,667									
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778	5600	$77,778									
Medidor portátil de aguas negras	$26,667	5600	$26,667									
GPS	$2,222	5600	$2,222									
SUBTOTAL	**$184,444**		**$184,444**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 6000

INVERSIÓN PÚBLICA				Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Unidad	Costo apróximado	Subcapitulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO													
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	Programa	$3,500,000	6100	$1,750,000	$1,750,000								
SUBTOTAL		**$3,500,000**		**$1,750,000**	**$1,750,000**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

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.



Anexo 10. Diagnóstico: Organismos Operadores. Puebla: Cuetzalan del Progreso

ANEXO G. Diagnóstico: Organismos Operadores. Puebla

VI. Cuetzalan del Progreso

A. Agua Potable.

1. Prestación de los servicios

El suministro de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla se proporciona a la cabecera municipal de manera independiente de las agencias o pueblos[30]. La primera está a cargo del municipio a través del Organismo Operador mientras que en los pueblos el servicio está a cargo de un Comité de Agua[31]. 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 tres manantiales ubicados en las zonas altas del municipio, los cuales aportan un gasto medio de 55.0 l/s. Ver Ilustración G - 2 y Tabla G – 1. Debido a su topografía, la operación del sistema de abastecimiento de agua potable es mediante gravedad. Ver Ilustración G – 1. No se emplean equipos electromecánicos para bombear agua de las fuentes hacia los Tanques de regulación. De acuerdo con información proporcionada por los operadores del sistema, todas las colonias de la cabecera disponen del servicio de agua las 24 horas del día durante época de lluvia y al menos 12 horas durante la época de estiaje.

[30] De acuerdo a la Ley Orgánica del Estado de Puebla en su Artículo 9, inciso c, un pueblo es un centro de población que tenga conforme al último censo un mínimo de 2,500 habitantes y que cuente con los siguientes servicios públicos: energía eléctrica, agua potable, trazado urbano, camino de terracería, plaza pública, caseta telefónica, correo o telégrafo, caseta de policía, cementerio, mercado, transporte público, lugares de recreo y para la práctica de deportes y escuelas de enseñanza preescolar, primaria y secundaria;

[31] Este comité de Agua es independiente al Organismo Operador administrativa y financieramente.

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

Manantial	Descripción del sitio	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	"	°	'	"
1	Manantial 1	19	59	22.0	97	31	30.8
2	No se pudo acceder al sitio						
3	No se pudo acceder al sitio						

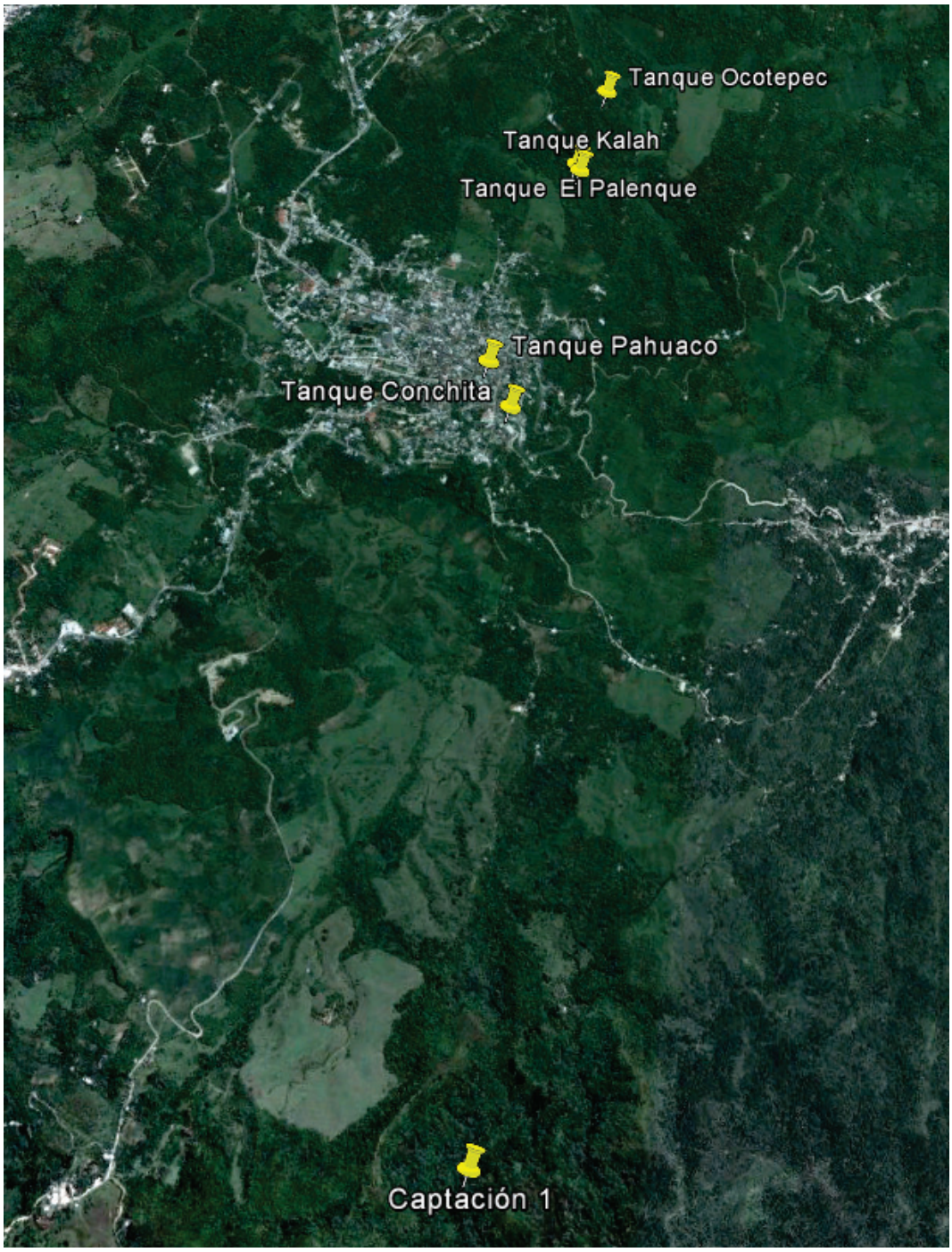
En las obras de toma de las fuentes de abastecimiento no se cuenta con un medidor instalado que permita llevar un registro histórico del gasto que aportan. Por otro lado, tampoco fue posible colocar un medidor portátil debido a las condiciones del sitio, las cuales no fueron las exigidas por el equipo[32].

Ilustración G - 1.
Perfil de elevaciones del sistema de agua potable de Cuetzalan del Progreso, Puebla.

[32] Para colocar el equipo portátil se necesita de un tramo recto de tubería. Para el caso de la obra de toma, la tubería iba enterrada.

Fuente de abastecimiento

Ilustración G - 2.
Localización de fuentes de abastecimiento y tanques de regulación



del municipio de Cuetzalan del Progreso.

FUENTE: (Google Earth)

3. Sistema de desinfección

El sistema de desinfección para el agua de uso y consumo humano es mediante cloro en polvo, el cual se vierte de manera directa al agua depositada en los Tanques de Regulación (ver Ilustración G – 3). No fue posible investigar si de manera periódica la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento analiza la calidad del agua de uso y consumo humano que evalué la eficiencia del sistema de cloración actualmente empleado por el Organismo Operador, de manera que no exista un riesgo a la población servida con el agua proveniente de las fuentes de abastecimiento.

Ilustración G - 3.
Sistema de desinfección en el Tanque de Regulación, Cuetzalan del Progreso, Puebla

4. Regulación

El agua proveniente de los Manantiales 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 G – 4.

Ilustración G - 4.
Tanque de Regulación

En el caso de Cuetzalan del Progreso, la regulación se realiza mediante cinco Tanques. Ver Tablas G – 4 y G – 5. Los Tanques Palenque, Kalah y Ocotepec reciben agua proveniente de las fuentes de abastecimiento, posteriormente, los Tanques Palenque y Pahuaco envían 28.5 l/s hacia el Tanque Conchita, de donde se distribuye agua a la mitad de la cabecera. Por otra parte, el Tanque Kalah envía 27.7 l/s hacia el tanque Pahuaco, el cual distribuye a la población que no atiende el Tanque Conchita.

Tabla G - 4.
Localización de los tanques de Regulación

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	"	'	°	"	'
Tanque 1	Palenque	20	1	32.62	97	31	8.68
Tanque 2	Kalah	20	1	31.81	97	31	8.17
Tanque 3	Ocotepec	20	1	42.55	97	31	5.59
Tanque 4	Conchita	20	0	58.08	97	31	14.03
Tanque 5	Pahuaco	20	1	3.69	97	31	17.26

Tabla G - 5.
Características de los Tanques de Regulación

Tanque	Tipo	Capacidad	Material	Edad	Estado actual
		m^3		años	
Tanque 1	Superficial	200	Concreto	ND	En uso
Tanque 2	Superficial	50	Concreto	ND	En uso
Tanque 3	Superficial	50	Concreto	ND	En uso
Tanque 4	Superficial	50	Concreto	ND	En uso
Tanque 5	Superficial	200	Concreto	ND	En uso

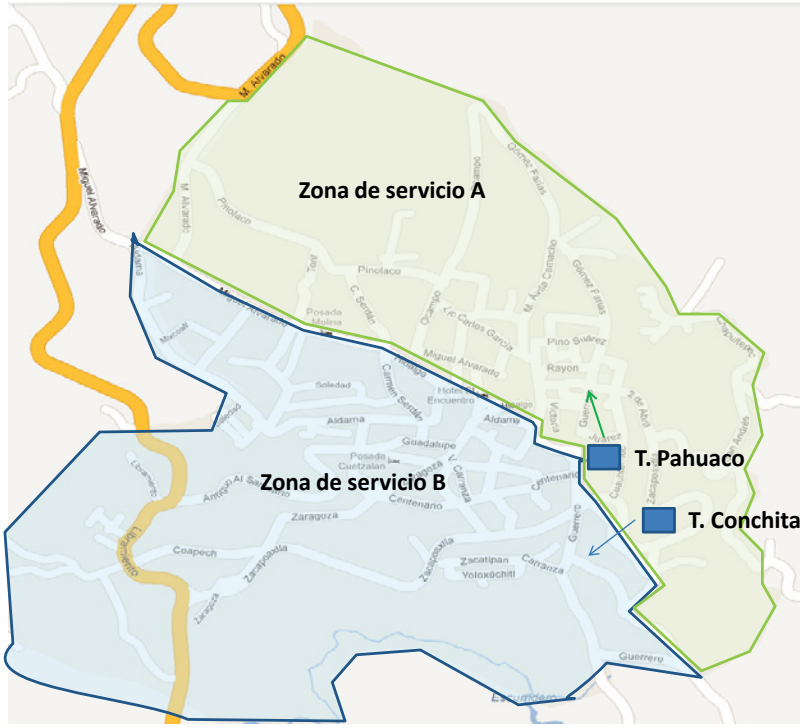
5. Distribución y Políticas operativas

Distribución

La distribución de agua en la cabecera del municipio se hace principalmente a partir de dos de los cinco tanques de regulación (Tanque Conchita y Pahuaco), de los cuales se distribuye a la red un gasto medio de 66 l/s. Para dar agua a la población, el organismo operador ha dividido la red de distribución de la cabecera municipal en dos zonas de servicio[33] (ver Ilustración G – 5). Cada zona recibe agua las 24 horas durante la época de lluvia y al menos 12 horas en época de estiaje. Las zonas de servicio están controladas mediante válvulas de seccionamiento que se abren y cierran manualmente. De acuerdo con información proporcionada, los tanques que abastecen a cada zona de servicio se vacían en tiempos diferentes e incluso durante la noche, esto hace suponer la existencia de pérdidas de agua en las zonas de servicio debidas a fugas, o bien a la presencia de tomas clandestinas.

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

Ilustración G - 5.
Zonas de servicio en Cuetzalan del Progreso, Puebla.



Políticas Operativas

La operación del sistema de distribución de agua potable del municipio de Cuetzalan del Progreso es el siguiente:

, mediante líneas de conducción y por gravedad envían agua hacia tres Tanques, de los cuales se distribuye hacia los Tanques Pahuaco y Conchita, donde, a su vez, se transmite un gasto medio de 55 l/s a dos zonas de servicio que demandan 46 l/s. Una parte del agua que se distribuye a través de la red se emplea para el riego de cultivos debido a que no existe infraestructura específica para ello; sin embargo, no se sabe con certeza el caudal utilizado en esta actividad.

Para la distribución del agua la red de la cabecera se ha divido en 2 zonas de servicio: Zona A y B. La primera recibe un caudal de 37.7 l/s, en tanto que la segunda 28.5 l/s. Una estimación de la demanda en esa misma zona, considerando una población de 23,700 usuarios y una dotación de agua de 100

l/h/día[34], sería de 27.5 l/s durante las 24 horas del día (ver Tabla G – 6), lo anterior significa que en la Zona A se pierden aproximadamente 10.2 l/s mientras que en la Zona B se pierde 1.0 l/s en fugas en la red, al interior de los domicilios y en tomas clandestinas.

Tabla G - 6.
Balance hidráulico por zona de servicio.

Gasto medio inyectado a la zona de servicio A (24 horas)	Gasto medio inyectado a la zona de servicio B (24 horas)	Gasto medio demandado en zona de servicio A (24 horas)	Gasto medio demandado en zona de servicio B (24 horas)	Pérdidas físicas de agua en zona de servicio A	Pérdidas físicas de agua en zona de servicio B	Perdidas físicas en zona de servicio A.	Perdidas físicas en zona de servicio B.
l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	%	%
37.7	28.5	27.5	27.5	10.2	1.0	27	3

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 los Tanques Conchita y Pahuaco y el centro de la cabecera municipal es de 30 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 al 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.

Por otra parte, otro de los factores que pudieran incidir en la presencia de fugas lo es el estado en que se encuentra el sistema de agua potable ya que ha rebasado su vida útil.

[34] Dotación obtenida de tabuladores de CONAGUA para poblaciones de las condiciones generales de Ocotlán de Morelos

Sistema de drenaje sanitario

Uno de los asuntos de mayor emergencia que se detectaron en estos trabajos de campo fue la falta de un sistema de desalojo de aguas servidas en el municipio de Cuetzalan del Progreso. Éstas son servidas sin tratamiento a grietas o bien en arroyos que las conducen luego a ríos de mayor tamaño.

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 Cuetzalan del Progreso son:

45. El organismo Operador de Agua es dependiente económica y administrativamente del municipio.
46. Existe muy poco conocimiento sobre el funcionamiento operativo de la red en el personal directivo; el conocimiento está centralizado en el personal de base.
47. No existen planos (catastro de red), de la red de distribución de agua potable.
48. No existe un sistema de medición ni en las fuentes de abastecimiento ni en las tomas de agua.
49. No se cuenta con medidores ni registros históricos de mediciones de gasto o volumen en las fuentes y tomas de agua.
50. Los sistemas de desinfección son muy deficientes así como la protección de los principales elementos del sistema, tales como los tanques de regulación.
51. Se cuenta con una red de tubería muy vieja y en malas condiciones, lo que propicia el incremento de fugas no superficiales.
52. Actualmente la cobertura de la red de agua potable es del 70%. La distribución a la población que no cuenta con cobertura se realiza mediante pipas.

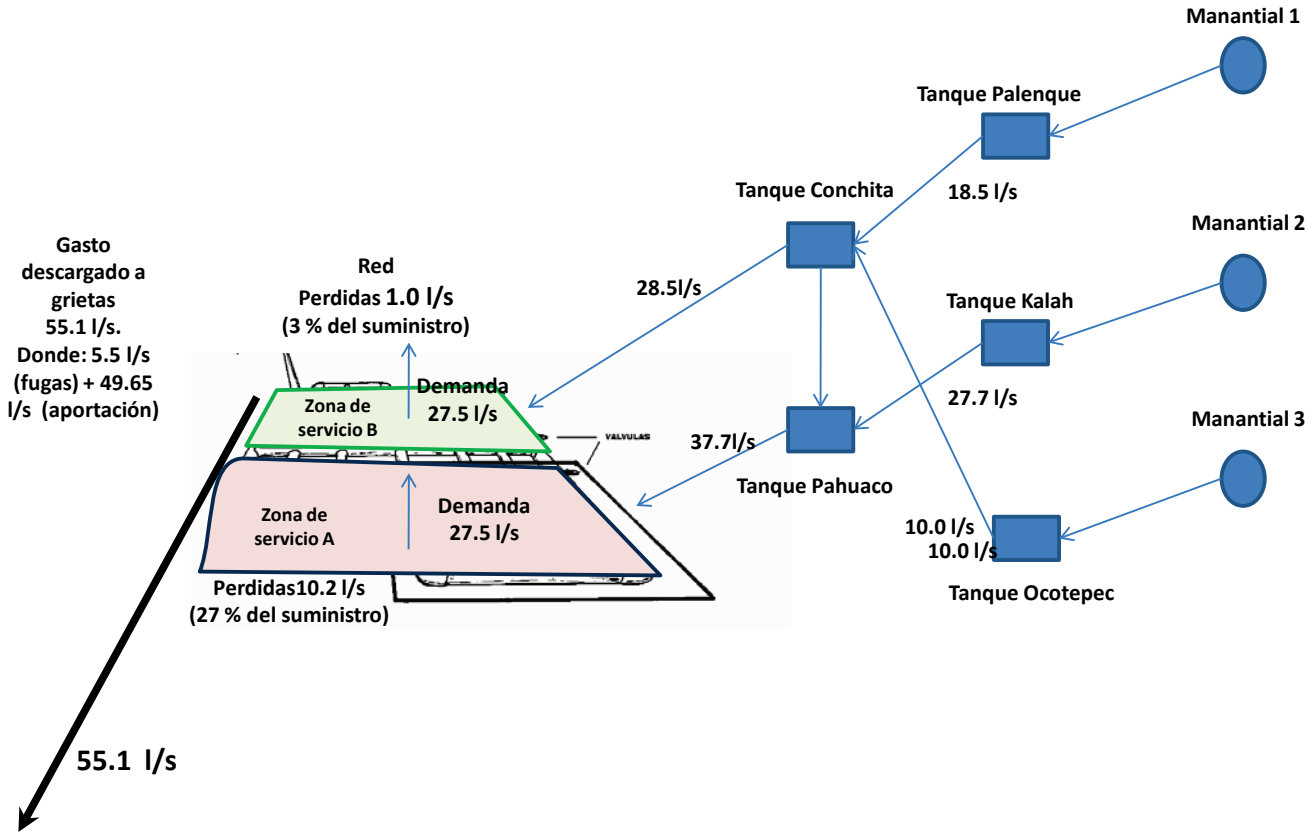
53. El desnivel entre los Tanques Conchita y Pahuaco y la población es de aproximadamente 30 m, lo que genera presiones en la red elevadas.
54. No existe padrón de usuarios.
55. No existe interés de parte de la población en que sean instalados medidores, pues consideran que se incrementaría el costo por el servicio.
56. No hay cultura del registro estadístico, ni de la rendición de cuentas en el organismo ni en la población.

7. Tomas

No existe un padrón de usuarios pero se sabe que existen cerca de 3,000 tomas correspondientes al servicio de agua potable.

8. Balance hidráulico

Balance Hidráulico. Cuetzalan del Progreso, Puebla



B. Drenaje y Saneamiento

1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas

No existe un sistema de desalojo de aguas servidas en el municipio, por lo que éstas son descargadas a grietas y pequeños arroyos.

2. Red de alcantarillado sanitario

No existe este sistema en el municipio.

3. Descargas

Estas se hacen directamente a grietas.

4. Sistema de saneamiento

Actualmente no existe saneamiento de las aguas residuales, esto constituye un riesgo de contaminación al acuífero y a las fuentes de abastecimiento.

C. Estructura Organizacional

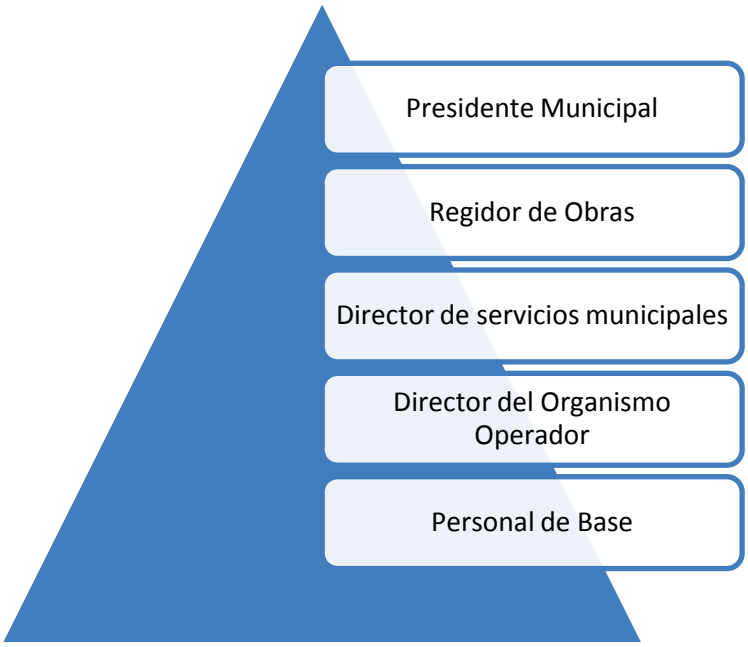
1. Organigrama y funciones

El Organismo Operador es dependiente administrativa y financieramente del ayuntamiento. En el caso del Municipio de Cuetzalan del Progreso, el responsable del servicio ante la presidencia es el Regidor de Obras, de manera jerárquica, le sigue el director de servicios del municipio, quien es el encargado de todos los

servicios públicos del ayuntamiento y tiene a su cargo el servicio de agua potable a través del Organismo Operador, que se encarga de la operación de la infraestructura hidráulica. Existen cinco personas que operan la red de distribución, una de ellas conoce a detalle la mayor parte de la información que tiene que ver con el cierre y apertura de válvulas. Ver Ilustración G – 6.

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 G - 6.
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

Esta información no pudo ser obtenida.

D. Esquema financiero y tarifario

XV. Tarifas por servicios de suministro de agua potable

El cobro es por cuota fija y está establecida en 300.0 $/año/usuario. Sólo el 30% de los usuarios paga el agua.

XVI. Estadística de consumos e ingresos mensuales y anuales

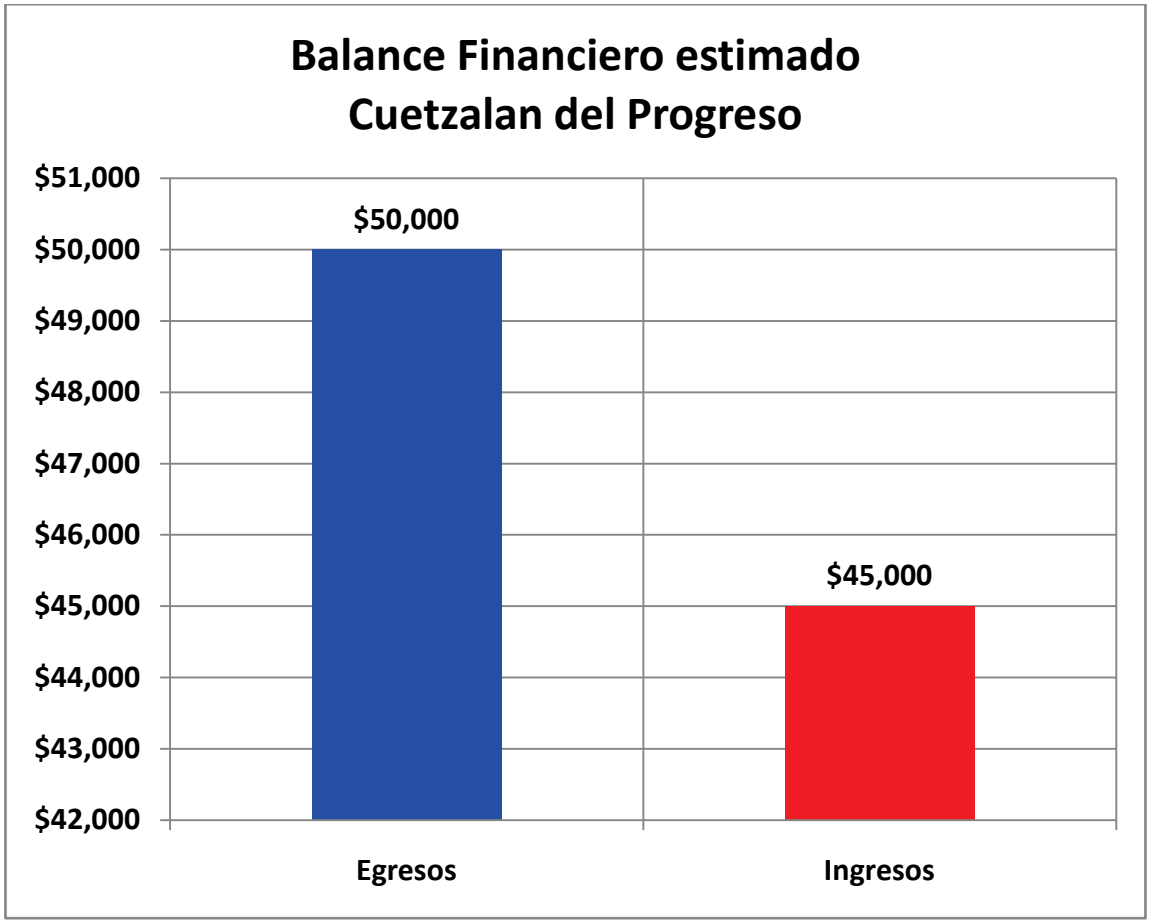
No se cuenta con históricos de esta información pero se sabe que, en forma indirecta, el sistema contable se encuentra en la tesorería municipal.

XVII. Balance financiero

De acuerdo con la información que fue posible recopilar, de manera bimestral la tesorería municipal eroga en promedio $50,000 pesos, principalmente en sueldos, salarios y prestaciones, puesto que no se realizan pagos por concepto de energía eléctrica al funcionar éste por gravedad. Considerando el nivel de recaudación (30 %) y la tarifa actualmente vigente (25 $/mes), bimestralmente los ingresos del organismo operador serían del orden de $45,000 pesos, es decir, tiene un déficit de $5,000 bimestralmente. Ver Ilustración G - 7.

Traducida en pesos, la pérdida del 50% del agua que se inyecta a la red equivale a decir que diariamente se pierden $833 pesos (considerando el indicador 11 de la Tabla G-7) y de manera bimestral $ 50,000 pesos.

Ilustración G - 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 G- 7.
Indicadores de gestión y evaluación.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	Población con agua potable x100/Población total	%	83
2	Cobertura de alcantarillado	Población con alcantarillado x100/Población total	%	0
3	Cobertura de tratamiento	Volumen de agua residual tratada x 100/Volumen de agua residual generada	%	0
4	Continuidad del servicio	Tomas con servicio continuo x100 /Total de tomas activas	%	100
5	Incidencia de la energía eléctrica	Costo de la energía eléctrica x 100 /Costos operacionales	%	0
6	Cobertura de Macro medición	Macro medidores instalando funcionando x100/ Fuentes de abastecimiento activa	%	0
7	Cobertura de micro medición	Micro medidores instalados funcionando x 100/ Tomas de agua activas registradas	%	0
8	Eficiencia física	Volumen de agua facturada x 100/Volumen de agua producida	%	50
9	Eficiencia comercial	Importe de agua recaudado x 100 /Importe de agua recaudado	%	30
10	Eficiencia total	Eficiencia física x eficiencia comercial	%	15
11	Costo de producción por m^3 de agua potable	Costos operacionales y administrativos/volumen extraído	$/m^3$	0.18

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 de agrupan en capítulos contables, como se muestra a continuación

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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.	$300,000
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$800,000
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$2,000,000
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias	
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333
SUBTOTAL	**$4,708,333**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$0
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$0
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.	
Diagnóstico técnico: Eficiencias Física e Hidráulica	$1,000,000
Diagnóstico técnico: Eficiencias Energética	$0
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
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$0
Proyecto Integral de saneamiento	$2,000,000
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$800,000
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$0
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$300,000
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333
SUBTOTAL	**$7,663,333**

Capitulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000
Equipo de medición de errores de exactitud en micro medidores	$3,333
Manómetro digital con datalogger	$5,556
Multímetro digital con datalogger	$2,222
Medidor de variables eléctricas en	$20,000
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778
Medidor portátil de aguas negras	$26,667
GPS	$2,222
SUBTOTAL	**$184,444**

Inversión necesaria Plan de Acción

Para el caso de Cuetzalan del Progreso, la inversión necesaria para la ejecución de las acciones establecidas se estima en **$12, 556,111 pesos 00/MN,** a ejercerse en 5 años, como se muestra a continuación.

G. Programa de ejecución de acciones

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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.	$300,000	3300					$150,000	$150,000				
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$800,000	3500	$800,000									
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$2,000,000	3500	$2,000,000									
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias												
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000	3900	$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$4,708,333**		**$3,445,000**	**$613,333**	**$33,333**	**$33,333**	**$400,000**	**$183,333**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Revisión, reformulación e implantación de catalogo 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
Asesoria 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 gestion 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, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000	3300	$400,000	$400,000								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$0	3300		$0	$0							
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$0	3300			$0	$0						
Georefenciación 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	$1,000,000	3300	$500,000	$500,000								
Diagnóstico técnico: Eficiencias Energética	$0	3300	$0									
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 rahabiliación del actual sistema	$0	3300	$0	$0								
Proyecto Integral de saneamiento	$2,000,000	3300	$1,000,000	$1,000,000								
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$800,000	3500	$800,000									
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$0	3500	$0									
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$300,000	3500	$150,000	$150,000								
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$7,663,333**		**$3,493,333**	**$2,793,333**	**$753,333**	**$170,000**	**$70,000**	**$103,333**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**

Capítulo 5000

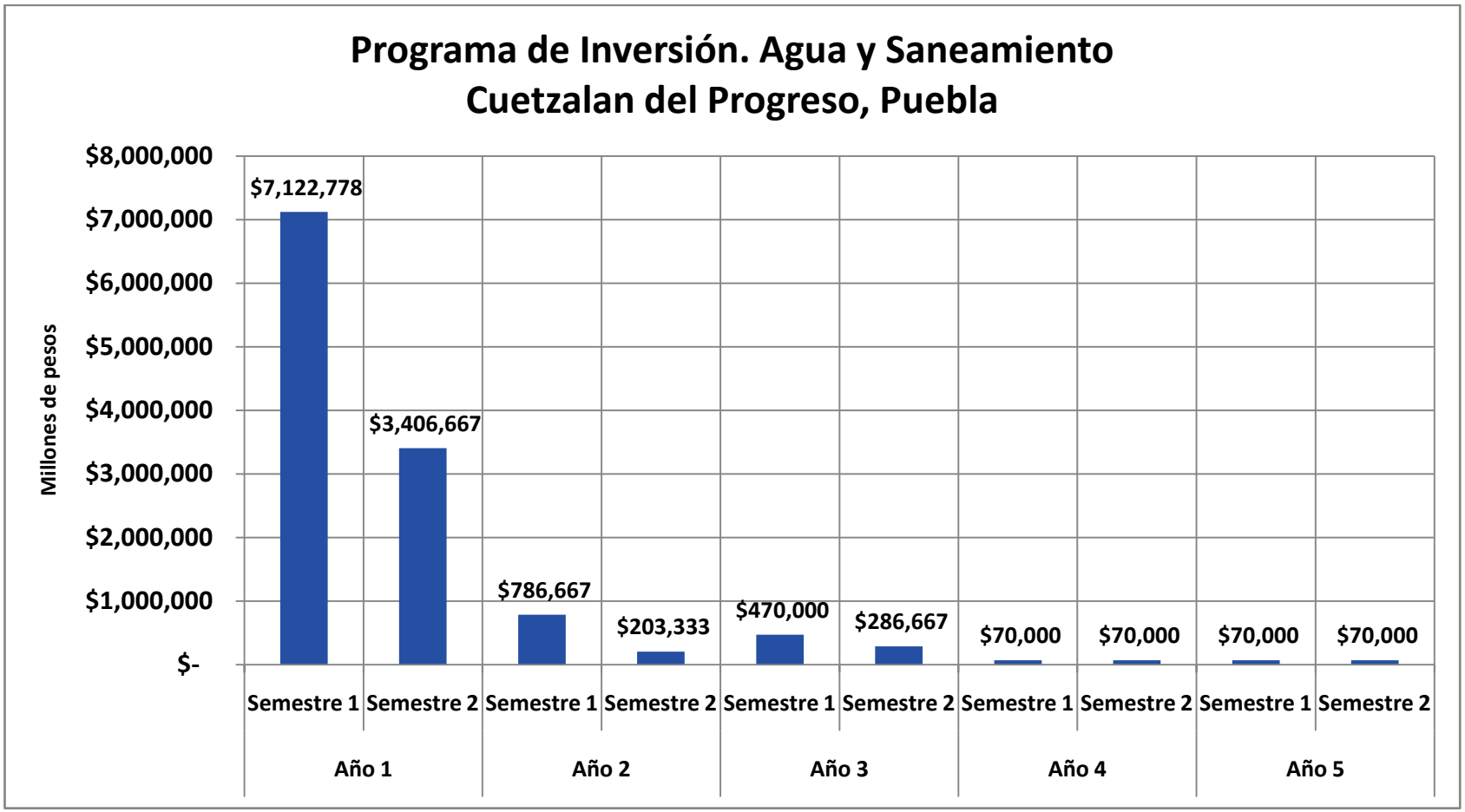
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado	Subcapitulo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000	5600	$20,000									
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333	5600	$3,333									
Manómetro digital con datalogger	$5,556	5600	$5,556									
Multímetro digital con datalogger	$2,222	5600	$2,222									
Medidor de variables electricas en	$20,000	5600	$20,000									
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667	5600	$26,667									
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778	5600	$77,778									
Medidor portátil de aguas negras	$26,667	5600	$26,667									
GPS	$2,222	5600	$2,222									
SUBTOTAL	**$184,444**		**$184,444**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 6000

INVERSIÓN PÚBLICA			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapitulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	$0	6100	$0	$0								
SUBTOTAL	**$0**		**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

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


Programa de Inversión. Agua y Saneamiento
Cuetzalan del Progreso, Puebla
Millones de pesos
$8,000,000
$7,000,000
$6,000,000
$5,000,000
$4,000,000
$3,000,000
$2,000,000
$1,000,000
$-
$7,122,778
$3,406,667
$786,667
$203,333
$470,000
$286,667
$70,000
$70,000
$70,000
$70,000
Semestre 1
Semestre 2
Semestre 1
Semestre 2
Semestre 1
Semestre 2
Semestre 1
Semestre 2
Semestre 1
Semestre 2
Año 1
Año 2
Año 3
Año 4
Año 5

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

PADHPOT

Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

Anexo 11. Diagnóstico: Organismos Operadores. Puebla: Tehuitzingo

ANEXO H. Diagnóstico: Organismos Operadores. Puebla

VII. Tehuitzingo

A. Agua Potable.

1. Prestación de los servicios

El suministro de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de Tehuitzingo, Puebla se proporciona a la cabecera municipal de manera independiente de las agencias o pueblos[35]. La primera está a cargo del municipio a través del Organismo Operador mientras que en los pueblos el servicio está a cargo de un Comité de Agua[36].

Es importante mencionar que para abastecer de agua a la población, el municipio dividió la cabecera municipal en cuatro secciones, a una de ellas, la sección tresel organismo operador no es responsable de proveerle el servicio por cuestiones de tipo político, si no que está a cargo de personas electas por representantes de la misma sección. Los trabajos de esta etapa del programa se enfocaron en estudiar el servicio correspondiente a la cabecera municipal y de manera particular a las secciones uno, dos y cuatro.

2. Suministro

La cabecera municipal cuenta para su abasto de agua potable con dos Pozos profundos (Pozos 1 y 2) y un Pozo Noria (Pozo 3) (ver Ilustración H -1) los cuales aportan un gasto máximo de 19.0 l/s y un gasto medio de 9.5 l/s (ver Tablas H - 1 y H – 2).

[35] De acuerdo a la Ley Orgánica del Estado de Puebla en su Artículo 9, inciso c, un pueblo es un centro de población que, conforme al último censo, cuente con un mínimo de 2,500 habitantes y con los siguientes servicios públicos: energía eléctrica, agua potable, trazado urbano, camino de terracería, plaza pública, caseta telefónica, correo o telégrafo, caseta de policía, cementerio, mercado, transporte público, lugares de recreo y para la práctica de deportes y escuelas de enseñanza preescolar, primaria y secundaria;

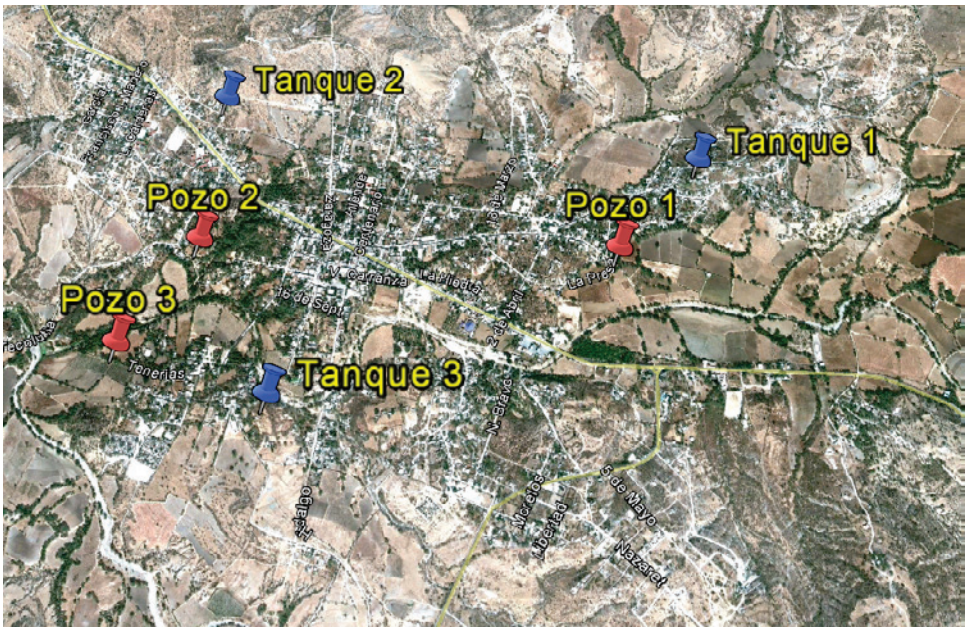
[36] Estos comités de Agua son independientes del Organismo Operador administrativa y financieramente.

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

Pozo	Descripción del sitio	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	'	"	º	'	"
1	Pozo Sección 4	18	19	53.37	98	15	56.37
2	Pozo Sección 1	18	19	54.74	98	16	52.65
3	Pozo Sección 2	18	19	40.91	98	17	2.04

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

Ilustración H - 1.
Localización de pozos y tanques de regulación en Tehuitzingo, Puebla.



FUENTE: (Google Earth)

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

Municipio	Nombre del Pozo	Q medidor pozo	Q medidor ultrasónico	Horas de bombeo por día	Volumen extraído	Q medio (inyectado al sistema)
		l/s	l/s	hrs	m^3/día	l/s
Tehuitzingo	Pozo 1	------	10.2	12	438.9	5.1
	Pozo 2	------	5.4	12	232.8	2.7
	Pozo 3	------	3.4	12	144.7	1.7
	TOTAL		**18.9**		**816.5**	**9.5**

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

Pozo	Bomba			
	Tipo	Potencia	Profundidad	Alimentación
		Hp	m	V
1	Sumergible	30	40	440
2	Sumergible	20	23	240
3	Sumergible	20	15	220

ozos visitados no existen equipos de medición instalados que permitan conocer el gasto aportado por cada uno de ellos, ni registros históricos de volúmenes de extracción. 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 ultrasónico[37], 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 H – 2.

[37] 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 H - 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 cloro en polvo, el cual se vierte de manera directa al agua depositada en los Tanques de Regulación. No fue posible obtener información respecto a si de manera periódica la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento analiza la calidad del agua de uso y consumo humano que evalué la eficiencia de este sistema de cloración actualmente empleado por el Organismo Operador de manera que no exista un riesgo para la población servida con el agua proveniente de las fuentes de abastecimiento.

4. Regulación

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 H – 4.

Ilustración H - 4.
Tanque de regulación en Tehuitzingo, Puebla

En el caso de Tehuitzingo, la regulación se realiza mediante tres Tanques: Tanque 1, 2 y 3, cada uno de ellos recibe agua de un pozo y distribuye a una sola sección (ver Tablas H – 4 y H – 5). En el primer caso, éste recibe agua del Pozo 1, que aporta un gasto medio de 5.1 l/s (53 % del gasto medio inyectado a la red), y distribuye a la sección 4- , el Tanque 2 recibe agua del Pozo 2 (2.7 l/s) y distribuye a la sección 1. El Pozo 3 envía 1.7 l/s al Tanque 3 y distribuye a la sección 2.

Tabla H - 4.
Localización de los tanques de regulación

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		º	"	'	º	"	'
Tanque 1	Sección 4	18	20	5.35	98	15	45.24
Tanque 2	Sección 1	18	20	15.03	98	16	50.82
Tanque 3	Sección 2	18	19	34.15	98	16	41.86

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

Tanque	Tipo	Capacidad	Material	Edad	Estado actual
		m^3		años	
Tanque 1	Superficial	600	Concreto	ND	En uso
Tanque 2	Superficial	50	Concreto	ND	En uso
Tanque 3	Superficial	200	Concreto	ND	En uso

5. Distribución y Políticas operativas

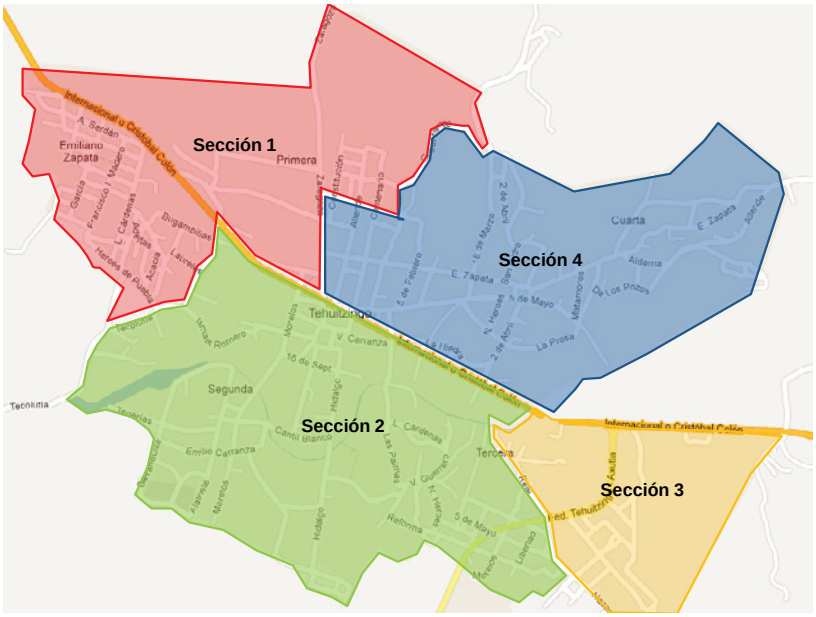
Distribución

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 cuatro zonas de servicio[38] o secciones (ver Ilustración H – 6). Como se mencionó anteriormente, el municipio se hace cargo sólo de los servicios correspondientes a las secciones 1, 2 y 4. En la sección 3 se cuenta con un comité que se hace cargo de éstos.

Cada sección recibe agua durante doce horas una vez al día. 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 más afectadas aquellas que se encuentran más alejadas de los tanques y en zonas altas. 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 estas colonias es mediante el uso de tanques cisterna (pipas).[39]

[38] Una zona de servicio es un segmento de red aislado temporalmente del sistema completo de manera que sólo esa zona disponga del servicio.
[39] De acuerdo a información proporcionada por el Organismo Operador, a estas zonas se envían diez pipas de 10 m^3 de agua por día

Ilustración H - 6.
Zonas de servicio o secciones en Tehuitzingo, Puebla



Políticas Operativas

La operación del sistema de distribución de agua potable del municipio de Tehuitzingo es el siguiente:

Tres Pozos profundos constituyen la fuente de abastecimiento de la cabecera municipal, mediante líneas de conducción envían agua hacia tres Tanques de Regulación, de los se distribuye un gasto medio de 9.5 l/s a tres zonas de servicio o secciones que demandan 7.0 l/s.

El Pozo 1 envía agua al Tanque 1 y éste distribuye un gasto de 5.2 l/s a la sección 4, el Pozo 2 envía agua al Tanque 2 y éste distribuye un gasto de 2.7 l/s a la sección 1. La sección 2 recibe un gasto de 1.8 l/s y se abastece a partir del Tanque 3 que, a su vez, recibe agua del Pozo 3. La sección 4 concentra aproximadamente al 50% de la población que atiende el Organismo Operador, - aproximadamente 8,400 personas y dotación de 150 l/h/d – lo que representa una demanda de 3.6 l/s, en tanto que en las secciones 1 y 2 se ubica el 50% restante. Suponiendo para estas dos secciones una distribución homogénea de la población - 2,100 usuarios

cada una -, la demanda en cada sección sería de 1.8 l/s para abastecerla durante 12 horas.

De acuerdo con lo anterior, para el caso de la sección 4 la diferencia entre la demanda y el suministro es de 1.6 l/s, lo que supone una pérdida física de al menos 30% del suministro. En el caso de las secciones 1 y 2 las diferencias entre suministro y demanda son de 0 l/s y 0.9 l/s, respectivamente, y pérdidas de 0 % y 32 %. Ver Tabla H – 6. Lo anterior significa que 2.4 l/s que se inyectan a la red de la zona se pierden en fugas en la red, al interior de los domicilios y en tomas clandestinas, esto representa para el Organismo y/o el Municipio un sobre costo del 25% (2.4/9.5*100) en energía eléctrica, potabilización, manejo y distribución del agua.

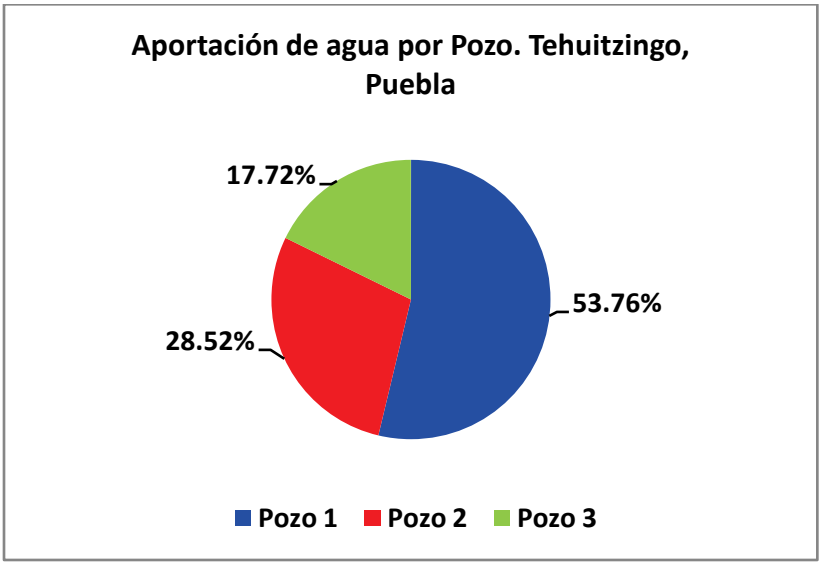
Tabla H - 6.
Balance hidráulico por zona de servicio.

Gasto medio inyectado a la Sección 1 (12 horas)	Gasto medio inyectado a la Sección 2 (12 horas)	Gasto medio inyectado a la Sección 4 (12 horas)	Gasto medio demandado en Sección 1 (12 horas)	Gasto medio demandado en Sección 2 (12 horas)	Gasto medio demandado en Sección 4 (12 horas)	Pérdidas físicas de agua en zona de servicio 1	Perdidas físicas en zona de servicio 2.	Perdidas físicas en zona de servicio 4.
l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
1.8	2.7	5.4	1.8	1.8	3.6	0	0.9	1.6

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 los Tanques y el centro de la cabecera municipal es de hasta 40 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 al 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 54% del volumen total inyectado a la red proviene del Pozo 1 en tanto que los Pozos 2 y 3 aportan el 46 % restante. Ver Ilustración H – 7.

Ilustración H - 7.
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 hacia una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). De acuerdo con información proporcionada por personal del Organismo Operador, la PTAR está fuera de uso debido a que nunca se terminó de construir ni poner en operación, es por ello que las aguas servidas pasan por la PTAR y se vierten directamente a un río sin tratamiento alguno. Se estima que llegan 8.0 l/s. Ver Ilustración H – 8. Es importante mencionar que no se cuenta con planos de este sistema.

Ilustración H - 8.
Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Tehuitzingo, Puebla

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 Tehuitzingo, Puebla son:

57. El Organismo Operador es dependiente, administrativa y financieramente del Ayuntamiento.
58. Existe poco conocimiento sobre el funcionamiento operativo de la red.
59. No existen planos (catastro de red), de la red de distribución de agua potable.
60. No existe un sistema de medición en las fuentes de abastecimiento ni en las tomas de agua.
61. No se cuenta con medidores ni registros históricos de mediciones de gasto o volumen en las fuentes y tomas de agua.
62. 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.

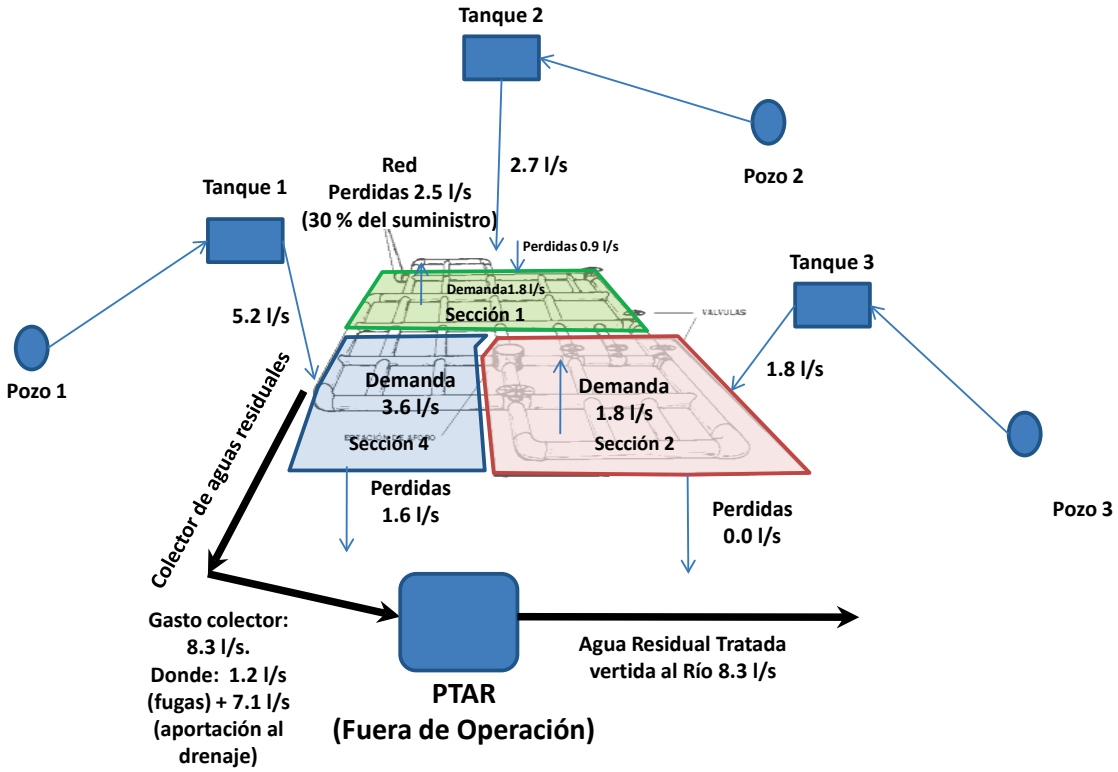
63. El desnivel entre los Tanques y la población es de aproximadamente 40 m, lo que genera presiones en la red muy elevadas y la posible existencia de fugas en el sistema.
64. No existe padrón de usuarios.
65. No existe interés alguno de parte de la población en que sean instalados medidores pues consideran incrementaría el costo por el servicio que se les cobraría
66. No hay cultura del registro estadístico, ni de la rendición de cuentas en el organismo ni en la población.

7. Tomas

No existe un padrón de usuarios pero se sabe que existen cerca de 2,500 tomas correspondientes al servicio de agua potable y cerca de 2,000 conexiones a la red de drenaje.

8. Balance hidráulico

Balance Hidráulico. Tehuitzingo, Puebla



De los 9.5 l/s promedio que se inyectan al sistema, sólo se demandan 7.0 l/s y se pierden 2.5 l/s en distinto tipo de fugas; suponiendo que al menos el 50% de lo fugado se vierte al drenaje y considerando que se aporta a este mismo sistema el 75% de la demanda (7.0 l/s) al colector principal se aporta un gasto de 8.3 l/s, los cuales son vertidos al Río sin tratamiento.

B. Drenaje y Saneamiento

1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas

27. No existe plano del catastro de la red de drenaje sanitario.
28. Las aguas servidas se vierten directamente – sin tratamiento- a un Río.
29. El servicio de drenaje sanitario no se cobra en la cuota
30. Se desconoce cómo fue calculada originalmente la red de drenaje existente
31. Durante la 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.
32. La tubería es muy vieja y, por lo tanto, 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 estas estructuras.

3. Descargas

El total de las aguas residuales son vertidas al Río sin tratamiento

4. Sistema de saneamiento

Tehuitzingo se construyó una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) actualmente fuera de operación. De acuerdo a los operadores del sistema, esta Planta nunca se terminó de construir. Han existido intentos por ponerla en marcha sin lograrlo.

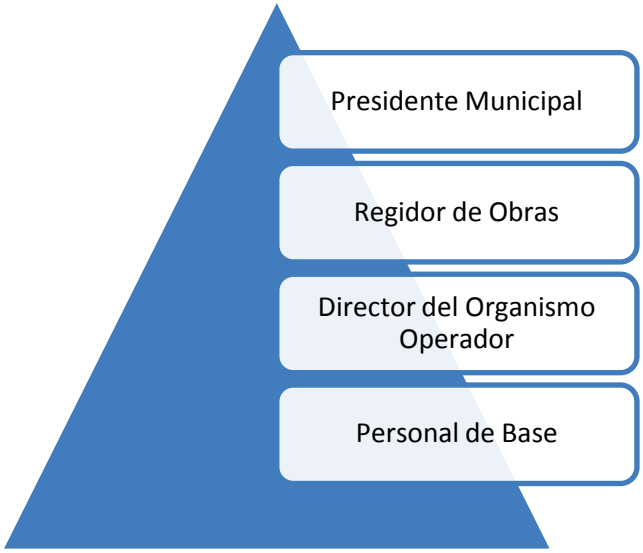
C. Estructura Organizacional

1. Organigrama y funciones

El Organismo Operador es dependiente administrativa y financieramente del ayuntamiento. En el caso de Tehuitzingo, 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. Existen cinco personas que son quienes operan la infraestructura hidráulica a cargo del municipio. Ver Ilustración H – 9.

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 H - 9.
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 enormemente 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

XVIII. Tarifas por servicios de suministro de agua potable

El cobro es por cuota fija y está establecida en 600.0 $/año/usuario. Sólo el 30 % de los usuarios paga por la prestación del servicio.

XIX. Estadística de consumos e ingresos mensuales y anuales

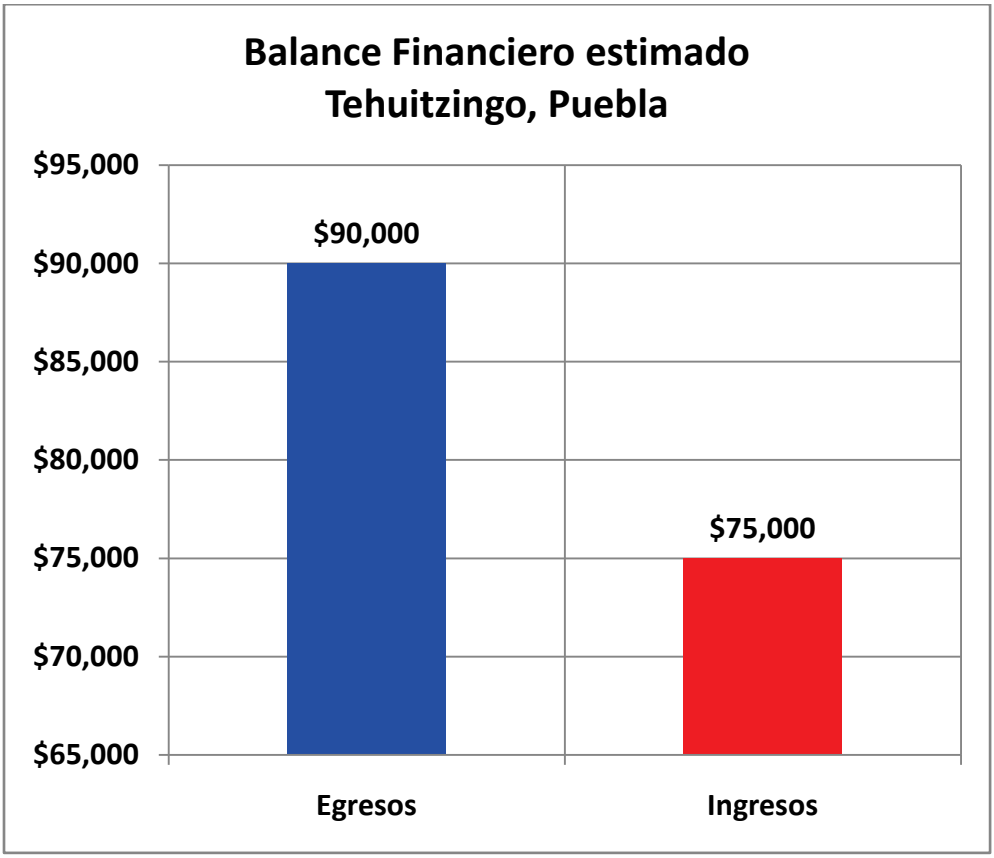
No se cuenta con históricos de esta información pero se sabe que, en forma indirecta, el sistema contable se encuentra en la tesorería municipal.

XX. Balance financiero

De acuerdo con la información que fue posible estimar, de manera bimestral la tesorería municipal eroga en promedio $30,000 pesos para el pago de energía eléctrica que, sumados a los costos de mantenimiento y operación (estimados en $50,000 pesos erogados principalmente en sueldos, salarios y prestaciones), suman una cantidad cercana a los $90,000 pesos bimestrales. Considerando el nivel de recaudación (30 %) y la tarifa actualmente vigente (50 $/mes) bimestralmente los ingresos del organismo operador serían del orden de $45,000 pesos, es decir, tiene un déficit de $75,000 bimestralmente. Ver Ilustración A-10. El 38% de los egresos del Organismo Operador corresponden al pago de la energía eléctrica que consumen los equipos electromecánicos.

Traducida en pesos, la pérdida del 30 % del agua que se inyecta a la red equivale a decir que diariamente se pierden $400 pesos (considerando el indicador 11 de la Tabla A-7) y de manera bimestral $ 24,000 pesos.

Ilustración H - 11.
Balance Financiero. Organismo Operador de Tehuitzingo, Puebla.



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 H - 7.
Indicadores de gestión y evaluación.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	Población con agua potable x100/Población total	%	80
2	Cobertura de alcantarillado	Población con alcantarillado x100/Población total	%	60
3	Cobertura de tratamiento	Volumen de agua residual tratada x 100/Volumen de agua residual generada	%	0
4	Continuidad del servicio	Tomas con servicio continuo x100 /Total de tomas activas	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	Costo de la energía eléctrica x 100 /Costos operacionales	%	38
6	Cobertura de Macro medición	Macro medidores instalando funcionando x100/ Fuentes de abastecimiento activa	%	0
7	Cobertura de micro medición	Micro medidores instalados funcionando x 100/ Tomas de agua activas registradas	%	0
8	Eficiencia física	Volumen de agua facturada x 100/Volumen de agua producida	%	70
9	Eficiencia comercial	Importe de agua recaudado x 100 /Importe de agua recaudado	%	30
10	Eficiencia total	Eficiencia física x eficiencia comercial	%	21
11	Costo de producción por m^3 de agua potable	Costos operacionales y administrativos/volumen extraído	$/m^3$	1.63

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 de agrupan en capítulos contables, tal y como se muestra a continuación

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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.	$300,000
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$600,000
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$1,200,000
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias	
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333
SUBTOTAL	**$3,708,333**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
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
Asesoría y capacitación en sistemas de medición y control a distancia	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoria y capacitación en operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría en la elaboración de proyectos de eficiencia física, hidráulica y energética.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en la operación de sistemas de desinfección de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en gestion administrativa, comercial, financiera y jurídica de un Organismo Operador	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de reducción de pérdidas en sistemas de agua potable	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Asesoría y capacitación en programas de uso eficiente de agua.	
Diseño y aplicación de asesorías y capacitaciones	$100,000
Actualización de planos de infraestructura hidráulica	
Actualización de Planos del sistema de agua potable: Incluye topografía, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, visitas a los pozos de visita, etc.	$800,000
Actualización de planos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$400,000
Georefenciación y montaje de los planos generados a un Sistema de Información Geográfica.	$100,000
Actualización y georeferenciación del padrón de usuarios de los Organismos Operadores.	$1,000,000
Elaborar un diagnóstico a detalle de la situación actual del Organismo Operador.	
Diagnóstico técnico: Eficiencias Física e Hidráulica	$1,000,000
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
Proyecto evaluación técnico financiera de diseño y propuesta de un sistema de distribución de agua potable o rahabiliación del actual sistema	$0
Proyecto Integral de saneamiento	$0
Programa de rehabilitación y protección a elementos del sistema de abastecimiento de agua: fuentes de abastecimiento, tanques de regularización y Acueductos	$600,000
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$450,000
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$250,000
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333
SUBTOTAL	**$7,263,333**

Capitulo 5000.- Bienes muebles, inmuebles e intangibles

BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333
Manómetro digital con datalogger	$5,556
Multímetro digital con datalogger	$2,222
Medidor de variables electricas en	$20,000
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778
Medidor portátil de aguas negras	$26,667
GPS	$2,222
SUBTOTAL	**$184,444**

Capitulo 6000.- Inversión pública

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo apróximado
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	$1,500,000
SUBTOTAL	**$1,500,000**

Inversión necesaria Plan de Acción

Para el caso de Tehuitzingo, la inversión necesaria para la ejecución de las acciones establecidas se estima en **$12, 656,111 pesos 00/MN,** a ejercerse en 5 años.

G. Programa de ejecución de acciones

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos privados)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
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.	$300,000	3300					$150,000	$150,000				
Adquisición e instalación de macro medidores en fuentes de abastecimiento y salida de tanques de regularización	$600,000	3500	$600,000									
Adquisición e instalación de sistemas de desinfección en las fuentes de abastecimiento	$1,200,000	3500	$1,200,000									
Programa de reducción de pérdidas de agua potable en líneas primarias												
Catastro básico de lineas principales de distribución.	$100,000	3900	$100,000									
Mediciones de caudales en fuentes de abastecimiento, lineas 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 politicas de mantenimiento y operación a infraestructura hidráulica y sistemas de desinfección de agua.	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$3,708,333**		**$2,445,000**	**$613,333**	**$33,333**	**$33,333**	**$400,000**	**$183,333**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capitulo 3000.- Servicios Generales. (Fondos públicos)

SERVICIOS GENERALES			Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo apróximado	Subcapítulo	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Revisión, reformulación e implantación de catalogo 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
Asesoria 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 gestion 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, geotécnia, visitas a campo, empleo de equipos detectores de tubería, etc.	$800,000	3300	$400,000	$400,000								
Actualización de plano del sistema de drenaje sanitario: Incluye topografía, geotécnia, 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						
Georefenciación 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	$1,000,000	3300	$500,000	$500,000								
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 rahabiliación del actual sistema	$0	3300	$0	$0								
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	$600,000	3500	$600,000									
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia.	$450,000	3500	$450,000									
Instalación de micro medidores. Lectura local con datalloger incluido.	$250,000	3500	$125,000	$125,000								
Manual de contingencias hidricas de los sistemas de Agua Potable y Saneamiento del municipio. (Plan de Seguridad del Agua)	$33,333	3300						$33,333				
SUBTOTAL	**$7,263,333**		**$2,918,333**	**$2,168,333**	**$1,353,333**	**$370,000**	**$70,000**	**$103,333**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**	**$70,000**

Capítulo 5000

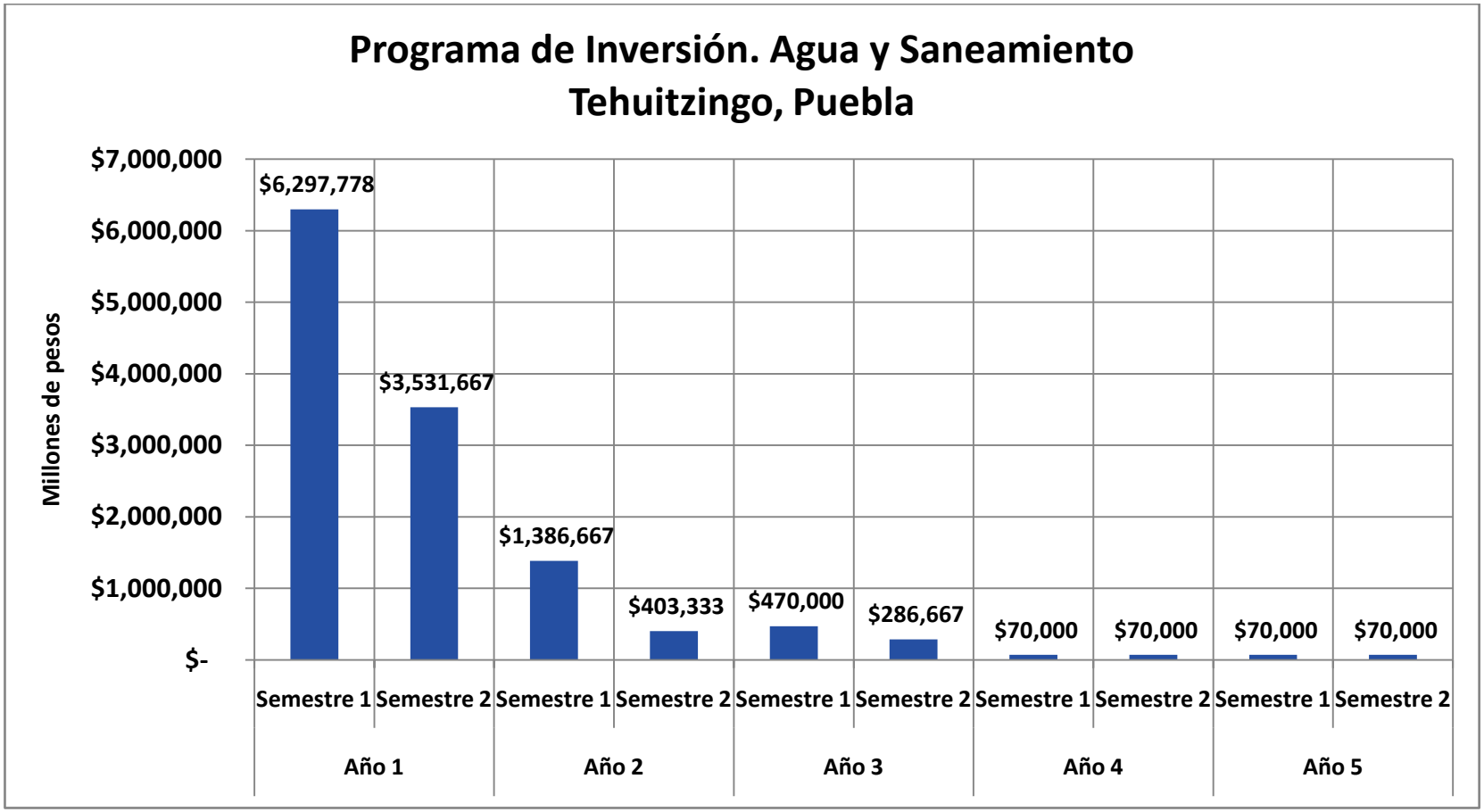
BIENES MUEBLES, INMUEBLES E INTANGIBLES	Costo apróximado	Subcapitulo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Medidor ultrasónico portátil.	$20,000	5600	$20,000									
Equipo de medición de errores de exatitud en micro medidores	$3,333	5600	$3,333									
Manómetro digital con datalogger	$5,556	5600	$5,556									
Multímetro digital con datalogger	$2,222	5600	$2,222									
Medidor de variables electricas en	$20,000	5600	$20,000									
Equipo detector de fugas (geófono)	$26,667	5600	$26,667									
Equipo detector de fugas (correlador)	$77,778	5600	$77,778									
Medidor portátil de aguas negras	$26,667	5600	$26,667									
GPS	$2,222	5600	$2,222									
SUBTOTAL	**$184,444**		**$184,444**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Capítulo 6000

INVERSIÓN PÚBLICA	Costo apróximado	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
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO												
Rehabilitación de pozos profundos: extracción de equipo de bombeo, inspección con cámara del ademe y propuestas de rehabilitación	$1,500,000	6100	$750,000	$750,000								
SUBTOTAL	**$1,500,000**		**$750,000**	**$750,000**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

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



Anexo 12. Lecturas del aforo de fuentes.

Medidor ultrasónico portátil

Anexo 12. Lecturas del aforo de fuentes. Medidor ultrasónico portátil

Oaxaca

Mediciones realizadas en Ocotlán de Morelos

Lectura	Pozo 1		Pozo 2		Pozo 4		Pozo Nilahui	
	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
		l/s		l/s		l/s		l/s
1	11:21:02	4.70	12:11:31	3.60	13:00:02	7.80	13:30:34	6.00
2	11:21:32	4.70	12:12:01	3.60	13:00:17	7.80	13:30:49	6.00
3	11:22:02	4.70	12:12:31	3.60	13:00:32	7.70	13:31:04	6.00
4	11:22:32	4.70	12:13:01	3.60	13:00:47	7.80	13:31:19	6.00
5	11:23:02	4.70	12:13:31	3.60	13:01:02	7.70	13:31:34	6.00
6	11:23:32	4.70	12:14:01	3.60	13:01:17	7.70	13:31:49	6.00
7	11:24:02	4.00	12:14:31	3.60	13:01:32	7.70	13:32:04	6.00
8	11:24:32	4.50	12:15:01	3.70	13:01:47	7.80	13:32:19	6.00
9	11:25:02	4.70	12:15:31	3.70	13:02:02	7.70	13:32:34	6.00
10	11:25:32	4.70	12:16:01	3.70	13:02:17	7.80	13:32:49	6.00
11	11:26:02	4.70	12:16:31	3.60	13:02:32	7.80	13:33:04	6.00
12	11:26:32	4.70	12:17:01	3.70	13:02:47	7.80	13:33:19	6.00
13	11:27:02	4.70	12:17:31	3.70	13:03:02	7.80	13:33:34	6.00
14	11:27:32	4.70	12:18:01	3.70	13:03:17	7.70	13:33:49	6.00
15	11:28:02	4.70	12:18:31	3.70	13:03:32	7.80	13:34:04	6.00
16	11:28:32	4.70	12:19:01	3.70	13:03:47	7.80	13:34:19	6.00
17	11:29:02	4.70	12:19:31	3.80	13:04:02	7.80	13:34:34	6.00
18	11:29:32	4.70	12:20:01	3.80	13:04:17	7.80	13:34:49	6.00
19	11:30:02	4.70	12:20:31	3.80	13:04:32	7.80	13:35:04	6.00
20	11:30:32	4.70	12:21:01	3.80	13:04:47	7.80	13:35:19	6.00
21	11:31:02	4.70	12:21:31	3.90	13:05:02	7.80	13:35:34	6.00
22	11:31:32	4.70	12:22:01	3.90	13:05:17	7.80	13:35:49	6.00
23	11:32:02	4.70	12:22:31	3.90	13:05:32	7.80	13:36:04	6.00
24	11:32:32	4.70	12:23:01	3.90	13:05:47	7.70	13:36:19	6.00
25	11:33:02	4.70	12:23:31	3.70	13:06:02	7.80	13:36:34	6.00
26	11:33:32	4.70	12:24:01	3.80	13:06:17	7.80	13:36:49	6.00
27	11:34:02	4.70	12:24:31	3.80	13:06:32	7.80	13:37:04	6.00
28	11:34:32	4.70	12:25:01	3.80	13:06:47	7.80	13:37:19	6.00
29	11:35:02	4.70	12:25:31	3.70	13:07:02	7.80	13:37:34	6.00

30	11:35:32	4.70	12:26:01	3.70	13:07:17	7.80	13:37:49	6.00
31	11:36:02	4.70	12:26:31	3.70	13:07:32	7.80	13:38:04	6.00
32	11:36:32	4.70	12:27:01	3.70	13:07:47	7.80	13:38:19	6.00
33	11:37:02	4.70	12:27:31	3.70	13:08:02	7.80	13:38:34	6.00
34	11:37:32	4.70	12:28:01	3.70	13:08:17	7.70	13:38:49	6.00
35	11:38:02	4.70	12:28:31	3.70	13:08:32	7.70	13:39:04	6.00
36	11:38:32	4.70	12:29:01	3.70	13:08:47	7.80	13:39:19	6.00
37	11:39:02	4.70	12:29:31	3.70	13:09:02	7.80	13:39:34	6.00
38	11:39:32	4.70	12:30:01	3.70	13:09:17	7.80	13:39:49	5.90
39	11:40:02	4.70	12:30:31	3.80	13:09:32	7.70		
40	11:40:32	4.70	12:31:01	3.80	13:09:47	7.70		

Mediciones realizadas en San Francisco Telixtlahuaca

Lectura	Pozo 1		Pozo 3	
	Hora	Volumen	Hora	Volumen
		l/s		l/s
1	13:08:05	11.10	12:13:02	4.70
2	13:08:35	11.10	12:13:32	4.70
3	13:09:05	11.10	12:14:02	4.70
4	13:09:35	11.10	12:14:32	4.70
5	13:10:05	11.10	12:15:02	4.70
6	13:10:35	11.10	12:15:32	4.80
7	13:11:05	11.00	12:16:02	4.70
8	13:11:35	11.00	12:16:32	4.70
9	13:12:05	11.00	12:17:02	4.70
10	13:12:35	11.00	12:17:32	4.70
11	13:13:05	11.00	12:18:02	4.80
12	13:13:35	11.00	12:18:32	4.70
13	13:14:05	11.00	12:19:02	4.80
14	13:14:35	11.00	12:19:32	4.70
15	13:15:05	11.00	12:20:02	4.70
16	13:15:35	11.00	12:20:32	4.80
17	13:16:05	11.00	12:21:02	4.80
18	13:16:35	11.00	12:21:32	4.70
19	13:17:05	10.90	12:22:02	4.80
20	13:17:35	11.00	12:22:32	4.80
21	13:18:05	11.00	12:23:02	4.80

22	13:18:35	11.00	12:23:32	4.70
23	13:19:05	11.10	12:24:02	4.70
24	13:19:35	11.00	12:24:32	4.60
25	13:20:05	11.00	12:25:02	4.60
26	13:20:35	11.00	12:25:32	4.50
27	13:21:05	11.00	12:26:02	4.60
28	13:21:35	11.00	12:26:32	4.60
29	13:22:05	11.00	12:27:02	4.60
30	13:22:35	11.00	12:27:32	4.70
31	13:23:05	10.90	12:28:02	4.60
32	13:23:35	10.90	12:28:32	4.60
33	13:24:05	10.90	12:29:02	4.60
34	13:24:35	11.00	12:29:32	4.70
35	13:25:05	10.90	12:30:02	4.60
36	13:25:35	11.00	12:30:32	4.60
37	13:26:05	10.90	12:31:02	4.70
38	13:26:35	10.90	12:31:32	4.60
39	13:27:05	11.00	12:32:02	4.70
40	13:27:35	11.00	12:32:32	4.70

Mediciones realizadas en Zimatlán de Álvarez

Lectura	Pozo 1		Pozo 3		Pozo 5		Pozo 7	
	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
		l/s		l/s		l/s		l/s
1	15:10:02	3.9	14:03:08	3.3	16:02:02	15.2	13:00:02	8.0
2	15:10:32	3.9	14:03:38	3.3	16:02:32	15.2	13:00:32	7.9
3	15:11:02	3.9	14:04:08	3.3	16:03:02	15.1	13:01:02	7.9
4	15:11:32	3.9	14:04:38	3.3	16:03:32	15.0	13:01:32	7.9
5	15:12:02	3.9	14:05:08	3.3	16:04:02	14.4	13:02:02	7.8
6	15:12:32	3.9	14:05:38	3.3	16:04:32	15.5	13:02:32	7.9
7	15:13:02	3.8	14:06:08	3.3	16:05:02	15.1	13:03:02	7.9
8	15:13:32	4.0	14:06:38	3.3	16:05:32	15.8	13:03:32	7.9
9	15:14:02	3.9	14:07:08	3.3	16:06:02	14.8	13:04:02	7.9
10	15:14:32	3.8	14:07:38	3.3	16:06:32	14.9	13:04:32	7.9
11	15:15:02	3.7	14:08:08	3.3	16:07:02	15.1	13:05:02	7.9
12	15:15:32	3.7	14:08:38	3.3	16:07:32	15.1	13:05:32	7.8
13	15:16:02	3.7	14:09:08	3.3	16:08:02	15.2	13:06:02	7.8

14	15:16:32	3.7	14:09:38	3.3	16:08:32	15.1	13:06:32	7.8
15	15:17:02	3.7	14:10:08	3.3	16:09:02	15.0	13:07:02	7.9
16	15:17:32	3.6	14:10:38	3.3	16:09:32	15.6	13:07:32	7.9
17	15:18:02	3.6	14:11:08	3.3	16:10:02	15.1	13:08:02	7.8
18	15:18:32	3.7	14:11:38	3.3	16:10:32	15.1	13:08:32	7.8
19	15:19:02	3.6	14:12:08	3.3	16:11:02	15.1	13:09:02	7.9
20	15:19:32	3.6	14:12:38	3.3	16:11:32	15.0	13:09:32	8.2
21	15:20:02	3.6	14:13:08	3.3	16:12:02	15.6	13:10:02	7.7
22	15:20:32	3.6	14:13:38	3.3	16:12:32	15.1	13:10:32	7.8
23	15:21:02	3.6	14:14:08	3.3	16:13:02	15.1	13:11:02	7.8
24	15:21:32	3.6	14:14:38	3.3			13:11:32	7.8
25	15:22:02	3.5	14:15:08	3.3			13:12:02	8.0
26	15:22:32	3.5	14:15:38	3.3			13:12:32	8.0
27	15:23:02	3.5	14:16:08	3.3			13:13:02	7.4
28	15:23:32	3.5	14:16:38	3.3			13:13:32	7.8
29	15:24:02	3.5	14:17:08	3.2			13:14:02	7.9
30	15:24:32	3.6	14:17:38	3.2			13:14:32	7.9
31	15:25:02	3.6	14:18:08	3.2			13:15:02	8.0
32	15:25:32	3.6	14:18:38	3.2			13:15:32	7.9
33	15:26:02	3.5	14:19:08	3.2			13:16:02	7.9
34	15:26:32	3.5	14:19:38	3.2			13:16:32	8.3
35	15:27:02	3.5	14:20:08	3.2			13:17:02	8.1
36	15:27:32	3.6	14:20:38	3.2			13:17:32	8.0
37	15:28:02	3.6	14:21:08	3.2			13:18:02	8.0
38	15:28:32	3.6	14:21:38	3.2			13:18:32	7.9
39	15:29:02	3.7	14:22:08	3.2			13:19:02	7.9
40	15:29:32	3.7	14:22:38	3.2			13:19:32	7.8

Puebla

Mediciones realizadas en Izúcar de Matamoros

Lectura	Pozo 2		Pozo 3 nuevo		Pozo 3 viejo		Pozo 4 nuevo	
	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
		l/s		l/s		l/s		l/s
1	12:21:44	33.10	7:40:13	56.80	11:58:05	38.60	17:20:32	40.30

2	12:22:14	33.00	7:40:43	57.00	11:58:35	38.50	17:21:02	40.20
3	12:22:44	33.10	7:41:13	56.90	11:59:05	38.70	17:21:32	40.20
4	12:23:14	33.10	7:41:43	57.00	11:59:35	38.60	17:22:02	40.10
5	12:23:44	33.10	7:42:13	56.90	12:00:05	38.70	17:22:32	40.10
6	12:24:14	32.90	7:42:43	56.80	12:00:35	38.60	17:23:02	40.20
7	12:24:44	33.10	7:43:13	56.90	12:01:05	38.50	17:23:32	40.10
8	12:25:14	33.20	7:43:43	57.00	12:01:35	38.40	17:24:02	40.10
9	12:25:44	33.10	7:44:13	56.90	12:02:05	38.50	17:24:32	40.10
10	12:26:14	33.10	7:44:43	56.80	12:02:35	38.50	17:25:02	40.10
11	12:26:44	33.00	7:45:13	56.80	12:03:05	38.60	17:25:32	40.10
12	12:27:14	32.80	7:45:43	56.90	12:03:35	38.60	17:26:02	40.00
13	12:27:44	32.90	7:46:13	57.00	12:04:05	38.60	17:26:32	40.10
14	12:28:14	33.00	7:46:43	57.10	12:04:35	38.60	17:27:02	40.00
15	12:28:44	33.00	7:47:13	56.90	12:05:05	38.70	17:27:32	40.10
16	12:29:14	32.90	7:47:43	57.00	12:05:35	38.60	17:28:02	39.90
17	12:29:44	32.90	7:48:13	57.00	12:06:05	38.80	17:28:32	40.10
18	12:30:14	32.80	7:48:43	57.00	12:06:35	38.70	17:29:02	40.10
19	12:30:44	33.00	7:49:13	57.00	12:07:05	38.60	17:29:32	40.00
20	12:31:14	32.90	7:49:43	56.90	12:07:35	38.30	17:30:02	40.10
21	12:31:44	33.00	7:50:13	56.90	12:08:05	38.50	17:30:32	40.10
22	12:32:14	33.00			12:08:35	38.60	17:31:02	40.10
23	12:32:44	32.90			12:09:05	38.50	17:31:32	40.00
24	12:33:14	33.10			12:09:35	38.50	17:32:02	39.90
25	12:33:44	33.20			12:10:05	38.50	17:32:32	40.00
26	12:34:14	33.00			12:10:35	38.50	17:33:02	40.10
27	12:34:44	33.00			12:11:05	38.50	17:33:32	40.10
28	12:35:14	33.00			12:11:35	38.50	17:34:02	40.00
29	12:35:44	33.00			12:12:05	38.70	17:34:32	40.00
30	12:36:14	33.00			12:12:35	38.50	17:35:02	40.10
31	12:36:44	32.90			12:13:05	38.40	17:35:32	40.10
32	12:37:14	33.00			12:13:35	38.30	17:36:02	40.10
33	12:37:44	33.00			12:14:05	38.40	17:36:32	40.00
34	12:38:14	33.00			12:14:35	38.50	17:37:02	40.00
35	12:38:44	32.80			12:15:05	38.50	17:37:32	39.90
36	12:39:14	32.90			12:15:35	38.50	17:38:02	39.80
37	12:39:44	33.00			12:16:05	38.50	17:38:32	39.90
38	12:40:14	32.90			12:16:35	38.60	17:39:02	40.00
39	12:40:44	32.80			12:17:05	38.40	17:39:32	40.00
40	12:41:14	32.80			12:17:35	38.40	17:40:02	40.00

Lectura	Pozo 4 viejo		Pozo 5		Pozo 6	
	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
		l/s		l/s		l/s
1	10:26:17	18.30	15:11:03	33.10	15:59:30	38.40
2	10:26:32	18.30	15:11:33	33.00	16:00:00	38.30
3	10:26:47	18.30	15:12:03	33.10	16:00:30	38.20
4	10:27:02	18.30	15:12:33	33.10	16:01:00	38.40
5	10:27:17	18.30	15:13:03	33.00	16:01:30	38.30
6	10:27:32	18.30	15:13:33	33.10	16:02:00	38.20
7	10:27:47	18.30	15:14:03	33.00	16:02:30	38.20
8	10:28:02	18.30	15:14:33	33.10	16:03:00	38.10
9	10:28:17	18.30	15:15:03	33.50	16:03:30	38.10
10	10:28:32	18.30	15:15:33	33.30	16:04:00	38.20
11	10:28:47	18.30	15:16:03	32.60	16:04:30	38.20
12	10:29:02	18.30	15:16:33	32.90	16:05:00	38.10
13	10:29:17	18.30	15:17:03	33.00	16:05:30	38.20
14	10:29:32	18.30	15:17:33	33.50	16:06:00	38.30
15	10:29:47	18.30	15:18:03	33.00	16:06:30	38.10
16	10:30:02	18.30	15:18:33	33.00	16:07:00	38.10
17	10:30:17	18.30	15:19:03	33.10	16:07:30	38.20
18	10:30:32	18.30	15:19:33	33.00	16:08:00	38.20
19	10:30:47	18.30	15:20:03	33.40	16:08:30	38.20
20	10:31:02	18.30	15:20:33	33.40	16:09:00	38.20
21	10:31:17	18.30	15:21:03	33.40	16:09:30	38.20
22	10:31:32	18.30	15:21:33	33.30	16:10:00	38.20
23	10:31:47	18.30	15:22:03	33.10	16:10:30	38.30
24	10:32:02	18.40	15:22:33	32.90	16:11:00	38.10
25	10:32:17	18.40	15:23:03	32.90	16:11:30	38.00
26	10:32:32	18.40	15:23:33	32.90	16:12:00	38.00
27	10:32:47	18.40	15:24:03	32.50	16:12:30	38.20
28	10:33:02	18.40	15:24:33	32.50	16:13:00	38.20
29	10:33:17	18.40	15:25:03	32.80	16:13:30	38.20
30	10:33:32	18.40	15:25:33	32.90	16:14:00	38.20
31	10:33:47	18.30	15:26:03	32.90	16:14:30	38.20
32	10:34:02	18.30	15:26:33	32.90	16:15:00	38.30
33	10:34:17	18.30	15:27:03	33.00	16:15:30	38.20
34	10:34:32	18.30	15:27:33	33.00	16:16:00	38.40
35	10:34:47	18.40	15:28:03	33.00	16:16:30	38.30

36	10:35:02	18.30	15:28:33	33.10	16:17:00	38.30
37	10:35:17	18.30	15:29:03	33.10	16:17:30	38.30
38	10:35:32	18.40	15:29:33	33.50	16:18:00	38.40
39	10:35:47	18.30	15:30:03	33.10	16:18:30	38.30
40	10:36:02	18.30	15:30:33	32.90	16:19:00	38.30

Mediciones realizadas en Tehuitzingo

Lectura	Pozo 1		Pozo 2		Pozo 3 noria	
	Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
		l/s		l/s		l/s
1	11:00:16	10.10	11:45:01	5.40	12:05:02	3.30
2	11:00:46	10.10	11:45:16	5.40	12:05:17	3.30
3	11:01:16	10.10	11:45:31	5.40	12:05:32	3.30
4	11:01:46	10.10	11:45:46	5.40	12:05:47	3.30
5	11:02:16	10.10	11:46:01	5.40	12:06:02	3.30
6	11:02:46	10.10	11:46:16	5.40	12:06:17	3.30
7	11:03:16	10.20	11:46:31	5.40	12:06:32	3.30
8	11:03:46	10.10	11:46:46	5.40	12:06:47	3.30
9	11:04:16	10.20	11:47:01	5.40	12:07:02	3.30
10	11:04:46	10.20	11:47:16	5.40	12:07:17	3.30
11	11:05:16	10.20	11:47:31	5.40	12:07:32	3.30
12	11:05:46	10.20	11:47:46	5.40	12:07:47	3.30
13	11:06:16	10.20	11:48:01	5.40	12:08:02	3.30
14	11:06:46	10.20	11:48:16	5.40	12:08:17	3.30
15	11:07:16	10.20	11:48:31	5.40	12:08:32	3.40
16	11:07:46	10.20	11:48:46	5.40	12:08:47	3.40
17	11:08:16	10.20	11:49:01	5.40	12:09:02	3.30
18	11:08:46	10.20	11:49:16	5.40	12:09:17	3.30
19	11:09:16	10.20	11:49:31	5.40	12:09:32	3.30
20	11:09:46	10.20	11:49:46	5.40	12:09:47	3.30
21	11:10:16	10.10	11:50:01	5.40	12:10:02	3.30
22	11:10:46	10.10	11:50:16	5.10	12:10:17	3.30
23	11:11:16	10.10	11:50:31	5.40	12:10:32	3.40
24	11:11:46	10.10	11:50:46	5.40	12:10:47	3.40
25	11:12:16	10.20	11:51:01	5.40	12:11:02	3.40
26	11:12:46	10.10	11:51:16	5.40	12:11:17	3.40
27	11:13:16	10.10	11:51:31	5.40	12:11:32	3.40

28	11:13:46	10.10	11:51:46	5.40	12:11:47	3.40
29	11:14:16	10.20	11:52:01	5.40	12:12:02	3.40
30	11:14:46	10.20	11:52:16	5.40	12:12:17	3.40
31	11:15:16	10.20	11:52:31	5.40	12:12:32	3.40
32	11:15:46	10.20	11:52:46	5.40	12:12:47	3.40
33	11:16:16	10.20	11:53:01	5.40	12:13:02	3.40
34	11:16:46	10.20	11:53:16	5.40	12:13:17	3.40
35	11:17:16	10.20	11:53:31	5.40	12:13:32	3.40
36	11:17:46	10.20	11:53:46	5.40	12:13:47	3.40
37	11:18:16	10.20	11:54:01	5.40	12:14:02	3.40
38			11:54:16	5.40	12:14:17	3.40
39			11:54:31	5.40	12:14:32	3.30
40			11:54:46	5.40	12:14:47	3.40
		10.16		5.39		3.35

Tlaxcala

Mediciones realizadas en El Carmen Tequexquitla

Lectura	Pozo 1		Pozo 2	
	Hora	Volumen	Hora	Volumen
		l/s		l/s
1	13:55:05	31.6	9:59:19	17.8
2	13:55:35	31.6	9:59:49	17.8
3	13:56:05	31.5	10:00:19	17.7
4	13:56:35	31.6	10:00:49	17.8
5	13:57:05	31.6	10:01:19	17.7
6	13:57:35	31.6	10:01:49	17.7
7	13:58:05	31.7	10:02:19	17.7
8	13:58:35	31.7	10:02:49	17.7
9	13:59:05	31.8	10:03:19	17.7
10	13:59:35	31.7	10:03:49	17.7
11	14:00:05	31.6	10:04:19	17.7
12	14:00:35	31.6	10:04:49	17.8
13	14:01:05	31.5	10:05:19	17.8
14	14:01:35	31.6	10:05:49	17.8
15	14:02:05	31.6	10:06:19	17.7
16	14:02:35	31.4	10:06:49	17.7
17	14:03:05	31.5	10:07:19	17.7
18	14:03:35	31.6	10:07:49	17.7
19	14:04:05	31.7	10:08:19	17.7
20	14:04:35	31.9	10:08:49	17.7
21	14:05:05	31.8	10:09:19	17.7
22	14:05:35	31.7	10:09:49	17.7
23	14:06:05	31.5	10:10:19	17.6
24	14:06:35	31.7	10:10:49	17.6
25	14:07:05	31.6	10:11:19	17.4
26	14:07:35	31.8	10:11:49	17.4
27	14:08:05	31.7	10:12:19	17.4
28	14:08:35	31.6	10:12:49	17.4
29	14:09:05	31.7	10:13:19	17.4
30	14:09:35	31.5	10:13:49	17.4
31	14:10:05	31.5	10:14:19	17.5
32	14:10:35	31.6	10:14:49	17.3

33	14:11:05	31.5	10:15:19	17.5
34	14:11:35	31.6	10:15:49	17.5
35	14:12:05	31.6	10:16:19	17.4
36	14:12:35	31.8	10:16:49	17.5
37	14:13:05	31.6	10:17:19	17.5
38	14:13:35	31.7	10:17:49	17.5
39	14:14:05	31.6	10:18:19	17.5
40	14:14:35	31.7	10:18:49	17.5

Anexo 13. Memoria Fotográfica

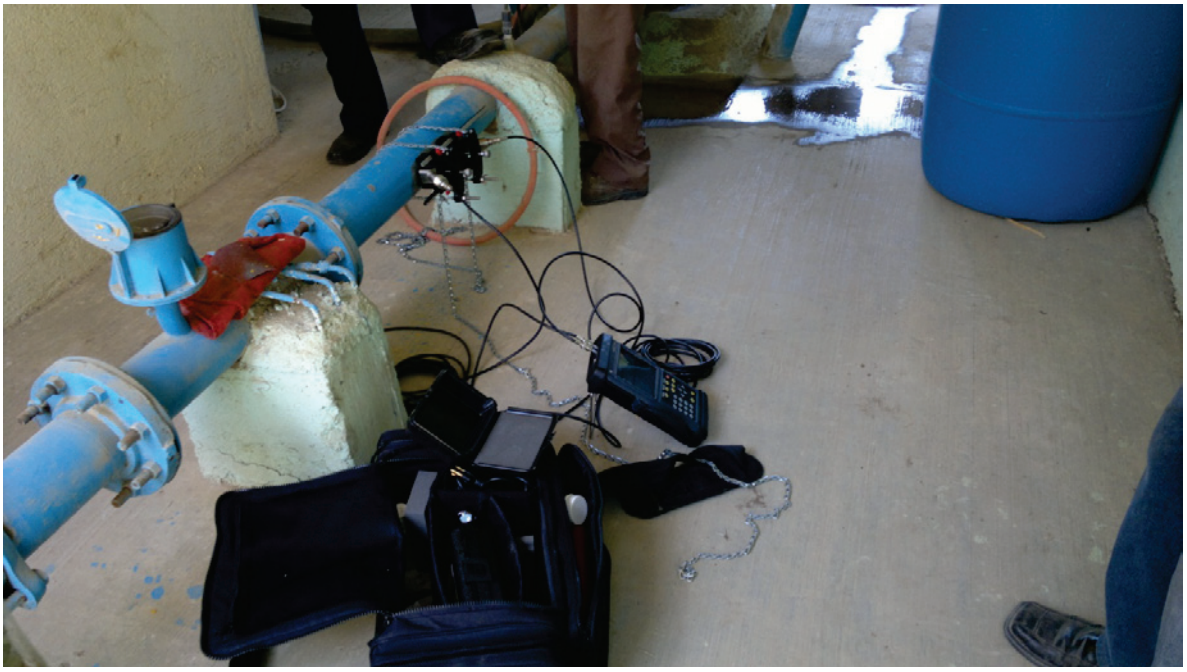
Anexo 13. Memoria Fotográfica

A continuación se muestra imágenes de los trabajos de campo.

Zimatlán de Álvarez, Oaxaca

Ocotlán de Morelos, Oaxaca

San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca

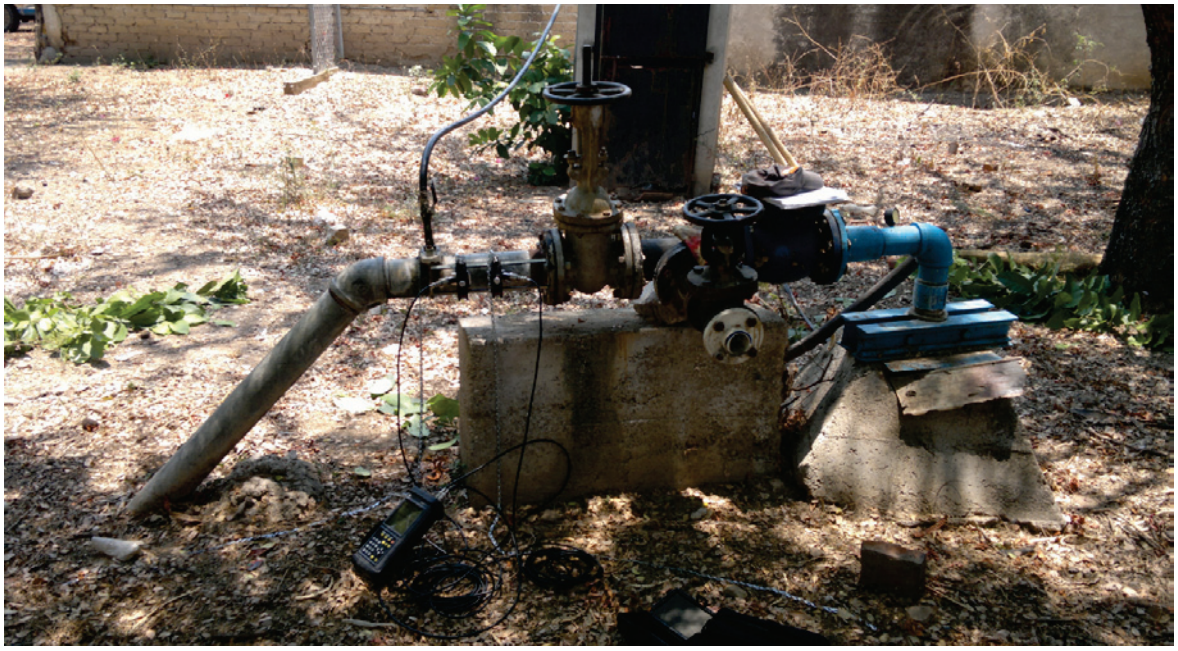


El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala

Izúcar de Matamoros, Puebla.

Cuetzalan del Progreso, Puebla

Tehuitzingo, Puebla



Anexo 14. Análisis hidrológico y funcionamiento de vaso en San Francisco Telixtlahuaca

VIII. Anexo 14. Análisis hidrológico y funcionamiento de vaso en San Francisco Telixtlahuaca

A. Objetivo

El presente trabajo ha tenido como propósito realizar un primer análisis que trate la posibilidad de edificación de una presa que contribuya a satisfacer las necesidades de riego agrícola y de abastecimiento para uso y consumo humano en San Francisco Telixtlahuaca.

Es importante mencionar que existen otros estudios que complementan al presente análisis como lo son: mecánica de suelos, de impacto ambiental, etc., los cuales quedan lejos del alcance de este documento.

B. Cuenca de análisis

C. Localización

La cuenca de análisis se encuentra localizada al noreste de la cabecera municipal de San Francisco Telixtlahuaca, la cortina propuesta de la presa se proyecta en la latitud 17°20'11.82" N y longitud 96°53'33.93". Ver ilustración K-1.

Ilustración K-1.
Ubicación geográfica de la cortina de la presa

FUENTE: (Google Earth)

D. Características de la cuenca

Las principales características de la cuenca[40] se encuentran listadas en la Tabla K-1. La velocidad de escurrimiento que se presenta en el cauce principal está en función de la pendiente media del mismo, en la cuenca de estudio la pendiente media es del orden de 7%, por lo que la velocidad de escurrimiento es alta y el tiempo de concentración[41] es bajo. La cuenca de estudio presenta un cauce principal de orden 4. Ver Ilustración K-2. la cuenca puede ser dividida en dos sub cuencas de orden 3 mostradas en la Ilustración K-3.

Tabla K-1.
Características de la cuenca

Características de la cuenca		
Elevación Máxima	2,343	msnm*
Elevación Media	2,091	msnm
Elevación Mínima	1,839	msnm
Longitud del Cauce	6,880	m
Pendiente Media	7.33	%
Tiempo de concentración	43.23	min
Área Drenada	25.52	km2

* msnm: metros sobre el nivel del mar

E. Vaso de la presa

La forma y capacidad del vaso se define por la topografía del terreno, la información del modelo digital de elevaciones de la zona de estudio[42] con la cual fue posible realizar el trazo de curvas de isonivel y el perfil del vaso de la presa con una diferencia de 1 m de altura. Ver Ilustración K-4.

La variación de la superficie y la capacidad en función de la elevación son dos características importantes definidas por la forma del vaso de la presa, con la información de las curvas de nivel y el perfil se dibujaron las curvas Elevación Vs

[40] Las características de la cuenca de estudio fueron obtenidas con el Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL, perteneciente a INEGI.
[41] El tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto máximo a la salida del área drenada se define como tiempo de concentración.
[42] El modelo digital de elevaciones contiene información de las alturas en msnm de diferentes puntos de la superficie terrestre, este fue obtenido del ASTER GDEM Worldwide Elevation Data.

Capacidad y Superficie Vs Capacidad (ver Ilustración K- 5 e Ilustración K-6), las cuales son un apoyo para la simulación del funcionamiento de vaso de la presa.

Con una altura de cortina propuesta de 25 m, una elevación mínima de 1, 838 msnm y una máxima de 1, 863 msnm, se tendrá un vaso con capacidad para almacenar 1, 160, 000 m^3, los cuales formarán un espejo de agua de 111,476 m^2 de superficie.

Ilustración K-2.
Cuenca de estudio.

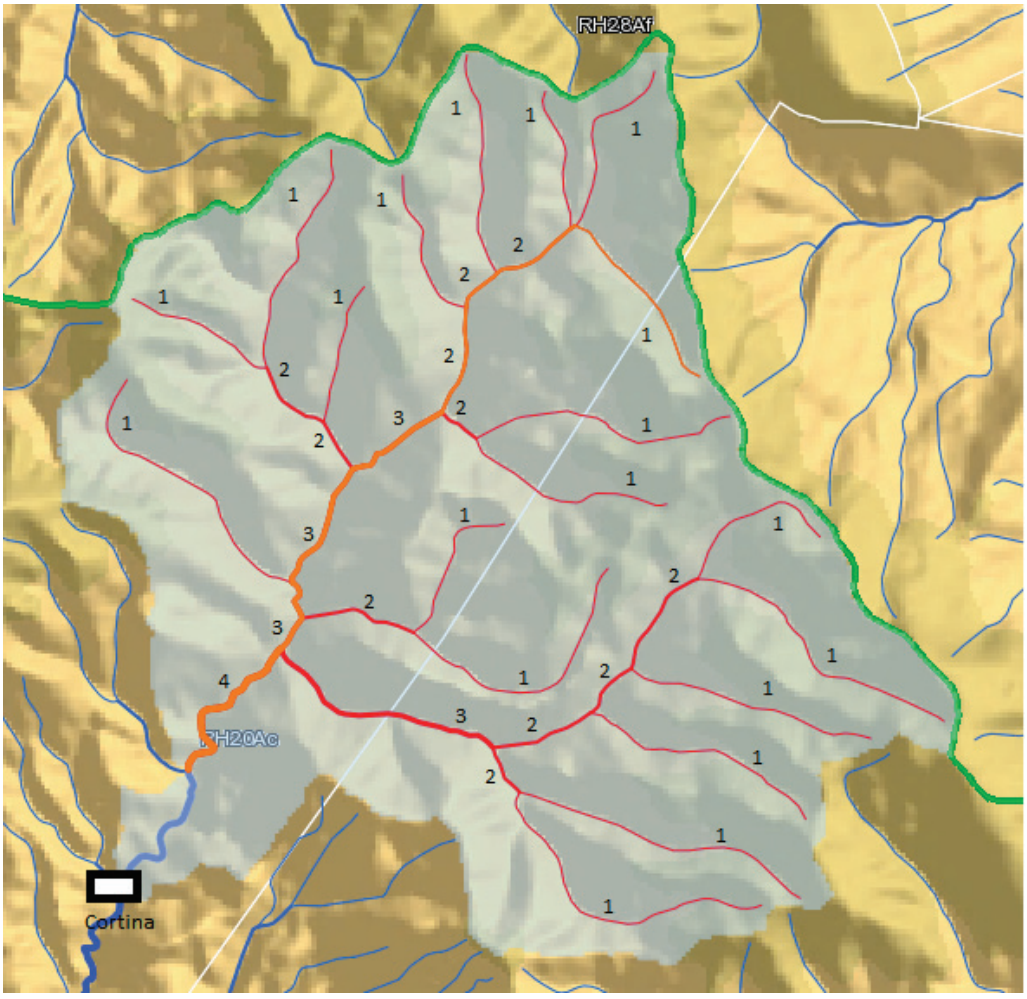


Ilustración K-3.
Sub-cuencas de la cuenca de estudio

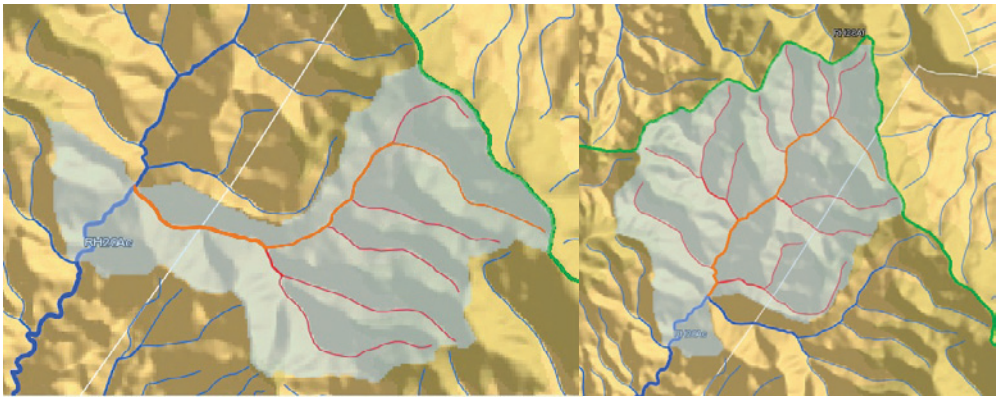
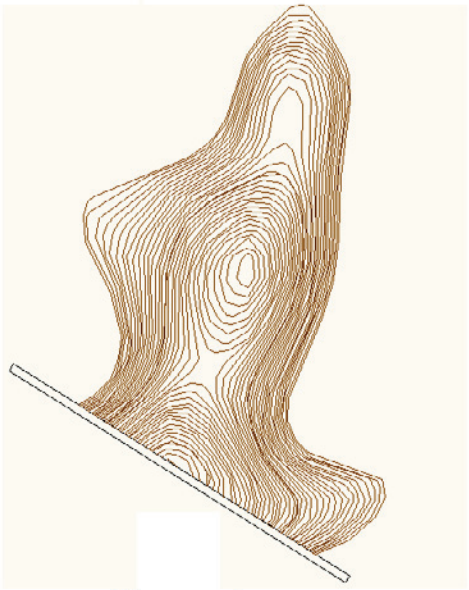


Ilustración K-4.
Curvas de nivel del vaso de la presa (1m de distancia)



Vista en planta

Vista en perfil

Ilustración K-5.
Curva Elevación VS Capacidad del vaso propuesto.

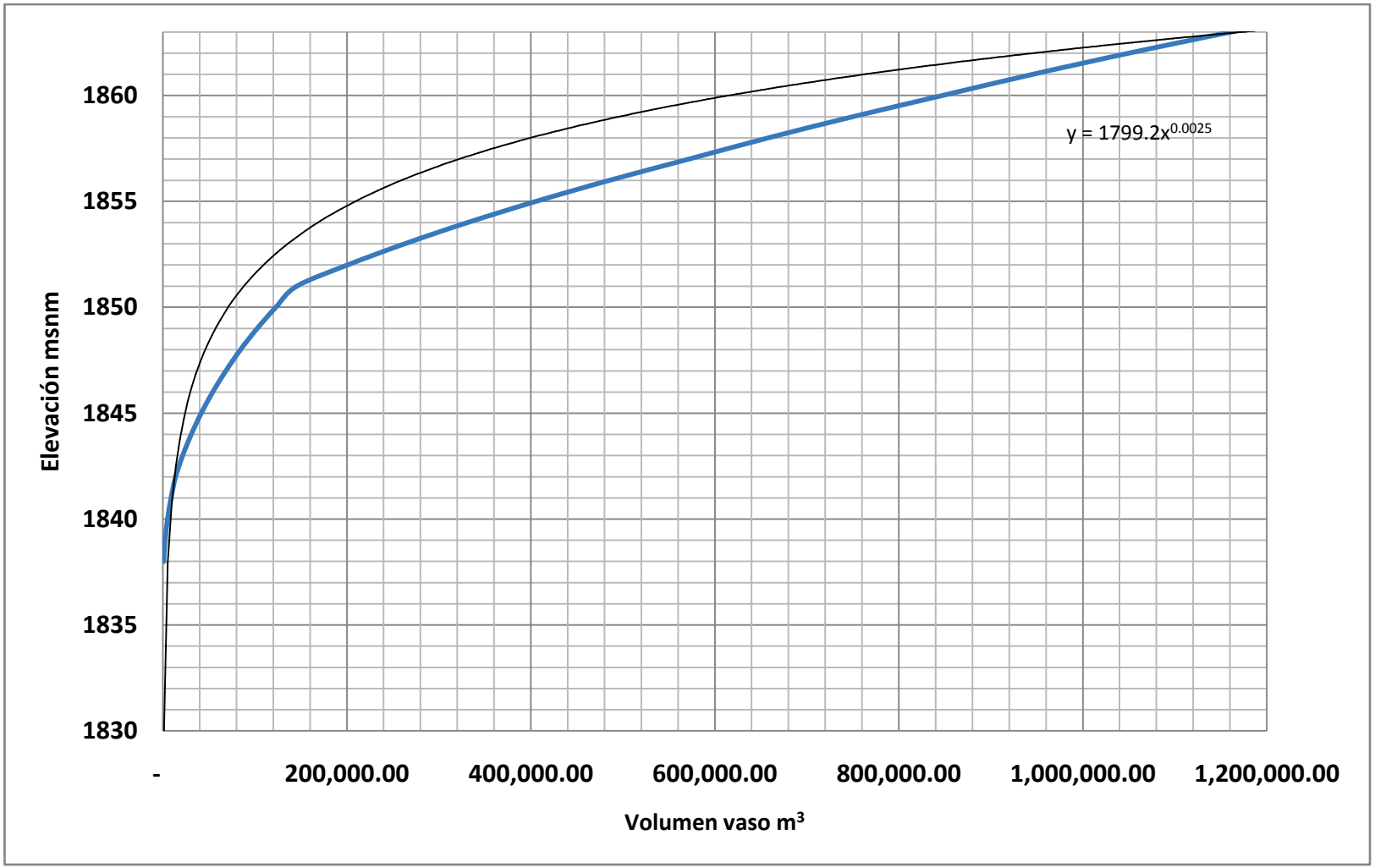
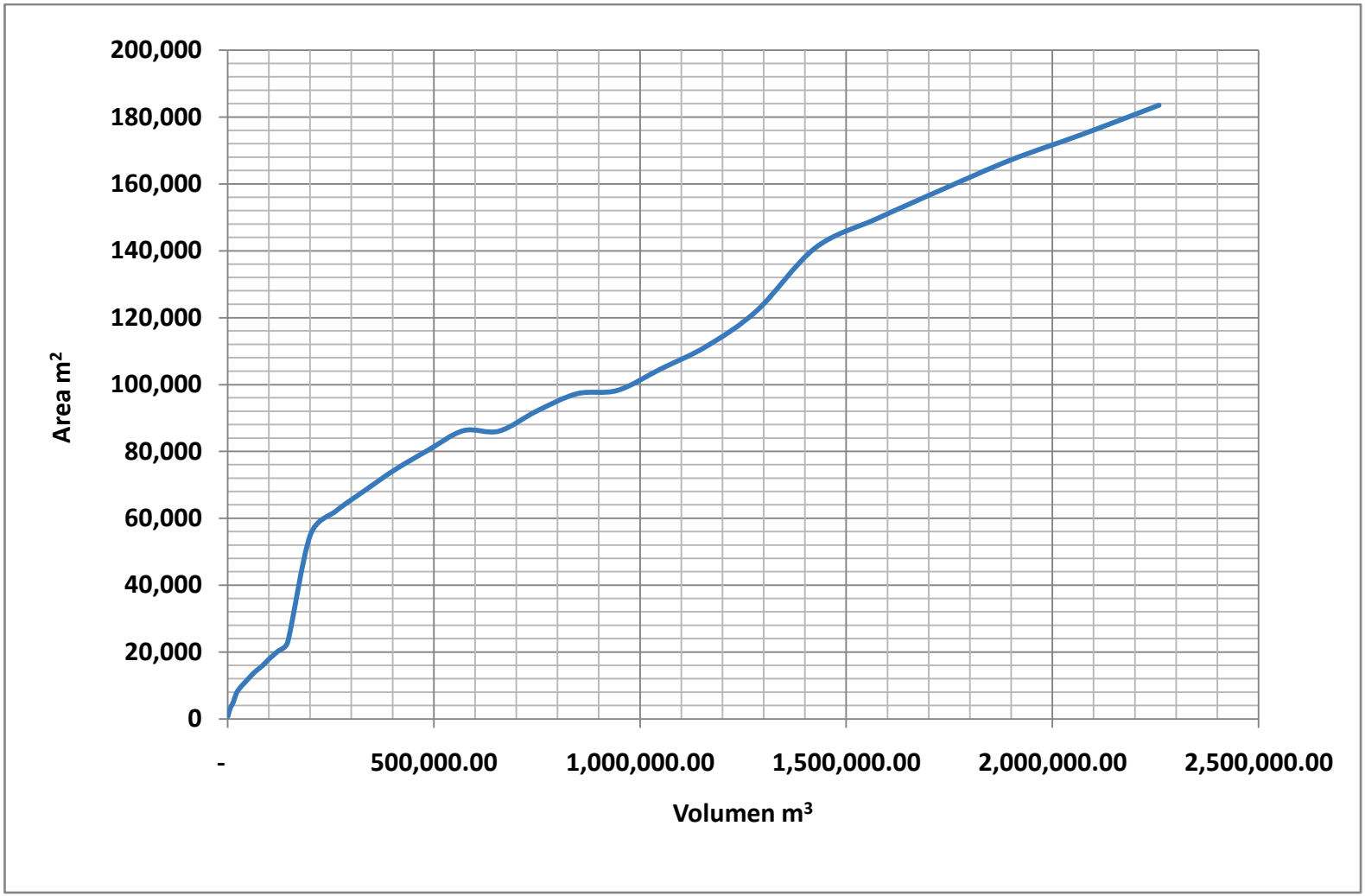


Ilustración K-6.
Curva Superficie VS Capacidad



F. Análisis Hidrológico

El presente análisis tiene como objetivo determinar el volumen de agua disponible para almacenar dentro del vaso de la presa proyectada.

G. Metodología

El cálculo de volumen almacenable se realizó estimando el volumen de escurrimiento en el cauce del río que alimentará el vaso de la presa. La estimación del escurrimiento superficial en condiciones naturales es demasiado compleja, debido a que intervienen diversos factores como: tipos de suelos y rocas, relieve, vegetación, área de captación, longitud del cauce principal, la relación precipitación – tiempo, entre otras variables.

De la precipitación dentro de la cuenca una parte se evapora, otra parte se infiltra, algo más es consumido por la vegetación y el resto escurre hasta integrarse al sistema de drenaje de la cuenca. La distribución de la lluvia en el tiempo, definida como intensidad, determina la forma del escurrimiento que es necesaria en el análisis de eventos extremos.

Como el objetivo del presente análisis es determinar el volumen almacenable dentro del vaso de la presa, se realizó una simplificación a todas las variables mencionadas acoplándolas en un coeficiente de gasto, dicho coeficiente representa el porcentaje de la precipitación que se convierte en escurrimiento.

Para la obtención del coeficiente de gasto es necesario contar con información climatológica e hidrométrica del área de drenaje; por lo anterior, se buscó una cuenca vecina, de condiciones similares a la cuenca de estudio, que contara con una estación climatológica y una estación hidrométrica.

La información de precipitación de las estaciones cercanas al área de estudio se utilizó para estimar el volumen almacenable mediante la aplicación del coeficiente de gasto calculado previamente y considerando las características de la cuenca de estudio.

El procedimiento de análisis se realizó en el siguiente orden:

I. Definición del área de estudio
II. Recopilación de datos
III. Obtención del coeficiente de gasto
IV. Cálculo de volumen escurrido

H. Definición del área de estudio

El área de estudio correspondiente a la cuenca de la presa fue descrita previamente en el sub capítulo "Cuenca de Análisis" dentro del presente anexo. La cuenca de río Parian (ver Ilustración K-7) fue utilizada para la obtención del coeficiente de gasto, las características principales de la cuenca se encuentran en la Tabla K - 2.

Ilustración K-7.
Cuenca del Río Parian

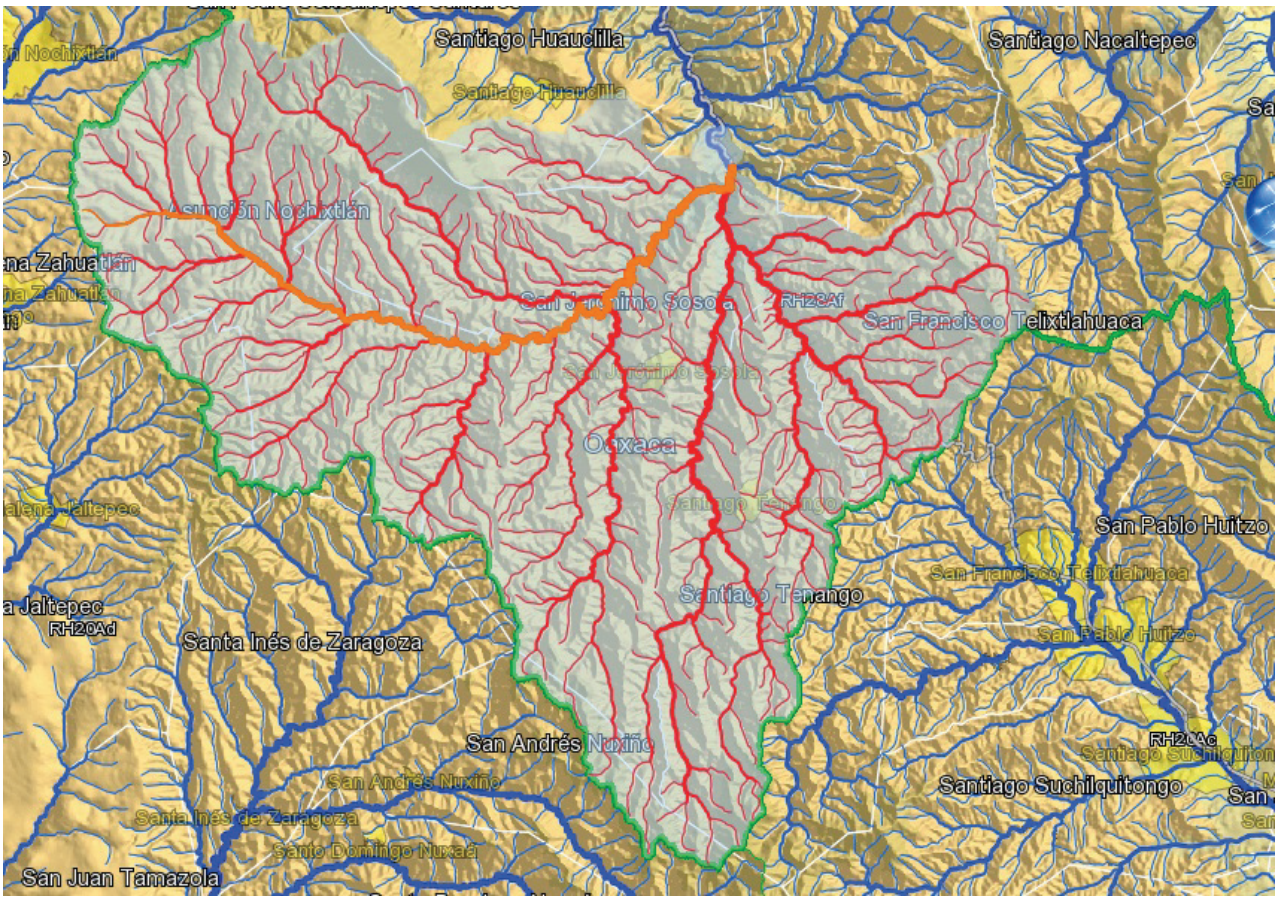


Tabla K-2.
Características de la cuenca del Río Parian

Características de la cuenca		
Elevación Máxima	2,141	msnm
Elevación Media	1,809	msnm
Elevación Mínima	1,477	msnm
Longitud de Cauce	32,359	m
Pendiente Media	2.05	%
Tiempo de Concentración	256.12	min
Área Drenada	443.85	km^2

I. Recopilación de información

La información necesaria para realizar el análisis fue obtenida de las bases de datos de los programas BANDAS[43] y ERIC[44]. Dentro de la cuenca de análisis no se encuentran registradas estaciones climatológicas ni estaciones hidrométricas; la estación climatológica más cercana se encuentra ubicada dentro de la cabecera municipal a 5 km del sitio donde se encontrará la cortina de la presa. Se localizaron dos estaciones climatológicas más a una distancia de 7 km de la estación climatológica La Carbonera y a 14 km de la estación climatológica San Juan Bautista Jayacatlan. Ver Ilustración K – 8 y Tablas K - 3 y K - 4. Dentro de las áreas de influencia de las estaciones climatológicas no se encuentran registradas estaciones hidrométricas.

Ilustración K-8.
Localización de estaciones climatológicas cercanas a la cuenca de análisis

[43] Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales
[44] Extractor Rápido de Información Climatológica

Tabla K - 3.
Estaciones climatológicas cercanas a la cuenca de análisis

Clave	Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Información	Periodo	
						Inicio	Fin
20151	San Fco. Telixtlahuaca	-96.900	17.300	1720	Precipitación	1961	2004
					Evaporación	1968	2004
20271	La carbonera	-96.93	17.40	2280	Precipitación	1975	2002
					Evaporación	1976	1995
20046	S.J. Bautista Jayacatlan	-96.833	17.417	1150	Precipitación	1955	1980
					Evaporación	1964	1980

La información de la cuenca del río Parian fue obtenida de las mismas fuentes. En la Tabla K - 4 se muestran los periodos de registro de información de esta cuenca.

Tabla K - 4.
Estación climatológica e hidrométrica de la cuenca del río Parian

	Clave	Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Información	Periodo	
							Inicio	Fin
Eric	20083	Parian S.J. Sosola	-97.017	17.417	1491	Precipitación	1955	1980
						Evaporación	1966	1980
BANDAS	28131	Parian S.J. Sosola	-97.000	17.400	1491	Hidrometría	1973	1981

J. Obtención del coeficiente de gasto

Para obtener el coeficiente de gasto se utilizaron los datos de precipitación mensual acumulada y los gastos medios mensuales de la cuenca del río Parian. Ver Ilustración K-9 y Tabla K - 4; con estos datos se obtuvo un año promedio y se calculó el coeficiente de escurrimiento mensual. Ver Tabla K - 5 e Ilustración K-10.

Ilustración K-9.
Gasto medio mensual del Río Parian

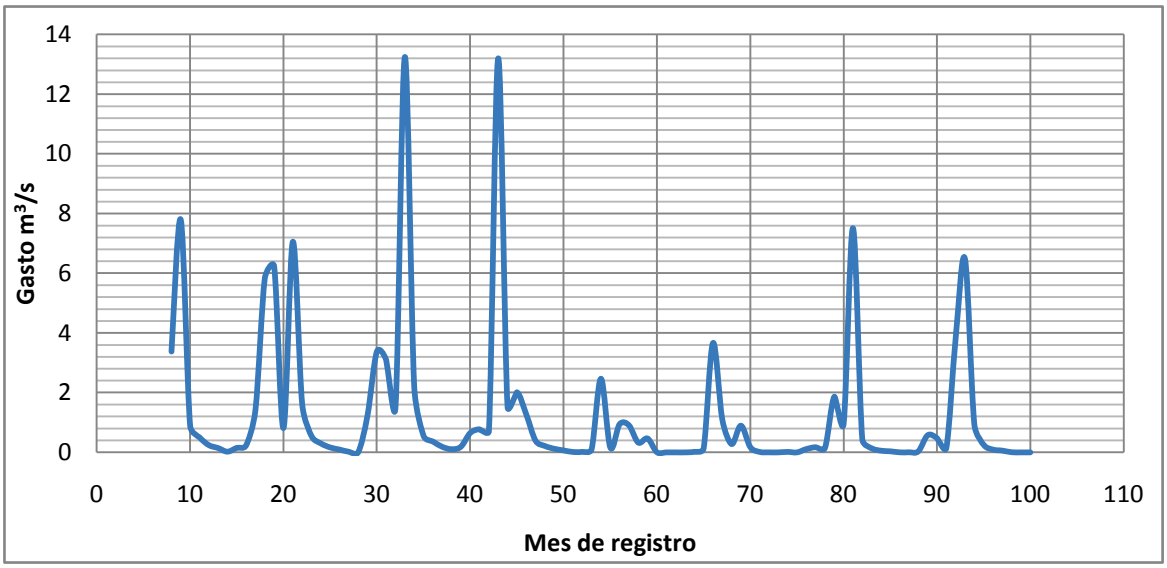


Tabla K - 4.
Precipitación mensual acumulada promedio de la cuenca del Río Parian

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días	775	707	775	775	806	780	775	775	750	775	749	774
Años	25	25	25	26	26	26	25	25	25	25	25	25
Promedio	3.1	2.9	6.3	23.3	50.1	117.4	87.7	78.8	94.5	31.9	6.4	3.8
Desv. Std.	5.5	4.9	10.4	23.8	37.9	52.2	56.2	71.7	59.5	49.4	11.3	6.8

Tabla K - 5.
Registros de gasto mensual del Río Parian

Mes	Años registrados	Promedios	Máximo	Mínimo	desv std.
		m^3/s	m^3/s	m^3/s	
1	8	0.089	0.187	0.000	0.075
2	8	0.040	0.108	0.000	0.044
3	8	0.048	0.189	0.000	0.077
4	8	0.135	0.650	0.000	0.223
5	7	0.245	0.574	0.102	0.222
6	7	1.806	3.664	0.148	1.555
7	7	1.275	3.093	0.148	1.243
8	8	1.656	3.830	0.278	1.272
9	8	4.665	7.789	0.895	3.220
10	8	0.552	0.936	0.177	0.340
11	8	0.360	0.557	0.016	0.202
12	8	0.160	0.365	0.001	0.140

Ilustración K-10.
Coeficientes de escurrimiento mensuales

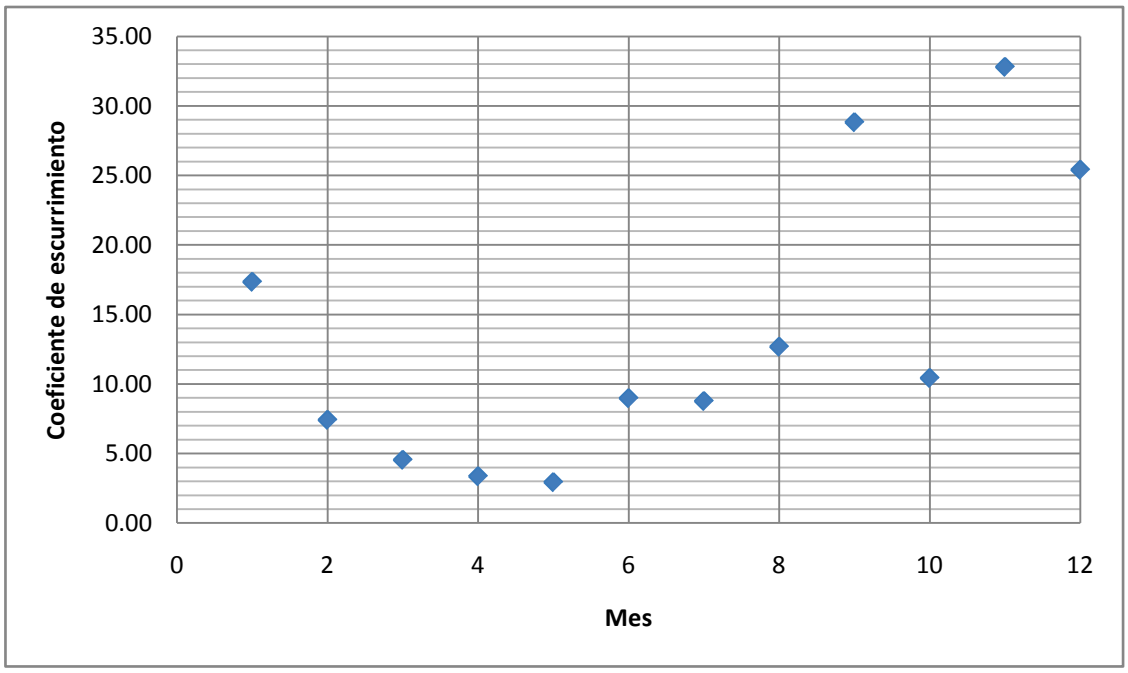


Tabla K-6.
Coeficientes de escurrimiento mensuales

Mes	Precipitación acumulada promedio	Volumen de precipitación promedio	Gasto medio	Volumen de escurrimiento medio	Coef de esc. Prom.
	mm	m3	m3/s	m3	(Vesc/Vprec)*100
1	3.1	1375935	0.089	238712.4	17.35
2	2.9	1287165	0.040	95558.4	7.42
3	6.3	2796255	0.048	127224	4.55
4	23.3	10341705	0.135	348624	3.37
5	50.1	22236885	0.245	654868.8	2.94
6	117.4	52107990	1.806	4681152	8.98
7	87.7	38925645	1.275	3416031.36	8.78
8	78.8	34975380	1.656	4436100	12.68
9	94.5	41943825	4.665	12090939.43	28.83
10	31.9	14158815	0.552	1477405.44	10.43
11	6.4	2840640	0.360	931824	32.80
12	3.8	1686630	0.160	428544	25.41

K. Calculo del volumen escurrido

El cálculo del volumen escurrido se realizó con la información de las tres estaciones climatológicas cercanas a la cuenca de análisis. Para un año promedio el valor calculado del volumen escurrido es similar. Ver Tabla K-7.

Tabla K - 7.
Volumen escurrido para un año promedio

		La Carbonera		San Juan Bautista Jayacatlan		San Francisco Telixtlahuaca	
Mes	**Coef. Esc.**	**hp**	**Vol Esc**	**hp**	**Vol Esc**	**hp**	**Vol Esc**
	%	**mm**	**m3**	**mm**	**m3**	**mm**	**m3**
1	17.3	7.7	34092	2.8	12397	2.3	10183
2	7.4	9.1	17241	3.4	6442	7	13262
3	4.5	6.5	7547	5.1	5922	12.6	14630
4	3.4	25.6	22023	17.9	15399	40.4	34756
5	2.9	69	51857	49.8	37427	90.8	68241
6	9.0	183.7	421151	135	309502	171.1	392265
7	8.8	123.3	276140	120.9	270765	119.8	268302
8	12.7	136.6	442151	118.9	384859	137.1	443769
9	28.8	130.7	961498	127.1	935014	142.1	1045362
10	10.4	46.7	124357	39.4	104918	51.8	137938
11	32.8	10.8	90411	11.1	92923	12.1	101294
12	25.4	10.9	70678	3.3	21398	4.2	27234
		Σ	**2519146**	**Σ**	**2196965**	**Σ**	**2557235**

Cada estación climatológica tiene un periodo continuo de información de precipitación diferente. La estación La Carbonera cuenta con un registro de 9 años, 1976 – 1984; la estación de San Juan Bautista Jayacatlan tiene un registro de 20 años, 1960 – 1979; por último, la estación de San Francisco Telixtlahuaca cuenta con 14 años continuos en su registro, 1991 – 2004. Para cada estación se calculó el volumen escurrido y se obtuvo un gasto promedio mensual con el cual se construyo un hidrograma[45]. Ver Ilustración K - 11, Ilustración K - 12 e Ilustración K - 13.

[45] La distribución del flujo de agua en el tiempo expresada gráficamente como Caudal [unidades de flujo como: m3/s ó l/s] vs Periodo de análisis [unidades de tiempo como: minuto, día, semana, mes] se conoce como hidrograma

Ilustración K - 11.
Hidrograma, San Juan Bautista Jayacatlan

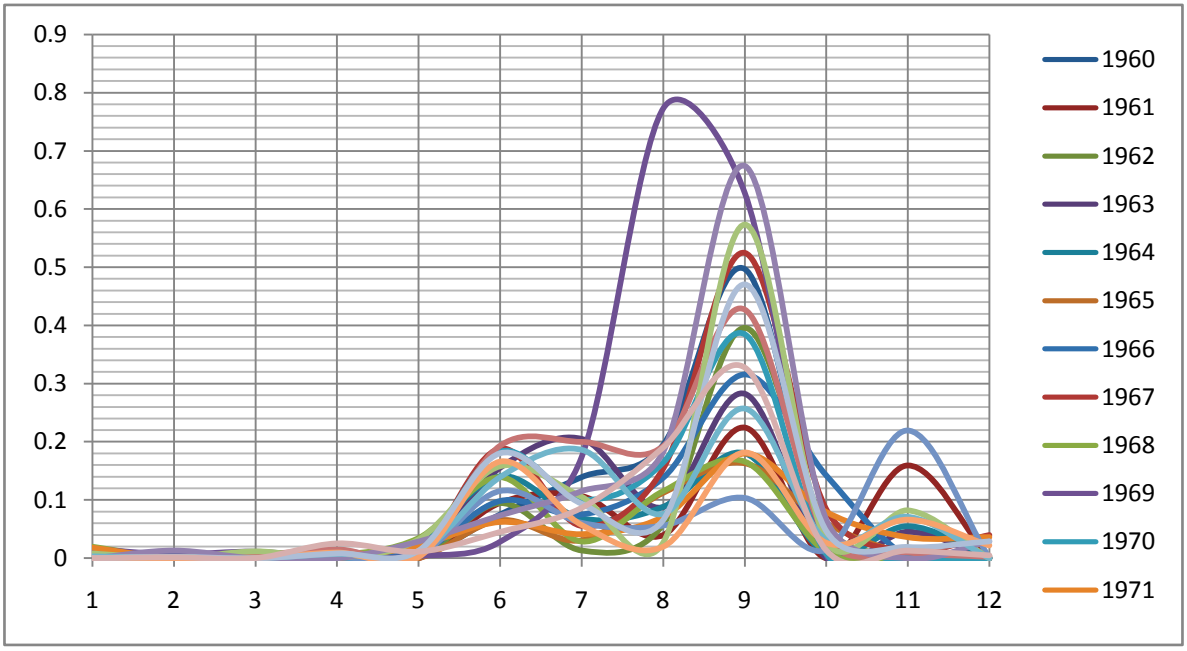
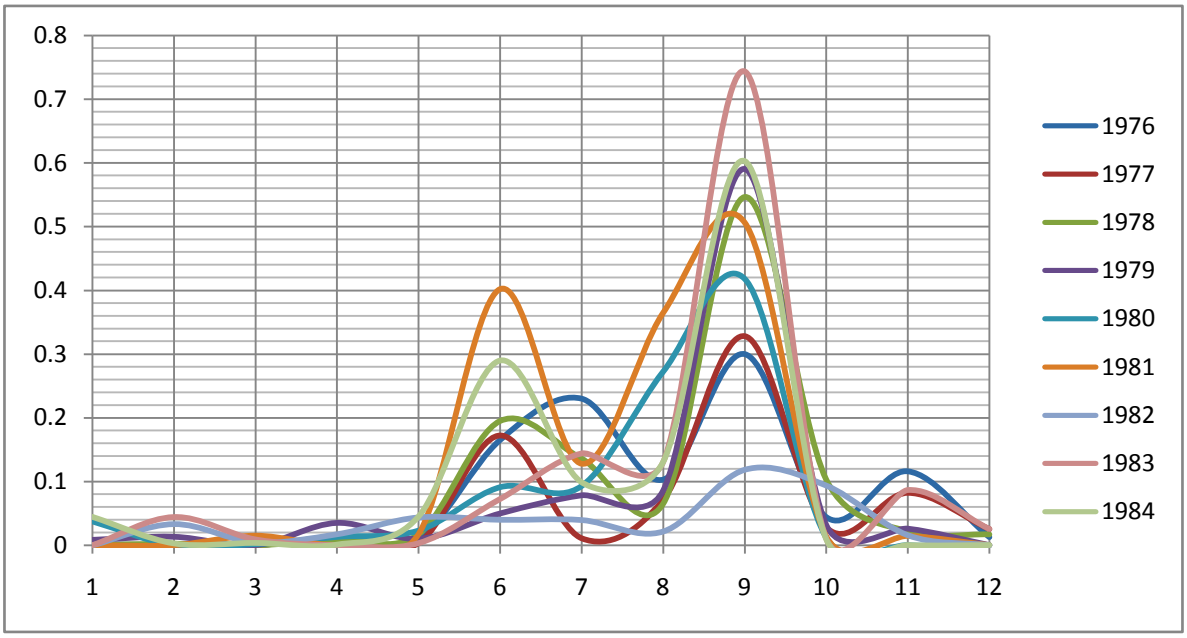
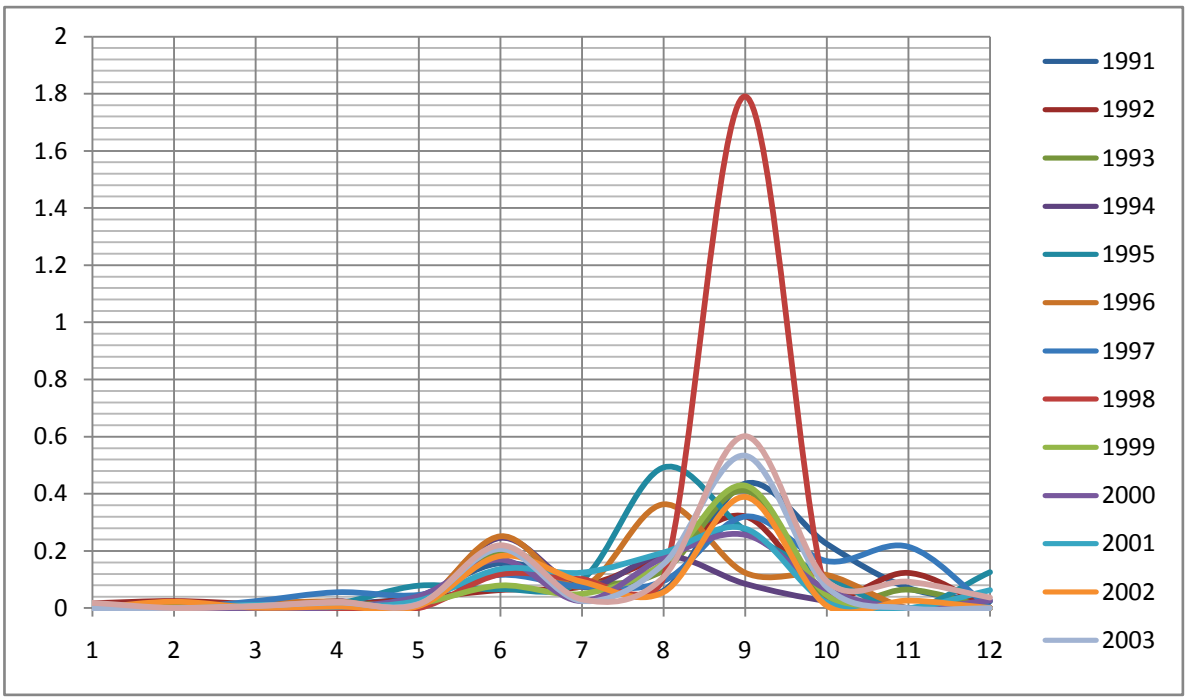


Ilustración K - 12.



Hidrograma, La Carbonera

Ilustración K - 13.
Hidrograma, san Francisco Telixtlahuaca



Con la información de periodos continuos se estimó el volumen escurrido para cada mes dentro del periodo y se obtuvo un anual total, estos volúmenes forman series de escurrimiento, el periodo más pequeño cuenta con 9 años generados, las series se utilizaron en la simulación del funcionamiento de vaso que se describe en la siguiente sección del presente anexo. Ver Tabla K - 8.

Tabla K - 8.
Volumen escurrido para periodos continuos

Volumen escurrido m³														
	Año	Mes												TOTAL ANUAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
San Juan Bautista Jayacatlan	1960	30,992	-	-	-	6,764	194,871	373,338	522,424	1,287,392	55,921	-	-	2,471,702
	1961	-	-	13,933	5,162	-	246,455	285,770	106,815	581,165	-	412,710	-	1,652,012
	1962	-	-	-	27,099	3,382	244,850	34,713	155,368	1,026,235	149,122	16,743	-	1,657,512
	1963	-	-	-	6,022	31,190	402,352	548,697	234,670	731,974	-	117,200	-	2,072,105
	1964	15,496	-	-	-	79,740	364,524	182,974	236,288	467,139	21,303	142,314	5,836	1,515,615
	1965	42,061	-	25,544	-	-	169,423	82,193	301,025	423,000	160,572	20,929	9,726	1,234,474
	1966	-	20,840	7,431	29,766	26,004	255,167	201,338	370,293	818,046	380,793	8,371	-	2,118,050
	1967	-	-	5,573	9,033	20,292	488,325	148,932	412,696	1,359,486	225,014	33,486	106,989	2,809,826
	1968	53,130	-	9,289	13,335	92,892	361,085	77,042	309,117	430,357	29,292	-	-	1,375,538
	1969	42,061	16,104	30,189	1,721	9,770	73,363	465,833	2,069,304	1,626,528	15,977	-	-	4,350,850
	1970	-	6,631	-	-	30,438	474,569	269,422	440,209	996,809	19,972	-	-	2,238,049
	1971	48,702	-	1,161	-	58,621	161,629	110,859	190,325	466,404	212,765	93,760	97,263	1,441,490
	1972	-	-	4,064	3,011	14,280	299,414	162,370	149,865	268,513	38,612	569,256	-	1,509,384
	1973	-	-	15,094	38,197	23,298	500,934	535,036	515,950	1,107,157	95,332	25,114	5,836	2,861,948
	1974	22,137	-	31,814	3,441	86,805	409,918	282,859	72,181	1,486,018	79,887	213,471	-	2,688,531
	1975	-	32,208	-	-	77,410	190,974	309,062	490,379	1,747,175	177,082	-	77,810	3,102,101
	1976	8,855	2,842	-	19,357	24,426	361,085	498,307	203,920	665,765	82,550	184,171	-	2,051,277
	1977	-	-	-	24,948	5,261	430,322	152,515	52,760	470,818	70,567	171,614	58,358	1,437,163
	1978	-	5,684	-	21,507	34,947	467,691	250,833	176,407	1,219,712	125,156	50,228	77,810	2,429,976
	1979	-	3,789	-	65,812	30,062	116,923	231,797	509,800	849,679	35,949	33,486	12,968	1,890,265
La Carbonera	1976	4,427	-	-	27,529	29,311	428,258	616,109	275,778	777,585	117,966	300,533	33,718	2,611,214
	1977	-	-	-	31,831	9,620	446,599	29,562	191,620	850,414	75,094	213,471	68,084	1,916,295
	1978	-	5,684	-	22,884	46,371	505,519	363,932	174,789	1,416,867	275,077	56,088	45,389	2,912,599
	1979	22,137	31,640	-	90,417	26,455	128,844	209,401	229,815	1,530,157	84,147	66,971	-	2,419,984
	1980	100,061	-	4,644	33,723	61,552	236,138	249,041	730,228	1,083,616	31,955	-	-	2,530,960
	1981	-	-	39,710	-	46,521	1,041,53	342,208	976,875	1,311,668	35,683	37,671	-	3,831,866

							0							
	1982	-	80,331	12,192	44,907	117,017	103,626	105,932	57,939	306,767	250,578	41,020	-	1,120,309
	1983	-	106,855	24,151	-	8,643	187,994	385,656	349,901	1,926,674	26,895	224,354	68,084	3,309,206
	1984	118,657	6,252	9,173	1,979	120,549	751,057	264,047	350,225	1,562,526	23,966	-	-	3,208,430
San Francisco Telixtlahuaca	1991	-	-	-	36,132	116,491	408,084	246,354	165,078	1,129,227	601,813	184,171	64,842	2,952,192
	1992	44,275	58,732	37,736	26,669	90,562	162,775	201,562	495,235	831,287	119,830	318,113	-	2,386,777
	1993	8,855	26,524	-	51,618	58,621	513,543	246,354	352,814	1,066,696	90,538	167,428	-	2,582,992
	1994	-	-	-	62,801	34,572	637,344	197,083	491,998	220,696	66,572	-	-	1,711,066
	1995	-	-	13,933	43,273	211,262	171,945	264,718	1,318,684	706,226	295,581	-	337,178	3,362,801
	1996	-	-	46,444	60,995	32,317	652,704	203,802	973,961	321,480	311,292	-	-	2,602,996
	1997	-	-	65,022	143,669	123,631	301,248	201,562	254,091	831,287	440,975	556,698	-	2,918,184
	1998	-	-	-	-	-	306,980	272,109	291,638	4,642,703	120,895	-	-	5,634,325
	1999	-	-	4,644	16,087	44,191	205,647	133,927	421,435	1,112,306	121,162	-	-	2,059,400
	2000	-	-	-	7,743	110,854	438,804	64,948	470,958	663,559	174,419	-	71,326	2,002,612
	2001	-	189	30,189	12,904	71,398	354,207	332,578	521,129	720,939	53,790	-	168,589	2,265,914
	2002	-	53,049	3,483	13,765	18,789	472,276	246,354	148,894	1,007,844	21,303	66,971	-	2,052,728
	2003	-	-	20,900	50,757	40,584	536,469	67,187	414,314	1,383,027	197,054	-	-	2,710,292
	2004	48,702	-	17,417	55,059	34,947	569,024	80,625	291,638	1,558,848	251,910	238,585	97,911	3,244,666

L. Simulación del funcionamiento de vaso

La simulación del funcionamiento de vaso se utilizó en este análisis como herramienta para definir la demanda de agua que es posible satisfacer con un almacenamiento superficial con las siguientes características: elevación máxima en 1 863 msnm, **25 m de cortina y capacidad de almacenamiento máxima de 1, 160, 000 m^3.**

Para esta simulación son necesarias las curvas características del vaso de la presa, ***Elevación vs Capacidad y Área vs Capacidad***, previamente generadas y descritas en el apartado "Vaso de la presa" del presente anexo.

M. Metodología

La ecuación de continuidad **(E – S =ΔV)** expresada en un intervalo de tiempo (Δt), fue utilizada para la simulación del funcionamiento de vaso. Se consideró como entrada al vaso (E) el volumen escurrido generado con la información climatológica, las salidas del vaso (S) son la evaporación, la demanda mensual fija y el volumen derramado; así al final de cada intervalo de tiempo sumando el ΔV al volumen inicial del intervalo se obtiene el volumen almacenado al final.

La evaporación en el vaso para cada Δt varía en función del área del espejo de agua y ésta depende del almacenamiento en el vaso; el área, obtenida de la curva Área vs Capacidad, se multiplicó por la evaporación acumulada en cada Δt; así se estimó el volumen de agua evaporado para cada intervalo de tiempo.

La demanda mensual fija se estimó buscando que el promedio de déficit mensual no exceda el 10%, así el promedio del periodo de porcentaje abastecido mensualmente es superior a 90%.

Si al restar volumen de agua almacenado, al final del intervalo, del volumen de agua máximo se obtiene un resultado negativo, el valor absoluto de dicho resultado se conoce como volumen excedente; se supone que dicho excedente

sale del vaso de la presa por la obra de excedencias, así al final de cada intervalo el volumen final no supera el volumen establecido como máximo; de esta manera se calculó el volumen desalojado por la obra de excedencias, que se conoce como volumen derramado.

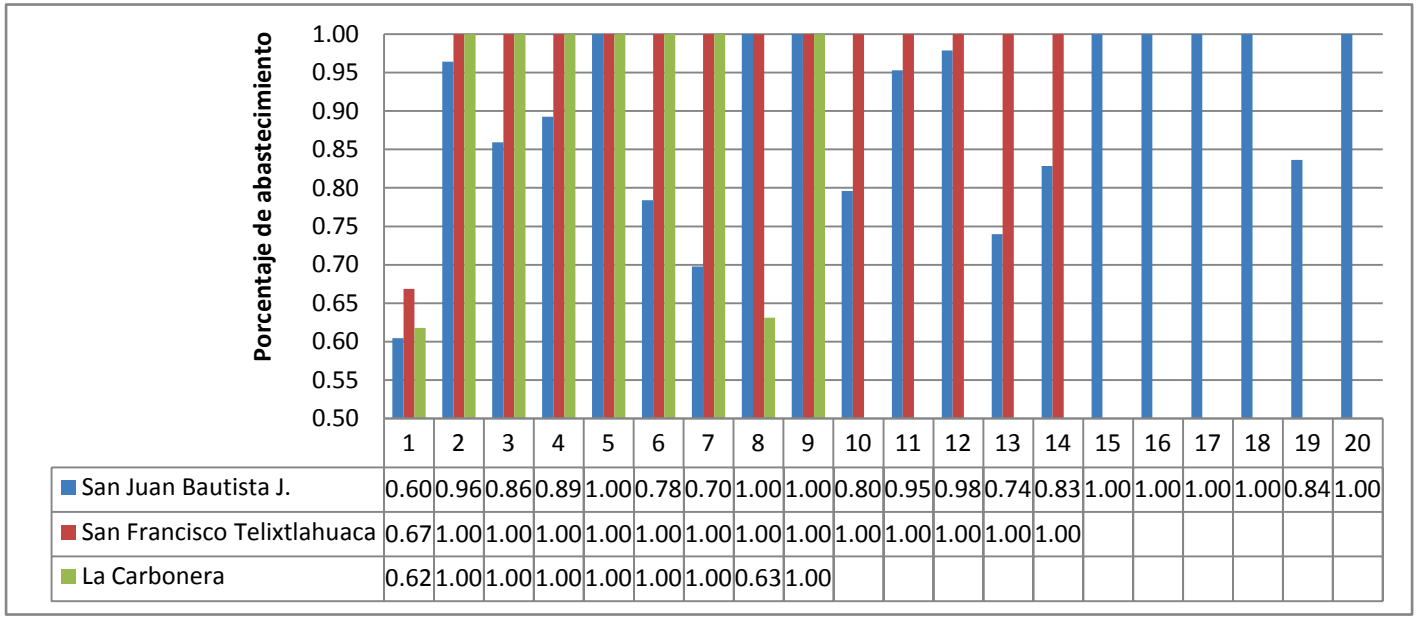
N. Resultados

Con una presa de las siguientes características: altura máxima de 25 m y elevación máxima de 1 863 msnm; se tendrá un vaso de presa con una capacidad de 1 160 000 m^3, con los cuales se puede abastecer una demanda fija mensual de 150 000 m^3 ó 57.8 l/s con un porcentaje de abastecimiento mensual promedio de 90% con datos de la estación San Juan Bautista Jayacatlan, 92% con datos de la estación La Carbonera y 98% con los datos de la estación San Francisco Telixtlahuaca.

La Ilustración K - 14 muestra los valores promedio anual obtenidos del porcentaje de abastecimiento de la demanda mensual fija, se observó que el primer año de la simulación la demanda se abastece 60 – 67 % esto debido a que el vaso de la presa se supuso vacío al inicio de los periodos.

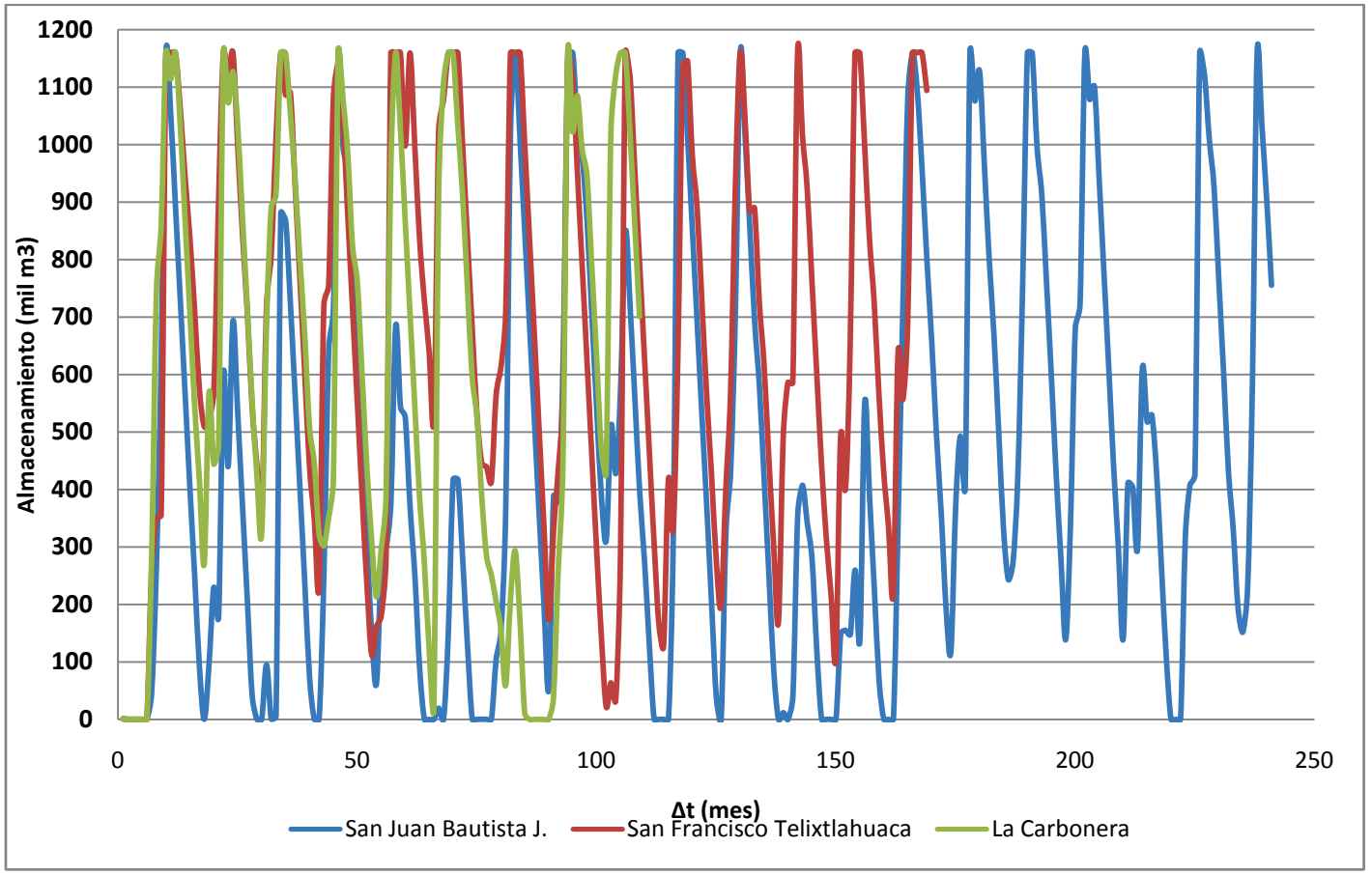
El volumen final almacenado en cada periodo de tiempo (ver Ilustración K – 15) muestra el comportamiento del vaso de la presa en el periodo de simulación, se observaron periodos de sequia en los que el vaso se vacía y posteriormente tiene una recuperación.

Ilustración K - 14.
Promedio anual del porcentaje de abastecimiento mensual



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
San Juan Bautista J.	0.60	0.96	0.86	0.89	1.00	0.78	0.70	1.00	1.00	0.80	0.95	0.98	0.74	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.84	1.00
San Francisco Telixtlahuaca	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						
La Carbonera	0.62	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	1.00											

Ilustración K-15.
Volumen almacenado vs Intervalo



O. Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente análisis se recomienda:

P. La construcción de una presa con las siguientes características:
   a. Boquilla ubicada en: latitud 19°20'12" y longitud 93°53'33.78"
   b. Elevación de la obra de excedencias en 1 863 msnm
   c. Altura de la cortina de 25 m
   d. Capacidad máxima de 1 160 000 m^3

Q. Extraer mensualmente de la presa un volumen máximo de 150 000 m^3 ó 57.8 l/s, lo que garantizará en promedio el 90% de abastecimiento de la demanda anual propuesta (1, 800, 000 m^3).

R. Analizar la construcción de una línea de conducción destinada al abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal. Esta opción permitirá una reducción en el bombeo de agua, destinando el uso pozos de bombeo a cubrir el déficit en la demanda.

S. Realizar los estudios de mecánica de suelos correspondientes, para confirmar la factibilidad de la obra.

T. Realizar el levantamiento topográfico del vaso de la presa, para contar con información detallada del área de inundación y forma del vaso.

U. Realizar el diseño final de la presa considerando construir estructuras que faciliten la limpieza del vaso, ya que debido a la capacidad de arrastre de sedimentos del cauce principal, que es alta, el vaso se llenará de sedimento fácilmente y se perderá el volumen útil.

V. Diseñar planes de mantenimiento de la presa que consideren la recuperación periódica del volumen útil, analizar los métodos de limpieza y elegir el más adecuado considerando que el vaso tarda aproximadamente 7 meses en llenarse.

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

PADHPOT

Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

Anexo 15. Relación de planos de infraestructura hidráulica

Anexo 15. Relación de planos de infraestructura hidráulica.

Con base en los trabajos de campo fue posible recopilar y elaborar un total de 21 Planos que contienen la siguiente información:

Planos de Infraestructura Hidráulica.

Contienen la ubicación de los principales elementos de la Infraestructura Hidráulica a cargo del Organismo Operador, por ejemplo: Fuentes de abastecimiento (Pozos y Manantiales), Tanques de Regulación y Plantas de Tratamiento de Aguas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Planos de Red de Agua Potable

Contienen la traza de la red de distribución de agua potable de los municipios que disponían de esta información. Es importante mencionar que los planos no están actualizados.

Planos de Red de Drenaje Sanitario

Contienen la traza de la red de distribución de drenaje sanitario de los municipios que disponían de esta información. Es importante mencionar que los planos no están actualizados.

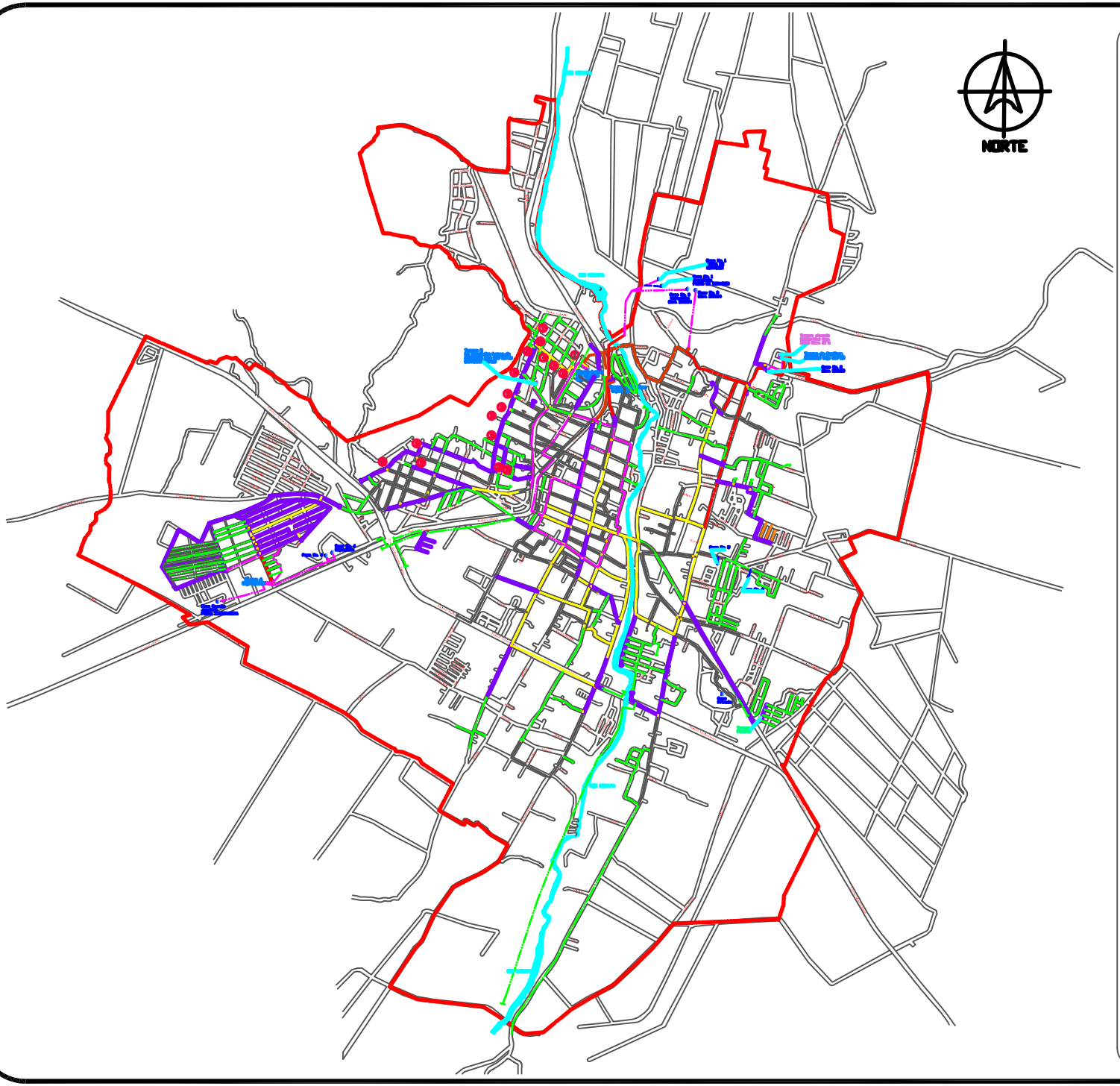
Planos de Zonas de Servicio

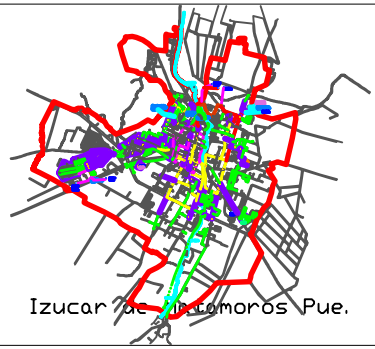
Contienen las zonas de servicio en las que el municipio ha dividido la cabecera municipal para la distribución del agua potable a la población.

Tabla L – 1.

Relación de Planos elaborados

Estado	Municipio	Infraestructura Hidráulica	Red de Agua Potable	Red de Drenaje	Zonas de Servicio
Oaxaca	Zimatlán de Álvarez	1	1	0	1
	Ocotlán de Morelos	1	0	0	0
	San Francisco Telixtlahuaca	1	1	0	1
Tlaxcala	El Carmen Tequexquitla	1	0	0	1
Puebla	Izúcar de Matamoros	1	1	1	1
	Cuetzalan del Progreso	1	0	0	1
	Tehuitzingo	1	0	0	1
	TOTAL	**7**	**3**	**1**	**6**





SIMBOLOGIA

TUBERIA DE:

- 300mm 10"Φ
- 250mm 10"Φ
- 200mm 8"Φ
- 150mm 6"Φ
- 100mm 4"Φ
- 75mm 3"Φ
- 64mm 2 1/2"Φ
- 50mm 2"Φ

- Tanque Superficial
- Pozo Profundo
- Tanque Elevado
- Válvula de seccionamiento
- Limite Municipal
- Cruce de tuberias s/conex.
- Numero de crucero

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: Izúcar de Matamoros, Puebla.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

PADHPOT

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04510

TITULO: RED DE AGUA POTABLE

No. de plano: 01 de plano: 19

CONTENIDO: RED DE AGUA POTABLE POZOS Y TANQUES

AP

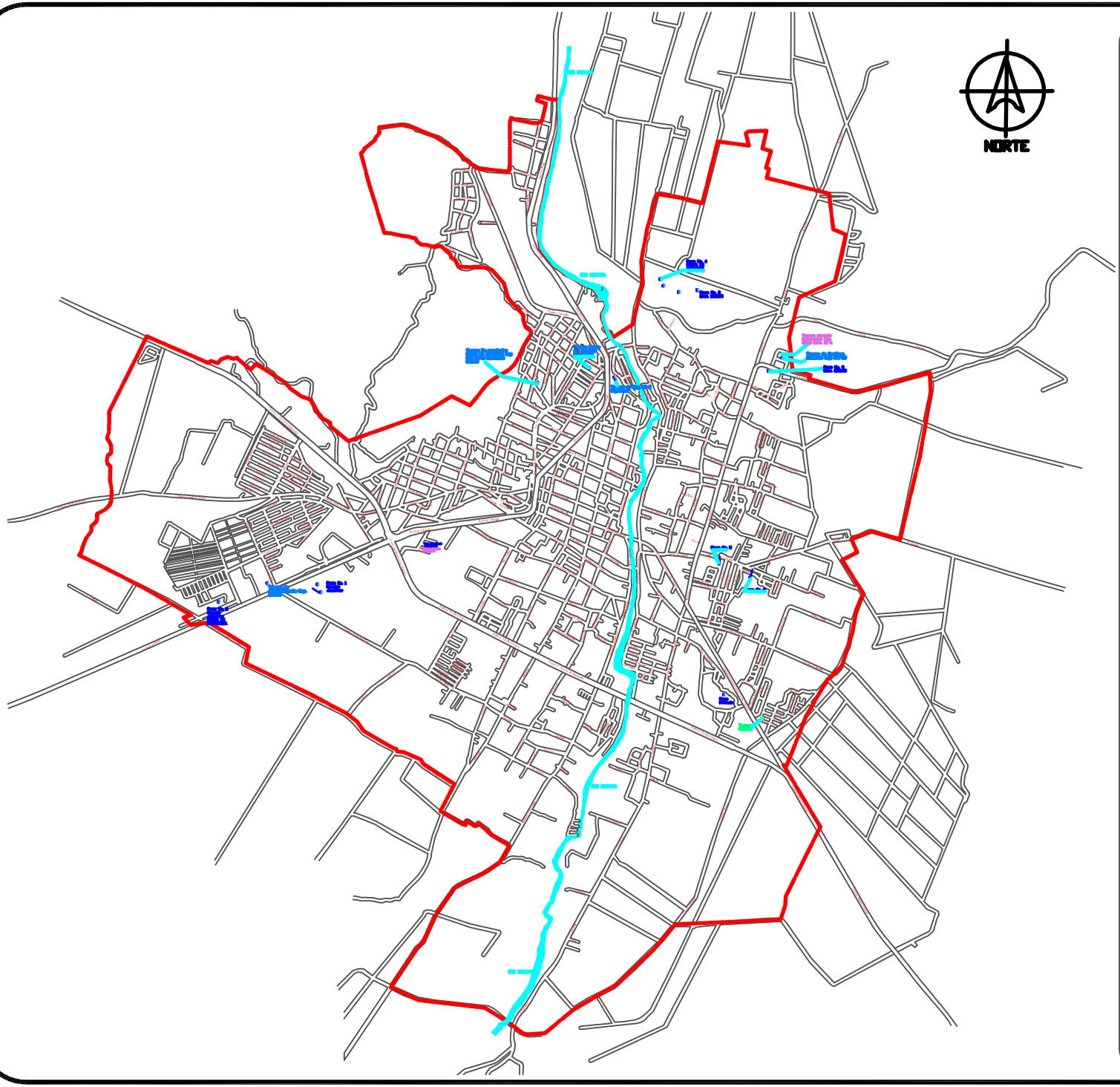
C:\LOGOS.jpg

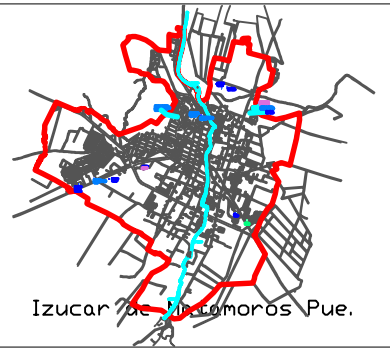
Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA

Supervisión: M en C. NADIA REYNA BENJUMEA; ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO; ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN

Aprobación: GUILLERMINO J. GONZÁLEZ VILLAREAL

Fecha: MAYO 2012





SIMBOLOGIA

Tanque Superficial

Pozo Profundo

Tanque Elevado

Limite Municipal

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: Izúcar de Matamoros, Puebla.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04510

PADHPOT

TÍTULO: INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

02 No. de plano / 19 No total de planos

CONTENIDO: PRINCIPALES ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA: POZOS, TANQUES, PLANTAS.

IH

C:\LOGOS.jpg

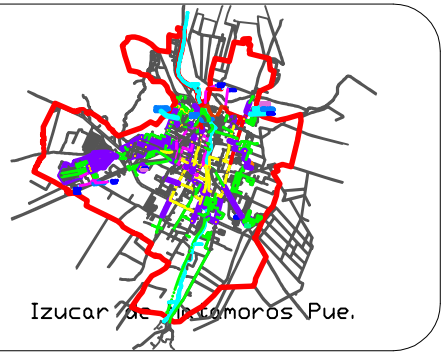
Asesor: ING. SAÚL MORALES RIVERA

Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENJUSIM; ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO; ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN

Ejecución: GUILLERMINO J. GONZÁLEZ VILLARREAL

Fecha: MAYO 2012

Escala: S/E



SIMBOLOGIA

TUBERIA DE:

- 300mm 10"Φ
- 250mm 10"Φ
- 200mm 8"Φ
- 150mm 6"Φ
- 100mm 4"Φ
- 75mm 3"Φ
- 64mm 2 1/2"Φ
- 50mm 2"Φ

- Tanque Superficial
- Pozo Profundo
- Tanque Elevado
- Válvula de seccionamiento
- Limite Municipal
- Cruce de tuberias s/conex.
- Numero de crucero
- Zona 1 tandeo 3 dias/semana
- Zona 2 tandeo 2 dias/semana
- Zona 3 tandeo 7 dias/semana

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO:	Izúcar de Matamoros, Puebla.
PROYECTO	Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.
UBICACIÓN	CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500
TÍTULO	ZONAS DE TANDEO SEMANAL
CONTENIDO	ZONAS DE TANDEO DE AGUA POZOS Y TANQUES, RED DE AGUA POT.

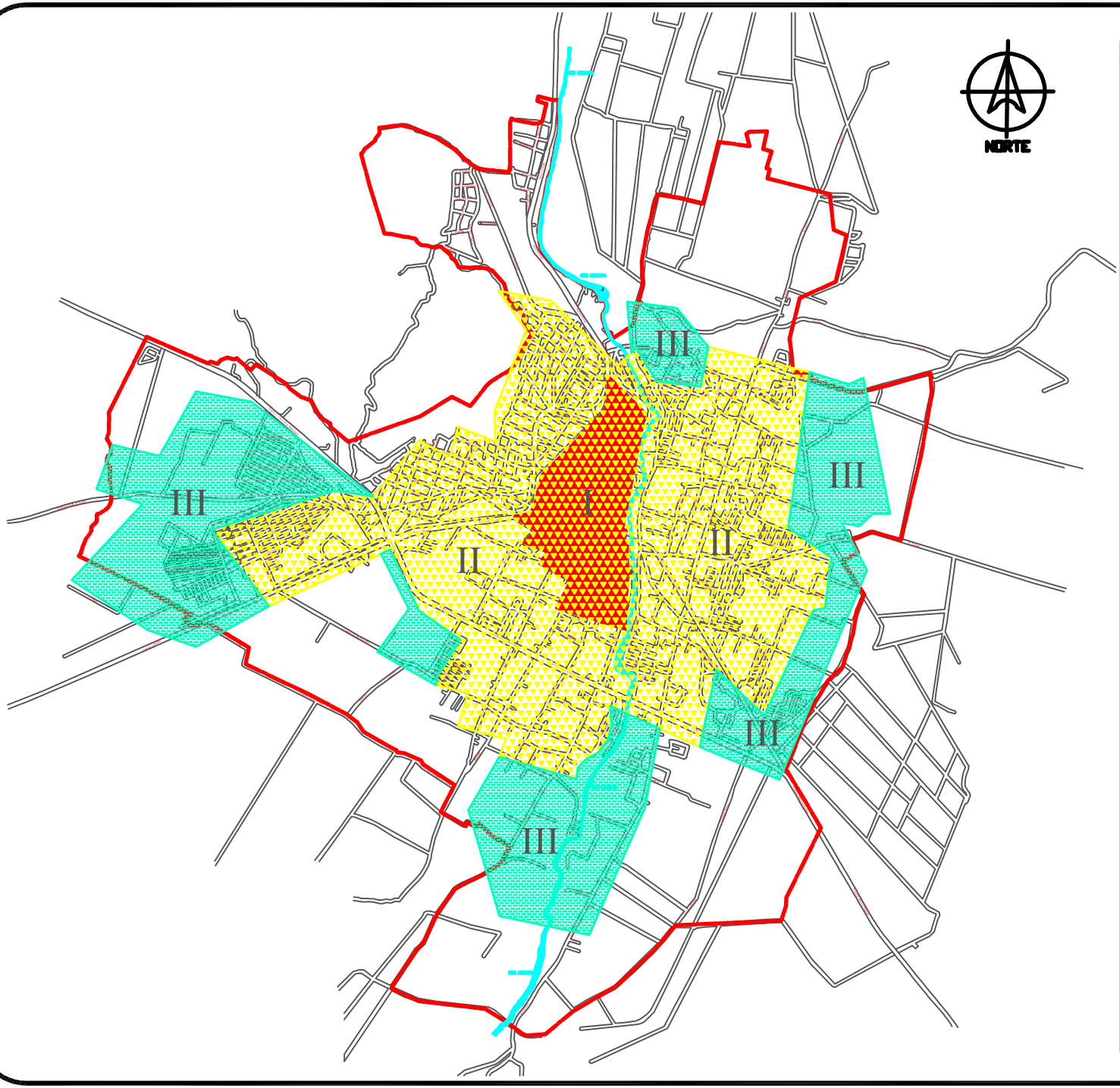
PADHPOT

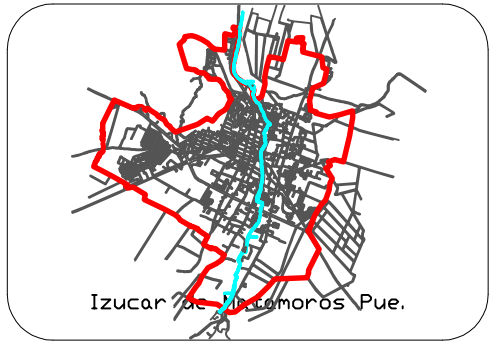
03 No. de plano — 19 No total

clave de plano: ZT

C:\LOGOS.jpg

Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA	Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	Aprobación: DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL	fecha: MAYO 2012 escala: cotas: mts.





SIMBOLOGIA

DENSIDAD I. 120 HAB./H.A.

DENSIDAD II. 70 HAB./H.A.

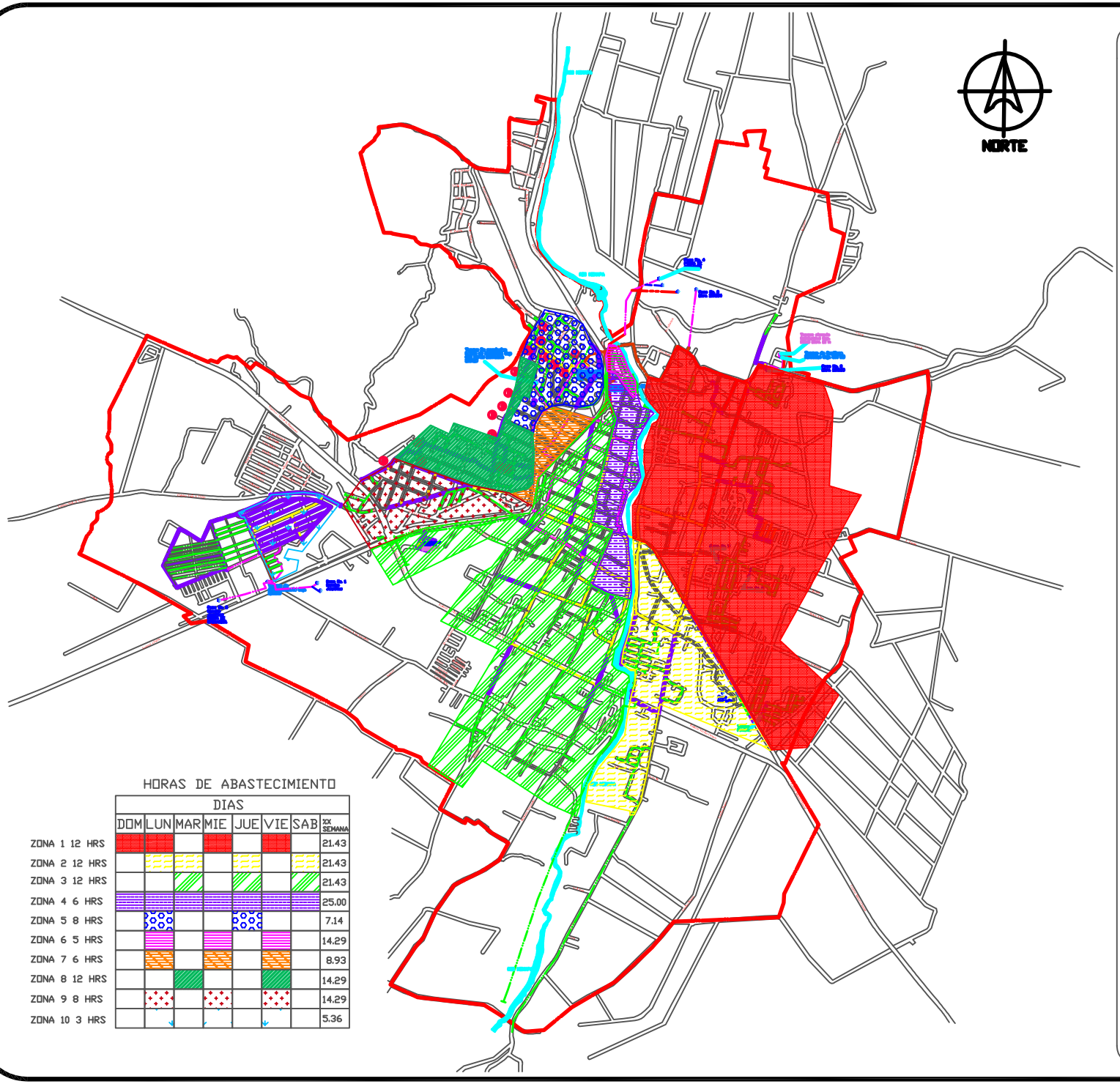
DENSIDAD III. 31 HAB./H.A.

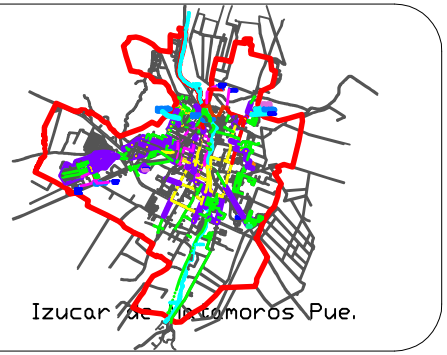
Limite Municipal

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO:	Izúcar de Matamoros, Puebla.	PADHPOT	C:\LOGOS.jpg
PROYECTO	Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.		
UBICACIÓN	CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500		
TÍTULO	DENSIDAD DE POBLACIÓN	04 No. de plano / 19 No total	
CONTENIDO	ZONAS DE DENSIDAD DE POBLACIÓN	clave de plano: DP	

Dibujo:	Supervisión:	Aprobación:	Fecha:
ING. SAÚL MORALES RIVERA	M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL	MAYO 2012
			escala
			cotas MTS.





SIMBOLOGIA

TUBERIA DE:

- 300mm 10"Φ
- 250mm 10"Φ
- 200mm 8"Φ
- 150mm 6"Φ
- 100mm 4"Φ
- 75mm 3"Φ
- 64mm 2 1/2"Φ
- 50mm 2"Φ

- Tanque Superficial
- Pozo Profundo
- Tanque Elevado
- Válvula de seccionamiento
- Limite Municipal
- Cruce de tuberias s/conex.
- Numero de crucero

HORAS DE ABASTECIMIENTO

	DIAS							
	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	xx SEMANA
ZONA 1 12 HRS								21.43
ZONA 2 12 HRS								21.43
ZONA 3 12 HRS								21.43
ZONA 4 6 HRS								25.00
ZONA 5 8 HRS								7.14
ZONA 6 5 HRS								14.29
ZONA 7 6 HRS								8.93
ZONA 8 12 HRS								14.29
ZONA 9 8 HRS								14.29
ZONA 10 3 HRS								5.36

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: Izúcar de Matamoros, Puebla.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04510

PADHPOT

TITULO: HORAS DE ABASTECIMIENTO POR DIA

CONTENIDO: ZONAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR DIA

05 No. de plano 19 No total plano de planos

HD

C:\LOGOS.jpg

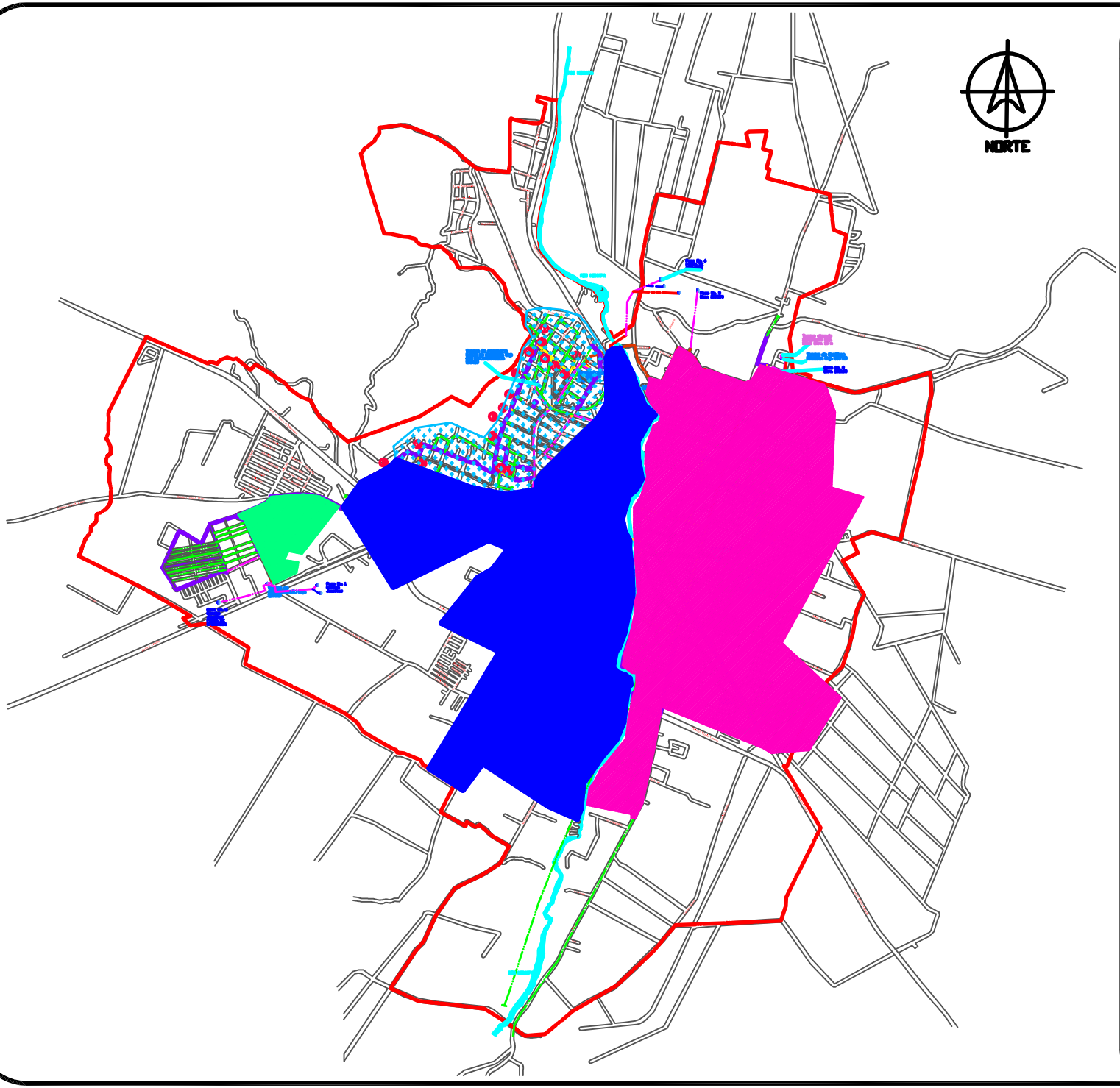
Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA

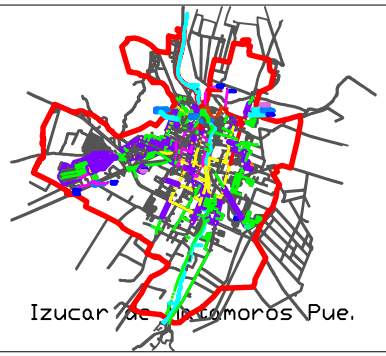
Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN; ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO; ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN

Aprobación: DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLAREAL

Fecha: MAYO 2012

escala: S/E





SIMBOLOGIA

TUBERIA DE:

- 300mm 10"Φ
- 250mm 10"Φ
- 200mm 8"Φ
- 150mm 6"Φ
- 100mm 4"Φ
- 75mm 3"Φ
- 64mm 2 1/2"Φ
- 50mm 2"Φ

- Tanque Superficial
- Pozo Profundo
- Tanque Elevado
- Válvula de seccionamiento
- Limite Municipal
- Cruce de tuberias s/conex.
- Numero de crucero
- Zona 1 pozo 1 y 3
- Zona 2 pozo 2 y 3
- Zona 3 pozo 1 y 3
- Zona 4 pozo Rancho Juanitos

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: Izúcar de Matamoros, Puebla.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04510

PADHPOT

TITULO: ZONAS DE DISTRIBUCIÓN

No. de plano: 06 de 19

CONTENIDO: ZONAS DE DISTRIBUCION DE AGUA DESDE POZOS

ZD

C:\LOGOS.jpg

Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA

Revisó: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN; ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO; ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN

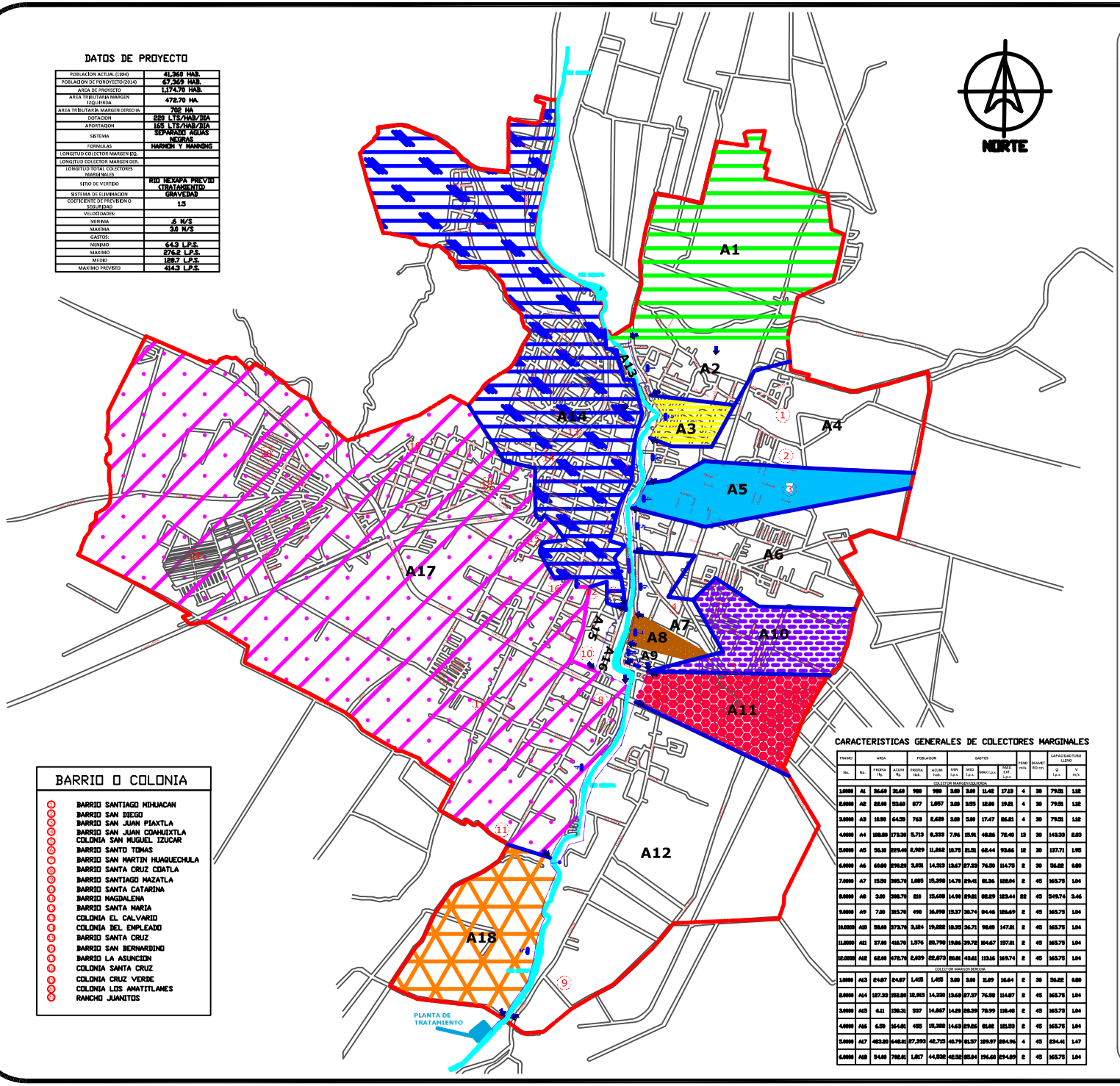
Aprobó: GUILLERMINDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL

Fecha: MAYO 2012

Escala: S/E

DATOS DE PROYECTO

POBLACION ACTUAL (1994)	41,360 HAB.
POBLACION DE PORDYECTO (2014)	67,369 HAB.
AREA DE PROYECTO	1,174.70 HAB.
AREA TRIBUTARIA MARGEN IZQUIERDA	472.70 HA.
AREA TRIBUTARIA MARGEN DERECHA	702 HA
DOTACION	220 LTS/HAB/DIA
APORTACION	165 LTS/HAB/DIA
SISTEMA	SEPARADO AGUAS NEGRAS
FORMULAS	HARMEN Y MANNING
LONGITUD COLECTOR MARGEN IZQ.	
LONGITUD COLECTOR MARGEN DER.	
LONGITUD TOTAL COLECTORES MARGINALES	
SITIO DE VERTIDO	RIO NEXAPA PREVIO (TRATAMIENTO GRAVEDAD)
SISTEMA DE ELIMINACION	
COEFICIENTE DE PREVISION O SEGURIDAD	1.5
VELOCIDADES:	
MINIMA	.5 M/S
MAXIMA	3.0 M/S
GASTOS:	
MINIMO	64.3 L.P.S.
MAXIMO	276.2 L.P.S.
MEDIO	128.7 L.P.S.
MAXIMO PREVISTO	414.3 L.P.S.

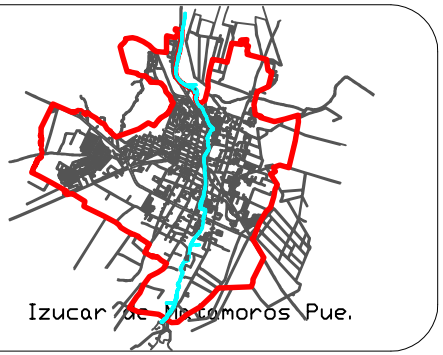


BARRIO O COLONIA

1. BARRIO SANTIAGO MIHUACAN
2. BARRIO SAN DIEGO
3. BARRIO SAN JUAN PIAXTLA
4. BARRIO SAN JUAN COAHUIXTLA
5. COLONIA SAN MUGUEL IZUCAR
6. BARRIO SANTO TOMAS
7. BARRIO SAN MARTIN HUAQUECHULA
8. BARRIO SANTA CRUZ COATLA
9. BARRIO SANTIAGO MAZATLA
10. BARRIO SANTA CATARINA
11. BARRIO MAGDALENA
12. BARRIO SANTA MARIA
13. COLONIA EL CALVARIO
14. COLONIA DEL EMPLEADO
15. BARRIO SANTA CRUZ
16. BARRIO SAN BERNARDINO
17. BARRIO LA ASUNCION
18. COLONIA SANTA CRUZ
19. COLONIA CRUZ VERDE
20. COLONIA LOS AMATITLANES
21. RANCHO JUANITOS

CARACTERISTICAS GENERALES DE COLECTORES MARGINALES

TRAMO		AREA		POBLACION		GASTOS				PEND. m/s.	DIAMETRO cm.	CAPACIDAD TUBO LLENO	
No.	No.	PROPIA Ha.	ACUM. Ha.	PROPIA Hab.	ACUM. hab.	MIN. Lp.s.	MED. Lp.s.	MAX. Lp.s.	MAX. EST. Lp.s.			Q Lp.s.	V m/s
COLECTOR MARGEN IZQUIERDA													
1.0000	A1	36.60	36.60	900	900	3.69	3.69	11.42	17.13	4	30	79.31	1.12
2.0000	A2	22.80	59.40	877	1,857	3.69	3.55	12.81	19.21	4	30	79.31	1.12
3.0000	A3	18.90	64.30	763	2,620	3.69	3.69	17.47	26.21	4	30	79.31	1.12
4.0000	A4	108.80	173.20	5,713	8,333	7.96	13.91	48.86	72.49	13	30	143.33	2.03
5.0000	A5	56.10	229.40	2,989	11,862	10.75	21.21	62.44	93.66	12	30	137.71	1.95
6.0000	A6	60.80	290.20	3,651	14,313	13.67	27.33	76.39	114.75	2	30	56.82	0.80
7.0000	A7	15.20	305.70	1,665	15,998	14.78	29.41	81.26	122.04	2	45	163.75	1.04
8.0000	A8	3.00	308.70	218	16,498	14.99	29.81	82.29	123.44	22	45	349.74	3.46
9.0000	A9	7.00	315.70	490	16,998	15.37	30.74	84.46	126.69	2	45	163.75	1.04
10.0000	A10	58.00	373.70	3,184	19,888	18.35	36.71	98.00	147.01	2	45	163.75	1.04
11.0000	A11	37.00	410.70	1,576	20,790	19.06	39.72	104.67	157.01	2	45	163.75	1.04
12.0000	A12	68.00	478.70	2,699	22,573	20.68	43.61	113.16	169.74	2	45	163.75	1.04
COLECTOR MARGEN DERECHA													
1.0000	A13	84.87	84.87	1,415	1,415	3.69	3.69	11.09	16.64	2	30	56.82	0.80
2.0000	A14	127.33	212.20	12,915	14,330	13.69	27.37	76.58	114.87	2	45	163.75	1.04
3.0000	A15	6.11	218.31	537	14,867	14.13	28.26	78.99	118.48	2	45	163.75	1.04
4.0000	A16	6.20	224.51	405	15,272	14.52	29.04	81.16	121.73	2	45	163.75	1.04
5.0000	A17	483.20	648.81	27,393	42,715	40.79	81.57	189.97	284.96	4	45	234.41	1.47
6.0000	A18	54.00	702.81	1,817	44,532	42.52	85.04	196.60	294.89	2	45	163.75	1.04



SIMBOLOGIA

- Limite Municipal
- Limite Entre Areas Tributarias
- Colector
- Descarga (incorporacion a colector)
- Colonia o Barrio
- Area Tributaria — Ax
- Numero de Tramo — 6

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: IZUCAR DE MATAMOROS, PUEBLA

PROYECTO: PROGRAMA DE APOYO AL DESARROLLO HIDRAULICO DE LOS ESTADOS DE PUEBLA, OAXACA Y TLAXCALA.

UBICACION: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500

PADHPOT

TITULO: COLECTORES MARGINALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO

CONTENIDO: PLANTA DE TRATAMIENTO, COLECTORES Y SUS CARACTERISTICAS, AREAS TRIBUTARIAS, BARRIOS.

07 / 19 — No. de plano / No total clave de plano: CL

C:\LOGOS.jpg

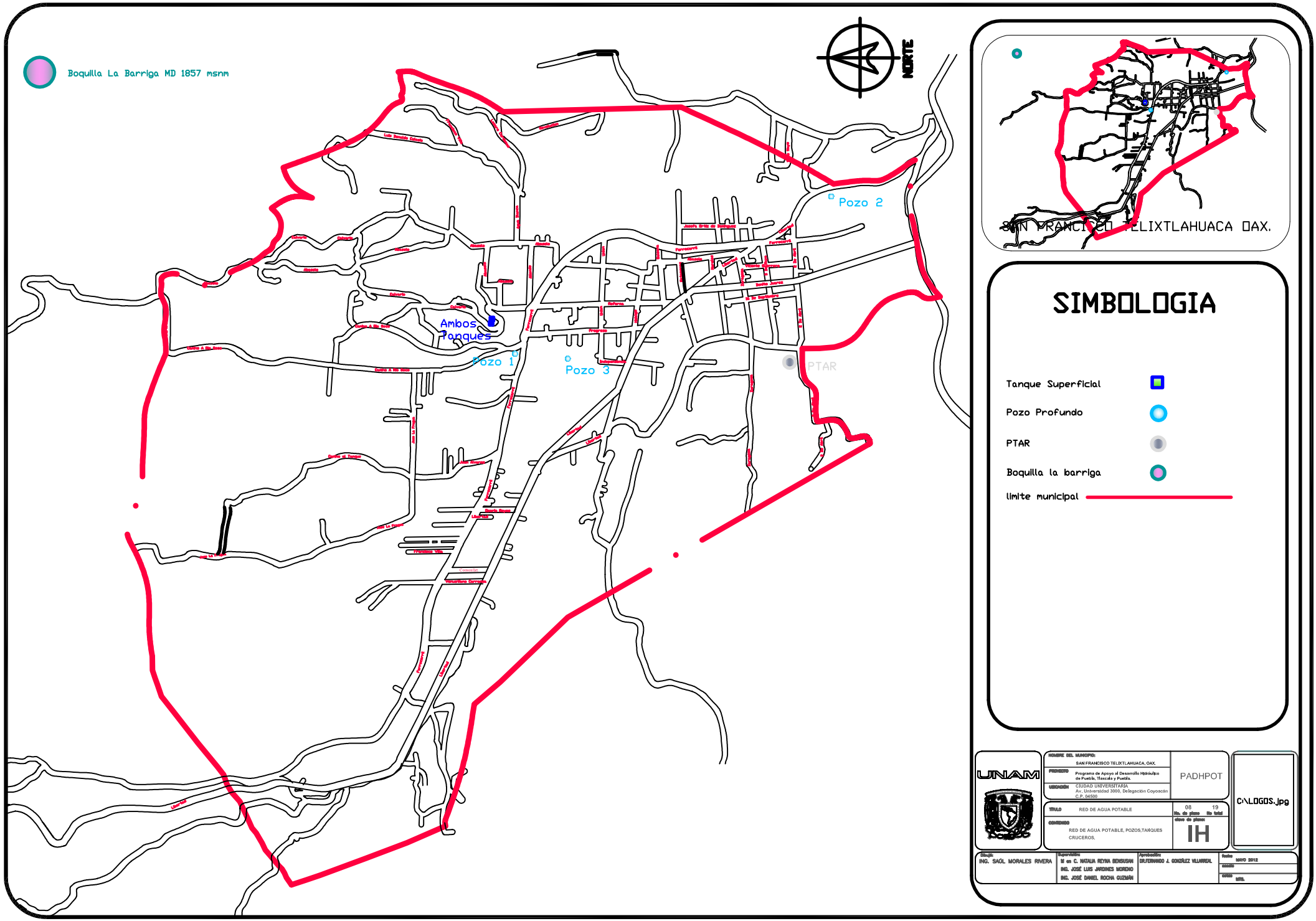
Dibujo: ING. SAÚL MORALES RIVERA

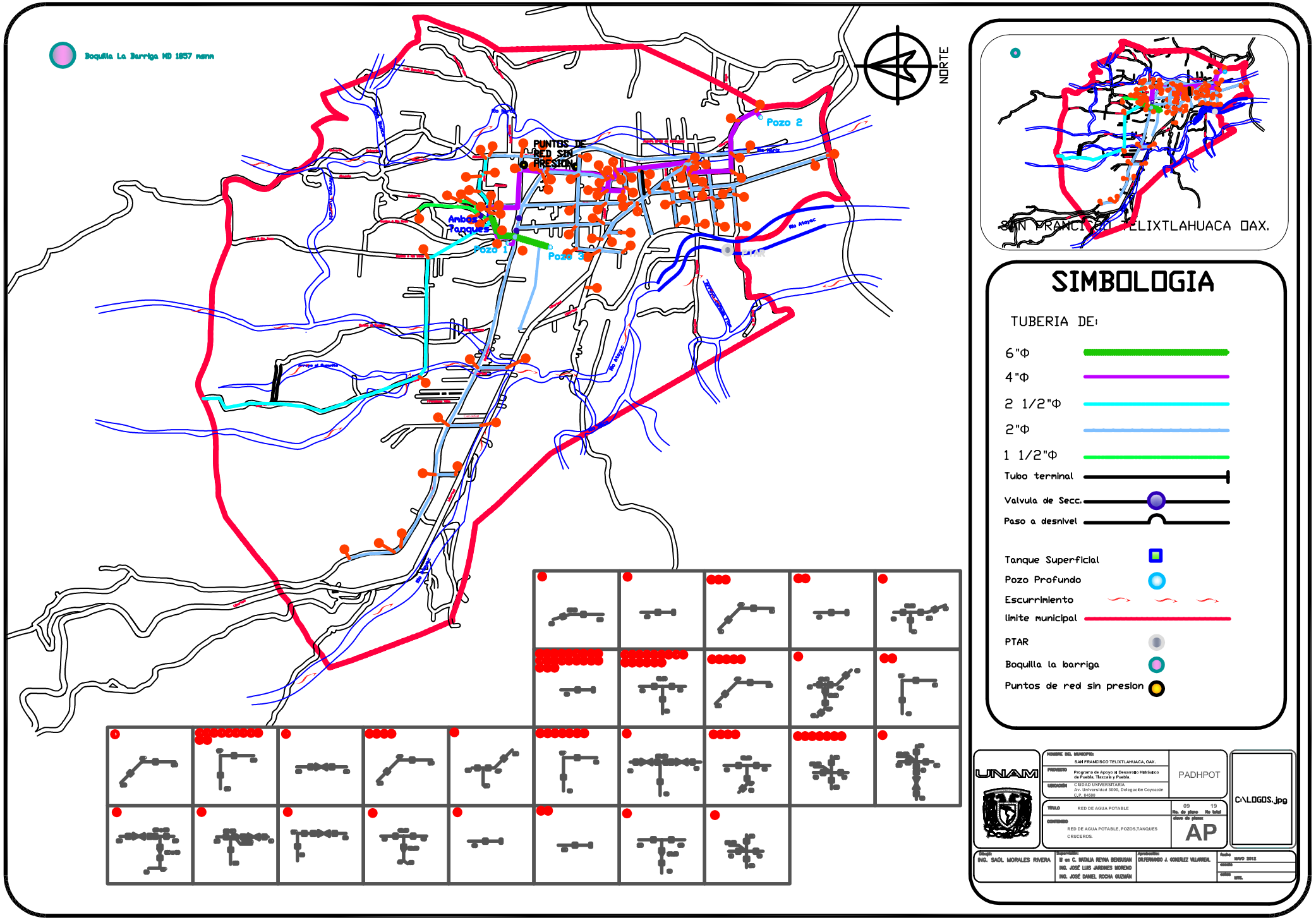
Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN; ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO; ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN

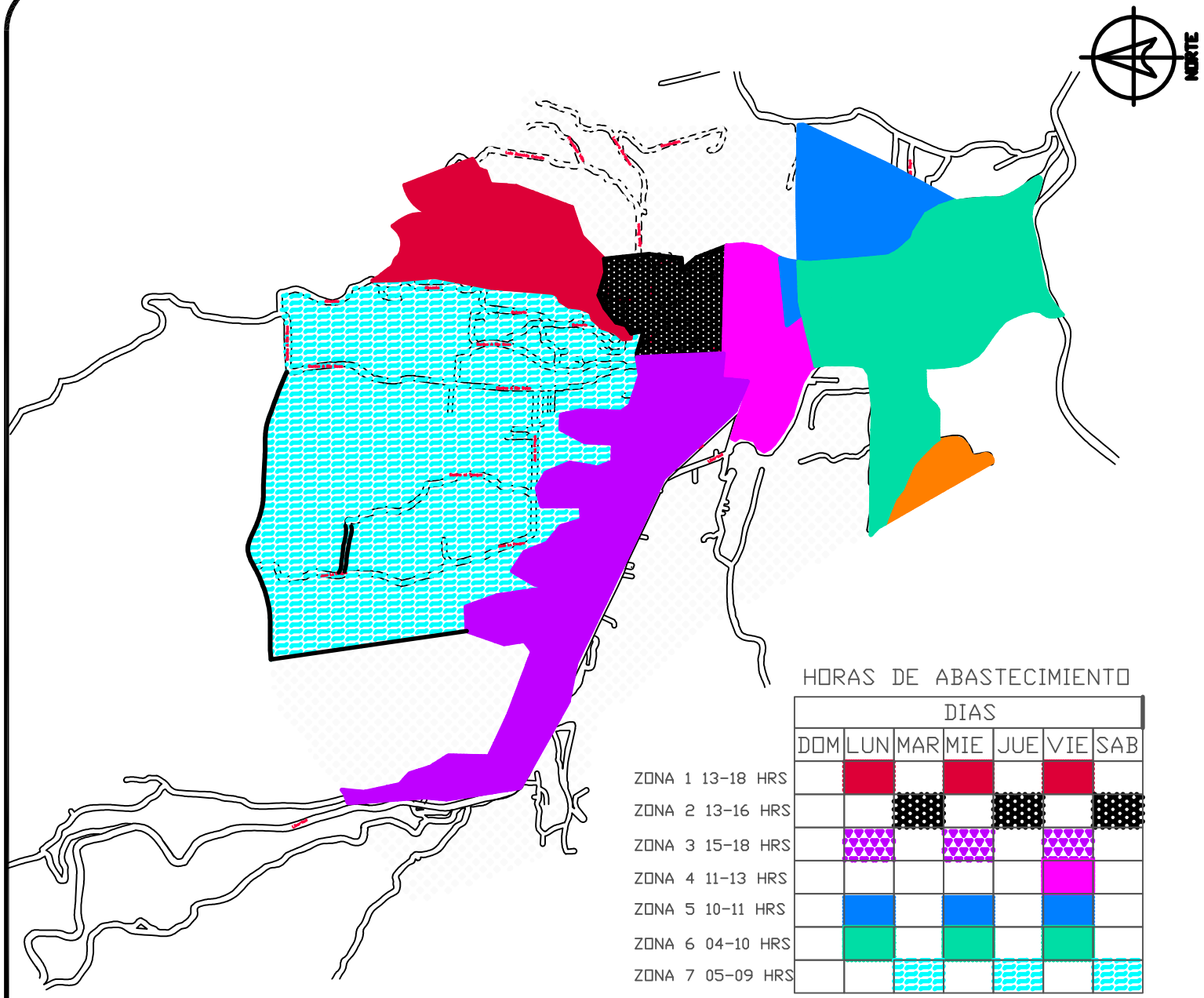
Aprobación: GILBERNARDO J. GONZÁLEZ VILLAREAL

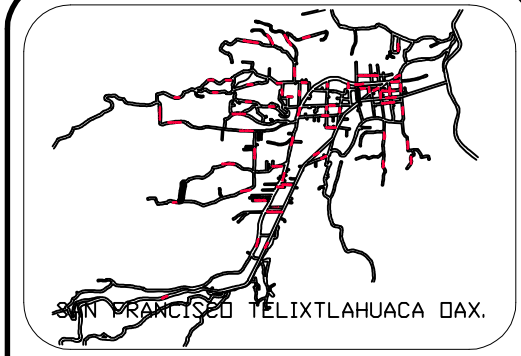
Fecha: MAYO 2012

Escala: S/E


Boquilla La Barriga MD 1857 msnm
NORTE
Ambos Tanques
Pozo 1
Pozo 2
Pozo 3
PTAR
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA OAX.
SIMBOLOGIA
Tanque Superficial
Pozo Profundo
PTAR
Boquilla la barriga
limite municipal
UNAM
NOMBRE DEL MUNICIPIO:
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA, OAX.
PROYECTO
Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.
UBICACIÓN
CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán
C.P. 04500
PADHPOT
TÍTULO
RED DE AGUA POTABLE
08
No. de plano
19
No total
clave de plano:
IH
CONTENIDO
RED DE AGUA POTABLE, POZOS,TANQUES CRUCEROS.
C:\LOGOS.jpg
Dibujo:
ING. SAÚL MORALES RIVERA
Supervisión:
M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN
ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO
ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN
Aprobación:
DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLAREAL
Fecha
MAYO 2012
escala
UNIDAD
MTS.


Boquilla La Barriga MD 1857 msnm
NORTE
PUNTOS DE RED SIN PRESION
Pozo 2
Ambos Tanques
Pozo 1
Pozo 3
Río Atoyac
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA OAX.
SIMBOLOGIA
TUBERIA DE:
6"Φ
4"Φ
2 1/2"Φ
2"Φ
1 1/2"Φ
Tubo terminal
Valvula de Secc.
Paso a desnivel
Tanque Superficial
Pozo Profundo
Escurrimiento
limite municipal
PTAR
Boquilla la barriga
Puntos de red sin presion
UNAM
NOMBRE DEL MUNICIPIO: SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA, OAX.
PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.
UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500
PADHPOT
TITULO: RED DE AGUA POTABLE
09 No. de plano 19 No total
CONTENIDO: RED DE AGUA POTABLE, POZOS,TANQUES CRUCEROS.
clave de plano: AP
C:\LOGOS.jpg
Dibujo: ING. SAÚL MORALES RIVERA
Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN
ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO
ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN
Aprobación: DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLAREAL
fecha: MAYO 2012
escala: MTS.





SIMBOLOGIA

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- ZONA 4
- ZONA 5
- ZONA 6
- ZONA 7
- ZONA SIN AGUA ENTUBADA
- ZONAPERTENECIENTE A OTRO SISTEMA DE AGUA

limite municipal

HORAS DE ABASTECIMIENTO

	DIAS						
	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB
ZONA 1 13-18 HRS		■		■		■	
ZONA 2 13-16 HRS			■		■		■
ZONA 3 15-18 HRS		■		■		■	
ZONA 4 11-13 HRS						■	
ZONA 5 10-11 HRS		■		■		■	
ZONA 6 04-10 HRS		■		■		■	
ZONA 7 05-09 HRS			■		■		■

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA, OAX.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500

PADHPOT

TÍTULO: ZONAS DE SERVICIO,HRS DE ABASTECIMIENTO

CONTENIDO: ZONAS DE SERVICIO Y HORAS DE ABASTECIMIENTO POR ZONAS

10 Ns. de plano — 19 No total

clave de plano: ZS

C:\LOGOS.jpg

Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA

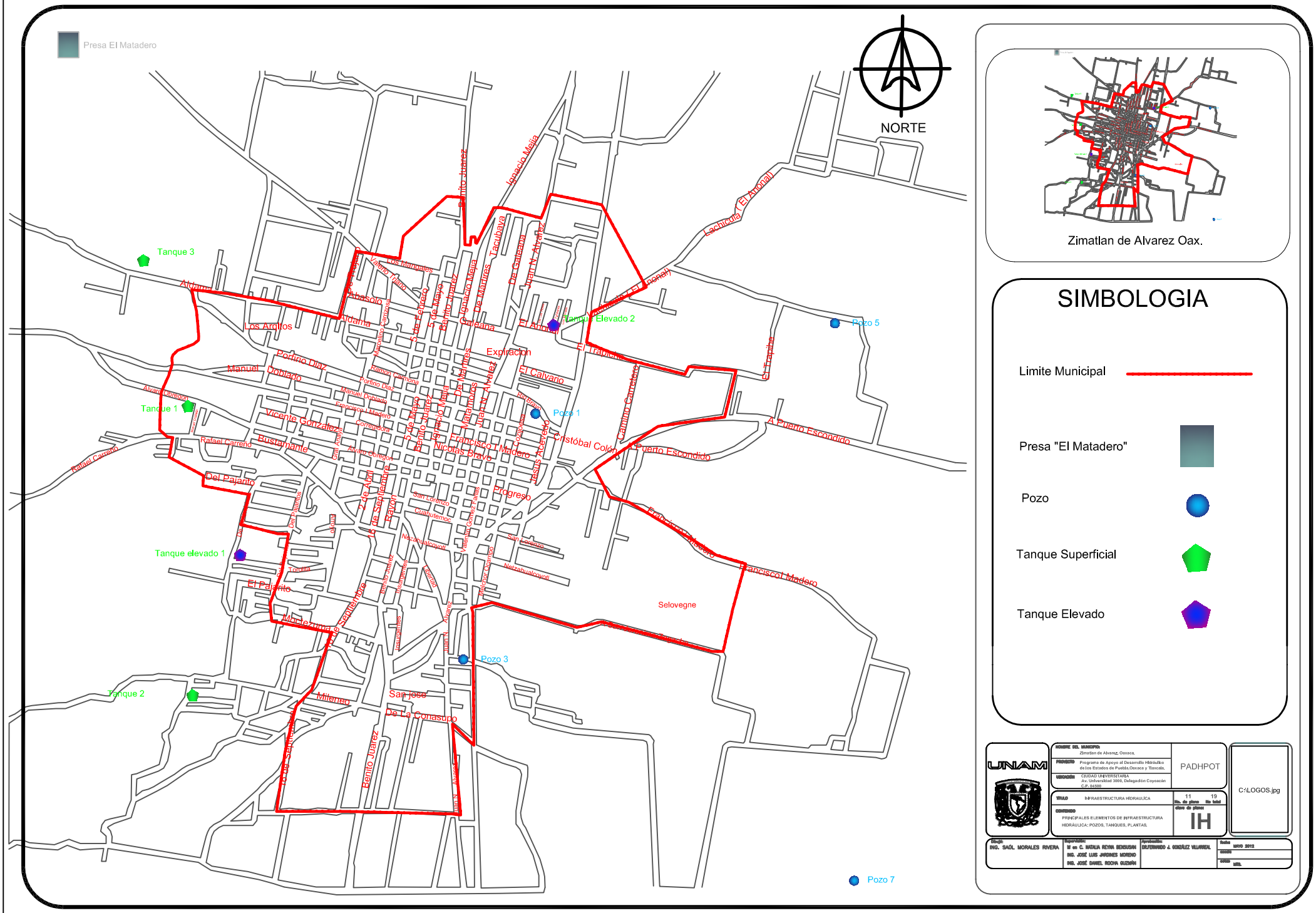
Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN, ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO, ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN

Aprobación: DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL

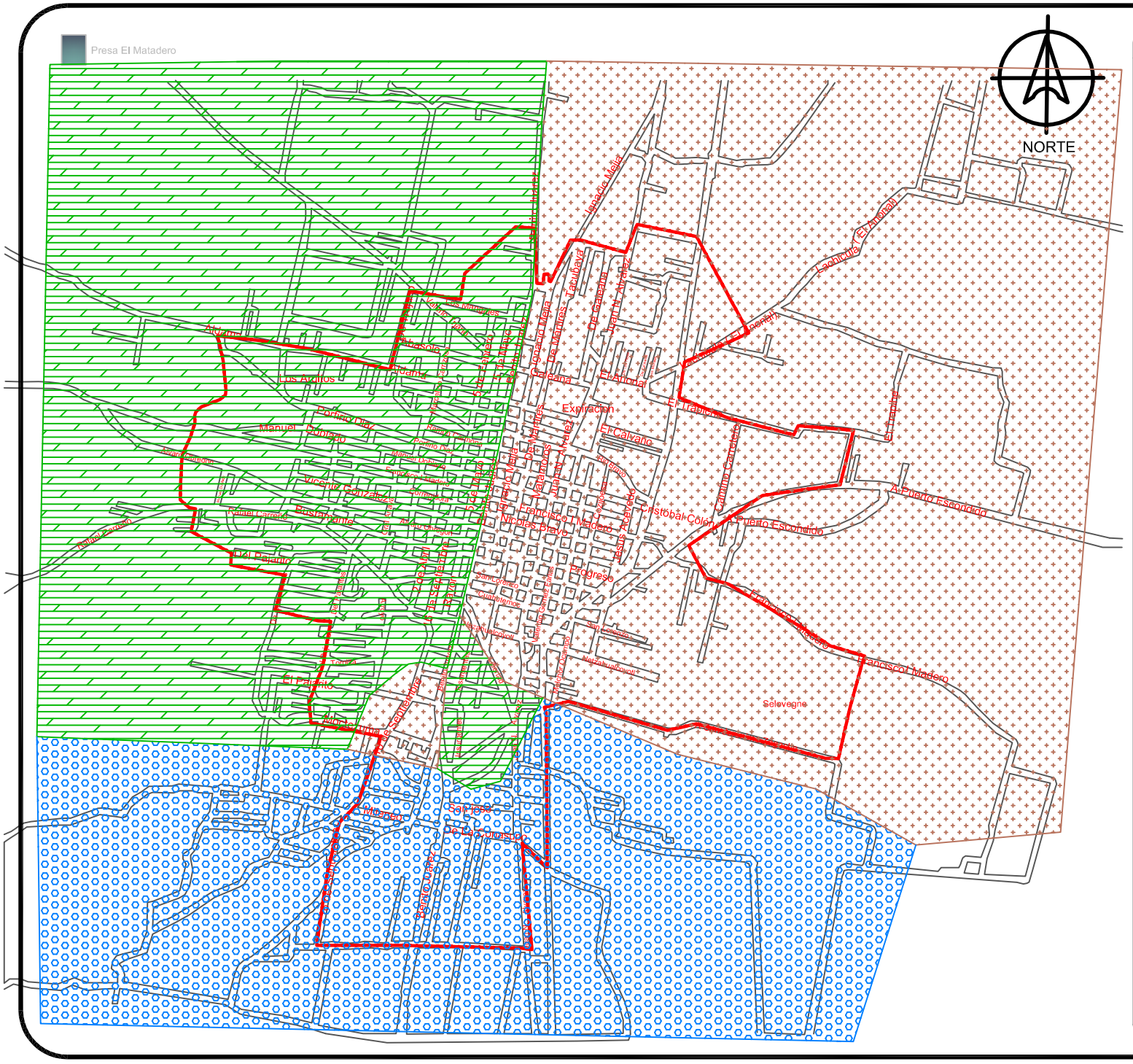
fecha: MAYO 2012

escala:

cotas: MTS.



Presa El Matadero
NORTE
Tanque 3
Tanque 1
Tanque elevado 1
Tanque 2
Tanque Elevado 2
Pozo 1
Pozo 3
Pozo 5
Pozo 7
Aldama
Los Arditos
Portirio Diaz
Manuel Doblado
Vicente Gonzalez
Bustamante
Del Pajarito
El Pajarito
Moctezuma
Milenio
San jose
De La Conasupo
Benito Juarez
Ignacio Mejia
Tacubaya
De Galeana
Juan N. Alvarez
Lachicula (El Anonal)
Galeana
Expiracion
El Calvario
El Trapiche
Cristóbal Colón
A Puerto Escondido
Francisco I Madero
Progreso
Selovegne
Rafael Carreño
Alvaro Obregon
Ramon Carmona
Francisco I Madero
Nicolas Bravo
Jesus Acevedo
Camino Carretero
Nezahualcoyotl
San Lorenzo
Cuahutemoc
Tacubaya
Valerio Trianó
Los Mangales
Abasolo
Zimatlan de Alvarez Oax.
SIMBOLOGIA
Limite Municipal
Presa "El Matadero"
Pozo
Tanque Superficial
Tanque Elevado
UNAM
NOMBRE DEL MUNICIPIO: Zimatlan de Alvarez, Oaxaca.
PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla,Oaxaca y Tlaxcala.
UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500
PADHPOT
TÍTULO: INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
11 Nº. de plano
19 No total
CONTENIDO: PRINCIPALES ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA: POZOS, TANQUES, PLANTAS.
clave de plano: IH
C:\LOGOS.jpg
Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA
Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN, ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO, ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN
Aprobación: DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL
Fecha: MAYO 2012
escala
costo: MEX.



Zimatlan de Alvarez, Oax.

SIMBOLOGIA

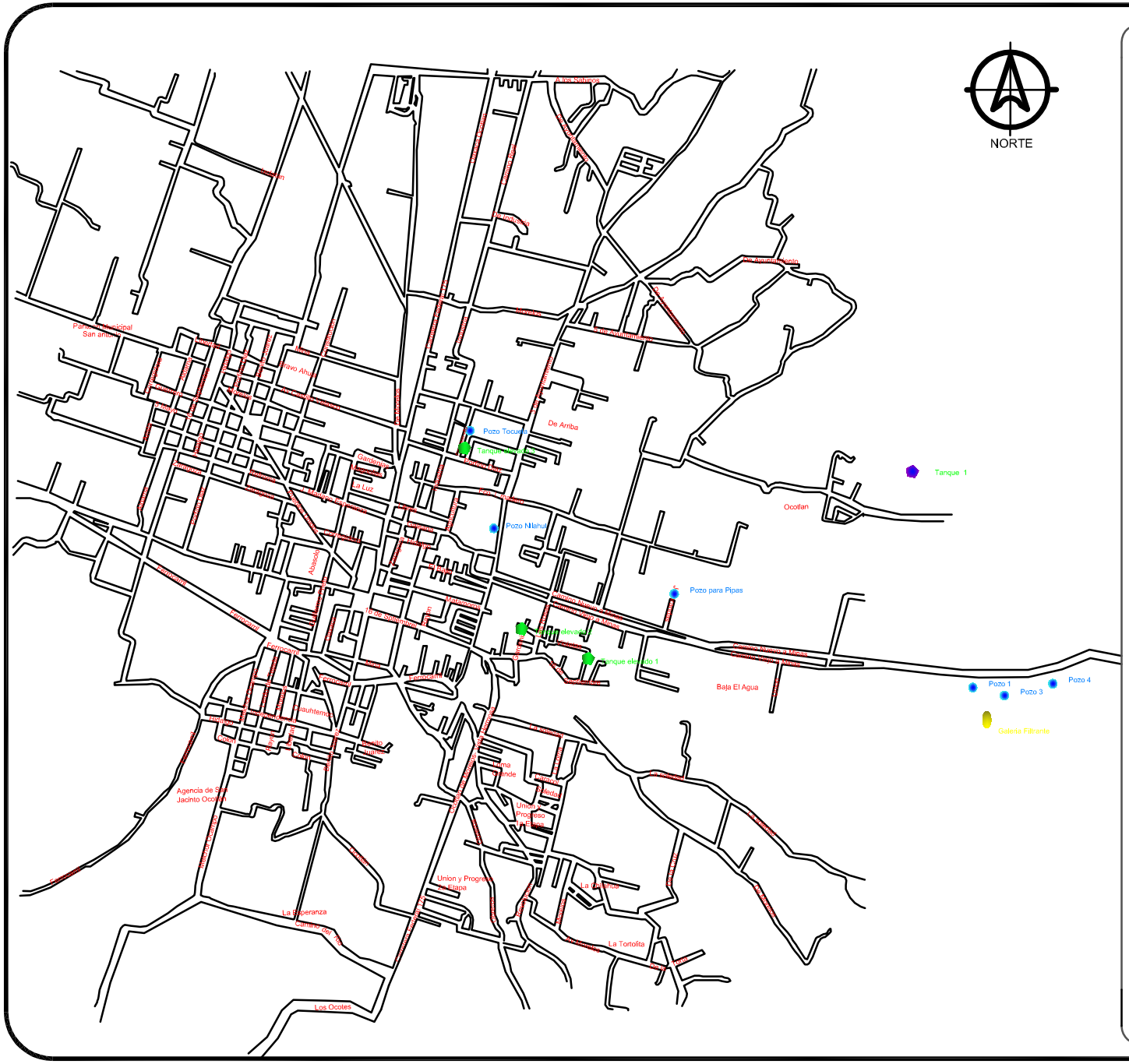
Limite Municipal

ZONA 1

ZONA 1

ZONA 1

UNAM	NOMBRE DEL MUNICIPIO: Zimatlan de Alvarez, Oaxaca.	PADHPOT	C:\LOGOS.jpg
	PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla,Oaxaca y Tlaxcala.		
	UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04510		
	TITULO: ZONAS DE SERVICIO.	No. de plano: 12 / No. total de planos: 19	
	CONTENIDO: ZONAS DE SERVICIO DE AGUA	ZS	
Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA	Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN, ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO, ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	Aprobación: DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL	Fecha: MAYO 2012
			Escala: NTS.



SIMBOLOGIA

Calles

Galeria filtrante

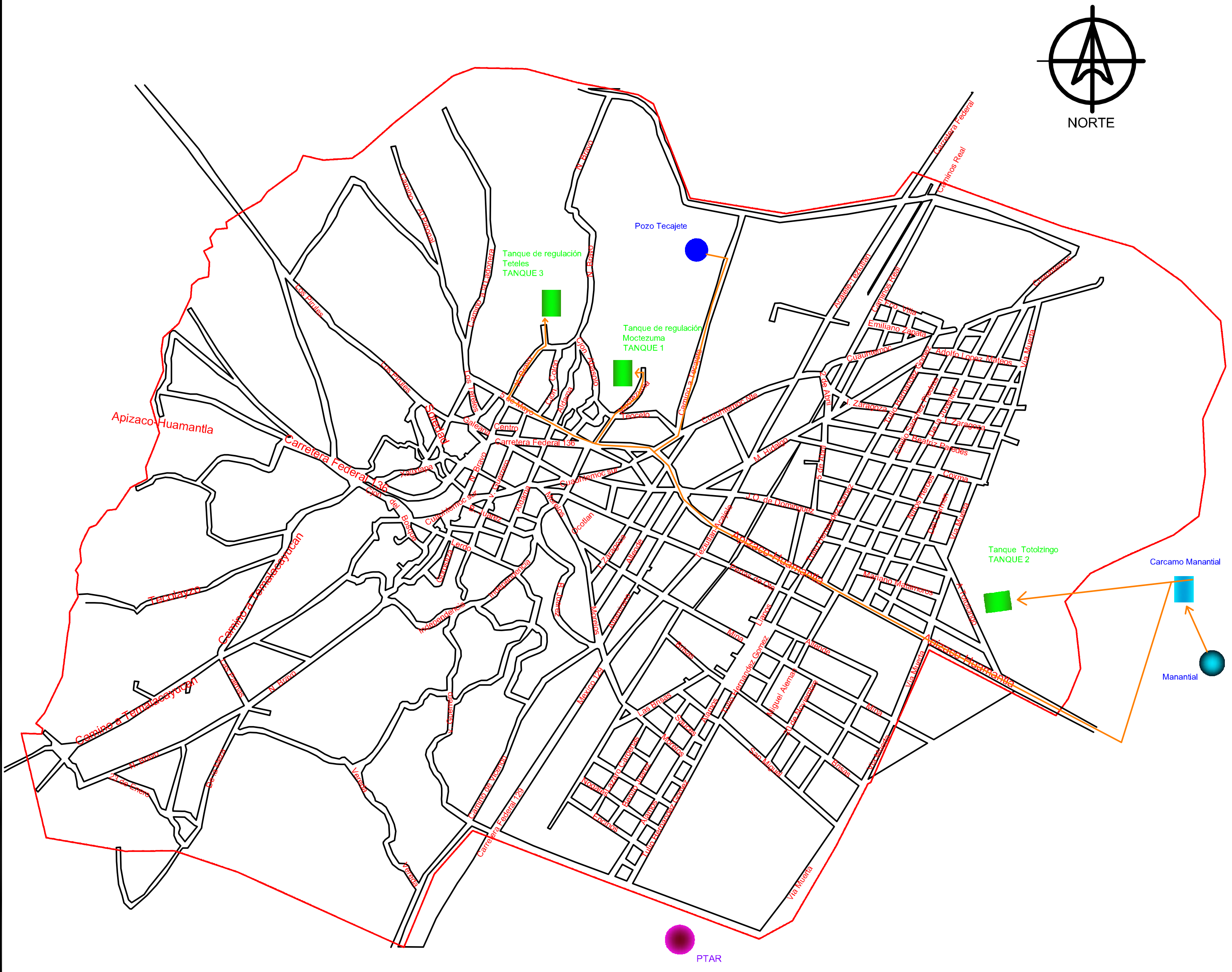
Pozo

Tanque Superficial

Tanque Elevado

UNAM

NOMBRE DEL PROYECTO: OCOTLAN DE MORELOS ,OAX.	PADHPOT	C:\LOGOS.jpg
PROGRAMA: Programa de Apoyo al desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala.		
DIRECCIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500		
TÍTULO: INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA	13 / 19	
CONTENIDO: PRINCIPALES ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA: POZOS, TANQUES, PLANTAS.	clave de plano: IH	
DIBUJO: ING. SAÚL MORALES PIMERA	DIRECTOR: M en C. NIÑA REYNA BERRIOS / ING. JOSÉ LUIS JUAREZ MORENO / ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	APROBADO: ALFONSO J. GIMÉNEZ VILLAREAL

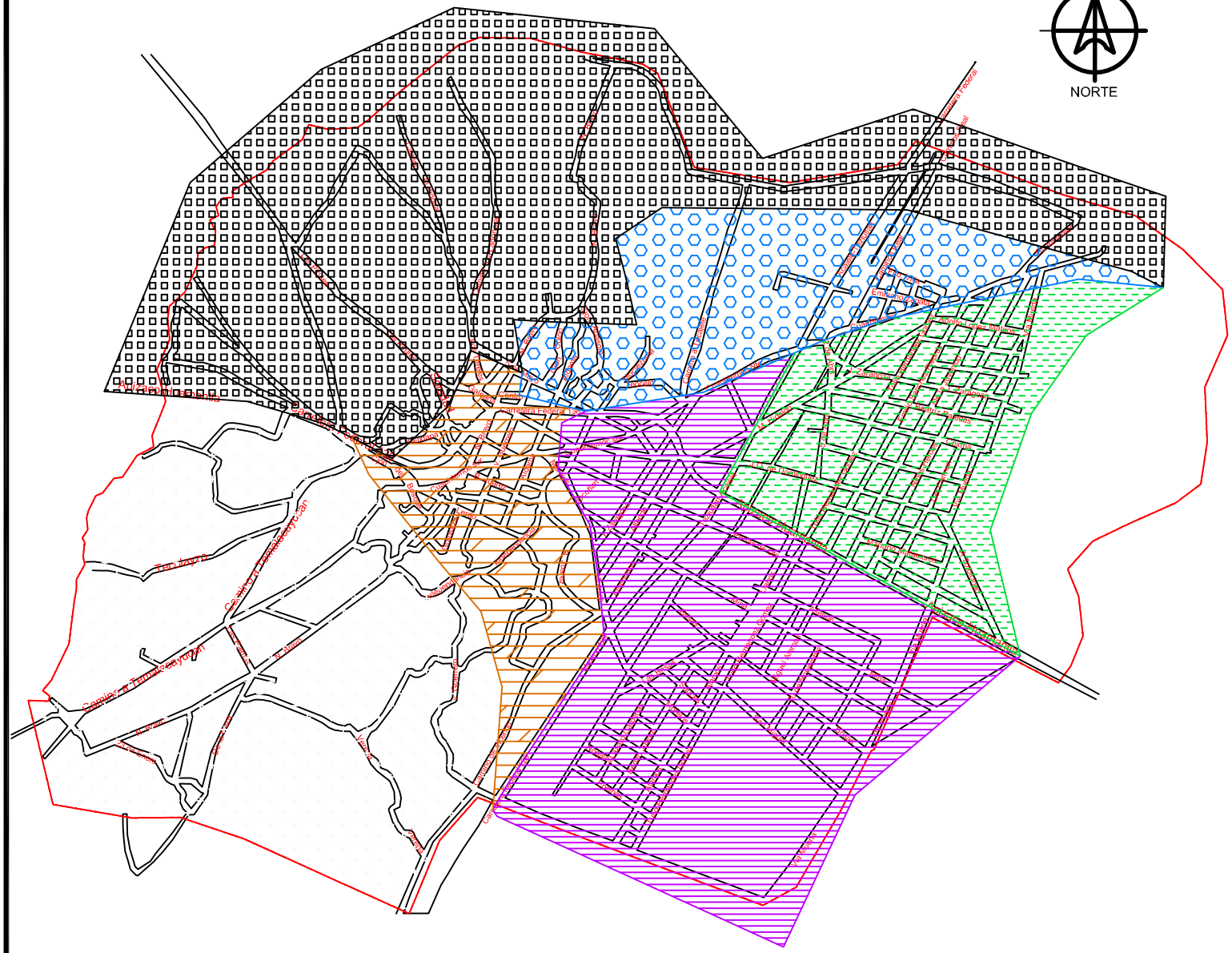


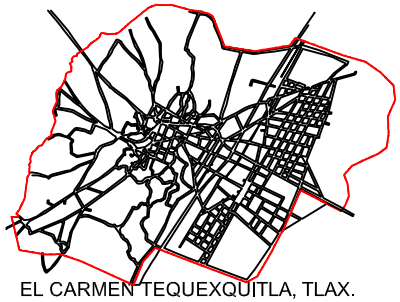
SIMBOLOGIA

Tanque Superficial	
Pozo Profundo	
PTAR	
Manantial	
Limite municipal	
Linea de conducción	

UNAM	NOMBRE DEL MUNICIPIO: EL CARMEN TEQUEXQUITLA, TLAX.	PADHPOT	C:\LOGOS.jpg
	PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala.		
	UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500		
	TÍTULO: INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA	14 No. de plano / 19 No total	
	CONTENIDO: POZOS,TANQUES, MANANTIALES	clave de plano: IH	

Dibujó:	Supervisión:	Aprobación:	
ING. SAÚL MORALES RIVERA	M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL	fecha: MAYO 2012 escala: cotas: MTS.





EL CARMEN TEQUEXQUITLA, TLAX.

SIMBOLOGIA

ZONA 1

ZONA 2

ZONA 3

ZONA 4

ZONA 5

NO PERTENECE AL SISTEMA

Limite municipal

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: EL CARMEN TEQUEXQUITLA, TLAX.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala.

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500

PADHPOT

TÍTULO: ZONAS DE SERVICIO

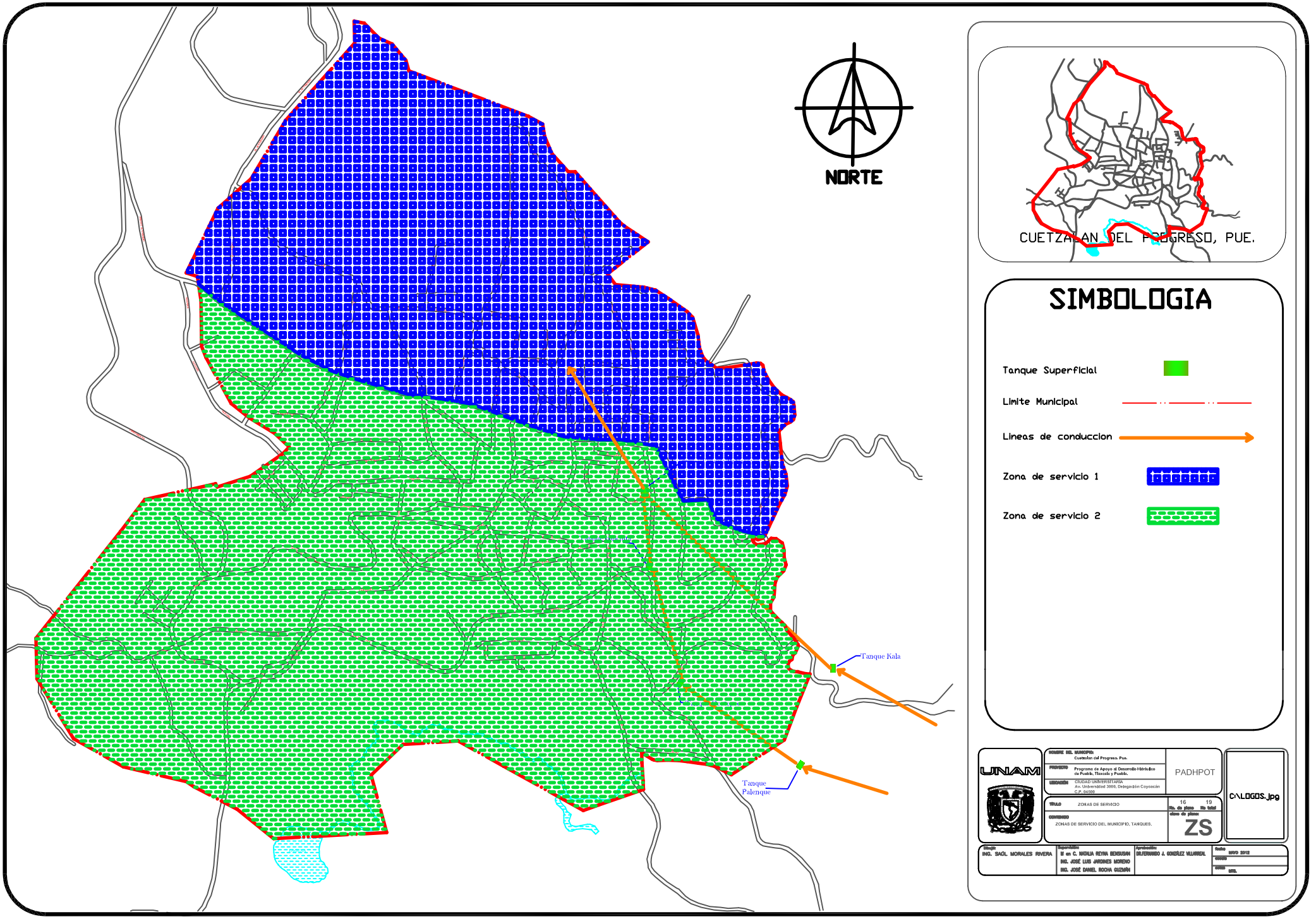
No. de plano: 15 No total: 19

CONTENIDO: ZONAS DE SERVICIO DE AGUA

clave de plano: ZS

C:\LOGOS.jpg

Dibujó	Supervisión	Aprobación	Fecha
ING. SAÚL MORALES RIVERA	M en C. NATALIA REYNA BENSUSAN ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLAREAL	MAYO 2012



SIMBOLOGIA

Tanque Superficial

Limite Municipal

Lineas de conduccion

Zona de servicio 1

Zona de servicio 2

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: Cuetzalan del Progreso, Pue.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04510

PADHPOT

TÍTULO: ZONAS DE SERVICIO

No. de plano: 16 No total de planos: 19

CONTENIDO: ZONAS DE SERVICIO DEL MUNICIPIO, TANQUES.

ZS

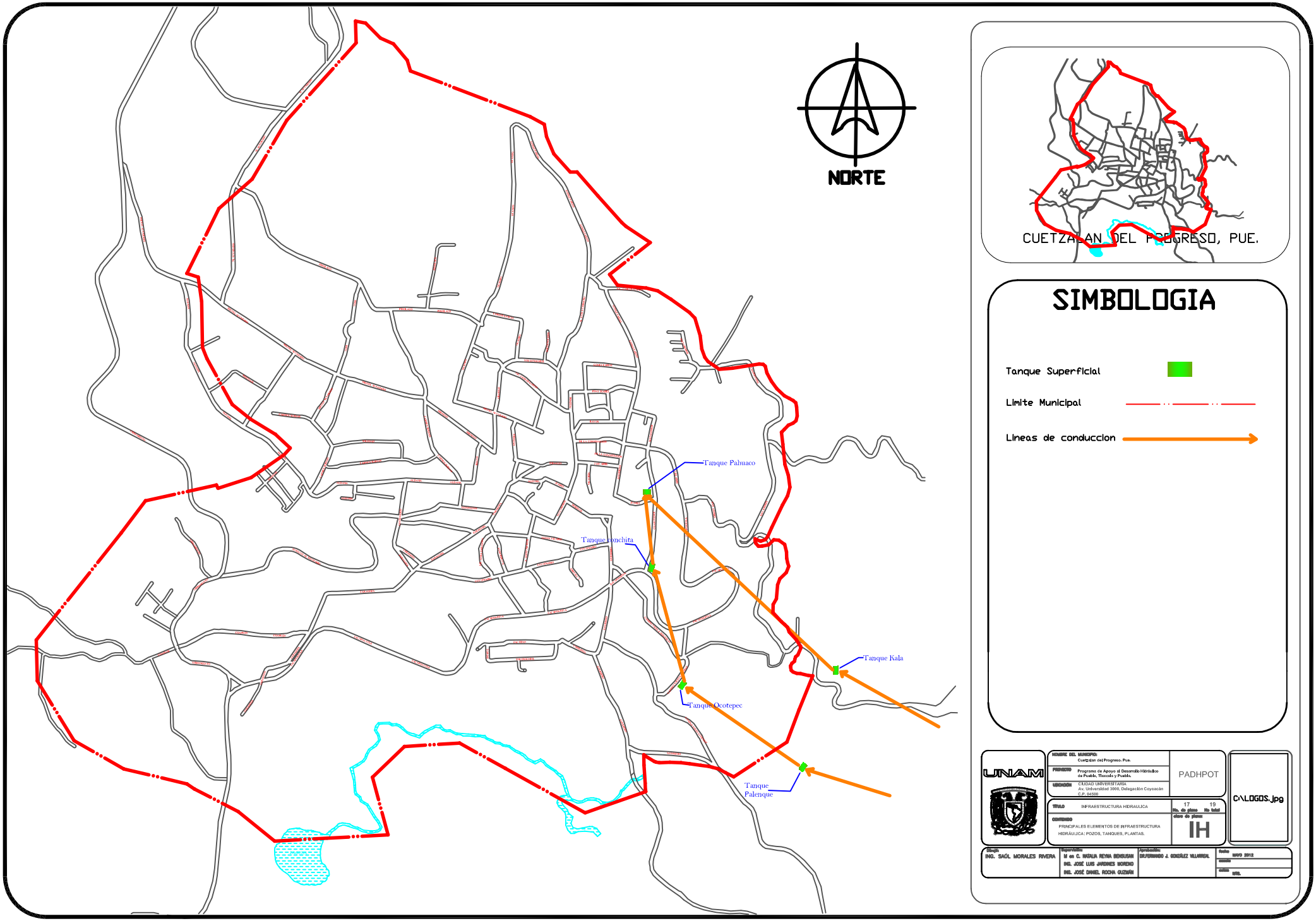
C:\LOGOS.jpg

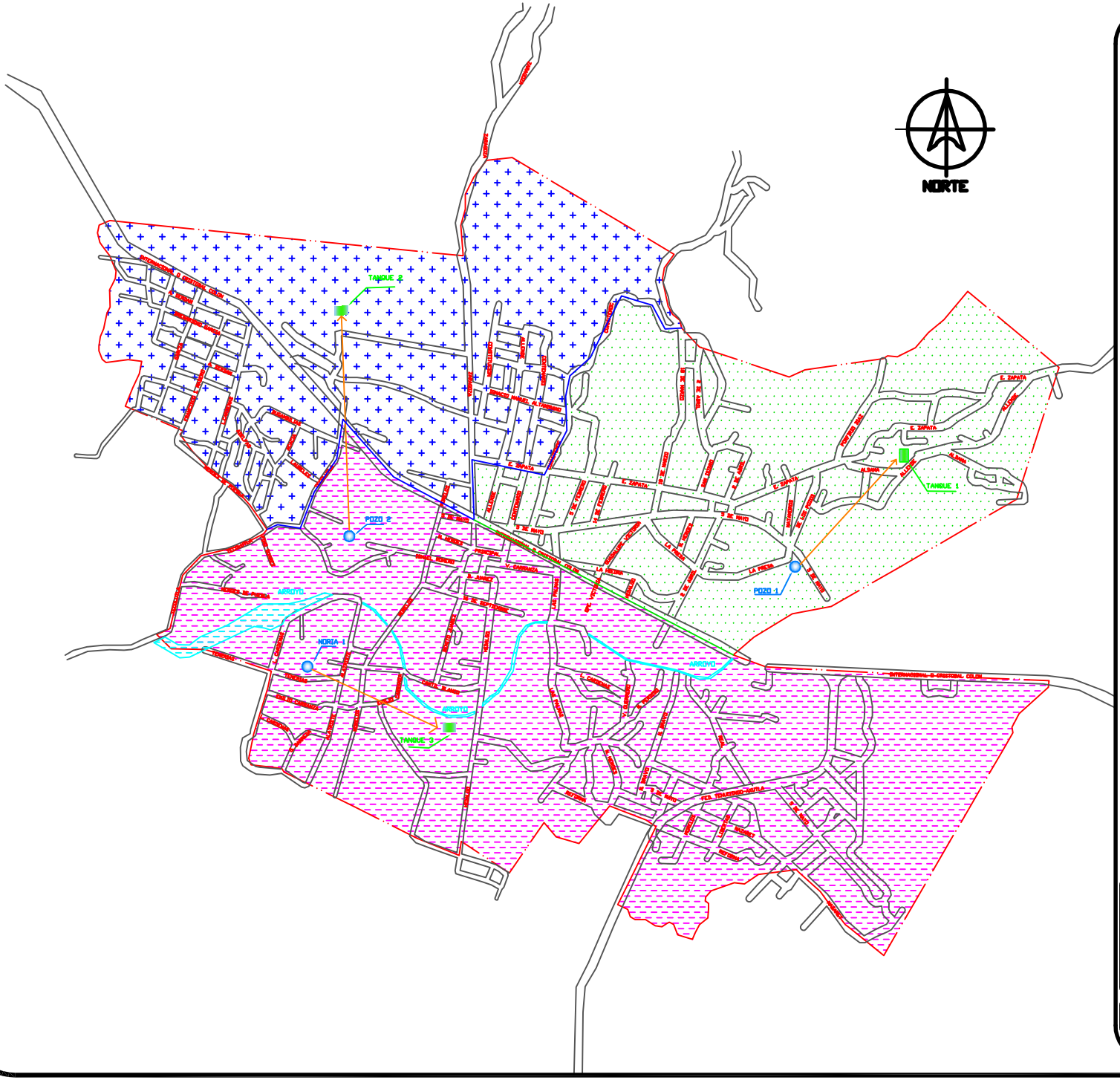
Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA

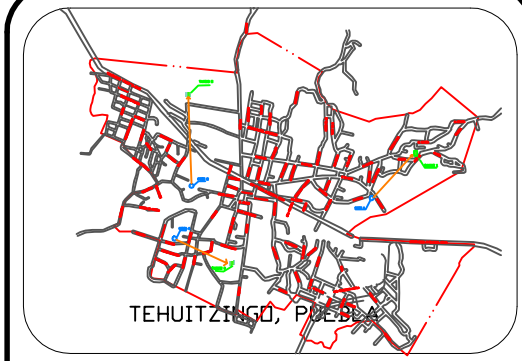
Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENGOCHEA; ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO; ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN

Aprobación: GILBERTO J. GONZÁLEZ VILLAREAL

Fecha: MAYO 2012


NORTE
Tanque Pahuaco
Tanque Ronchita
Tanque Kala
Tanque Ocotepec
Tanque Palenque
CUETZALAN DEL PROGRESO, PUE.
SIMBOLOGIA
Tanque Superficial
Limite Municipal
Lineas de conduccion
UNAM
NOMBRE DEL MUNICIPIO:
Cuetzalan del Progreso, Pue.
PROYECTO
Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de Puebla, Tlaxcala y Puebla.
UBICACIÓN
CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán
C.P. 04510
PADHPOT
TÍTULO
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
No. de plano 17
No total de plano 19
CONTENIDO
PRINCIPALES ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA: POZOS, TANQUES, PLANTAS.
clave de plano
IH
LOGOS.jpg
Elaboró
ING. SAÚL MORALES RIVERA
Supervisión
M en C. NATALIA REYNA BENUSAN
ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO
ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN
Aprobación
DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLAREAL
Fecha
MAYO 2012
escala
S/E.





SIMBOLOGIA

- Tanque Superficial
- Pozo Profundo
- limite municipal
- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3

UNAM

NOMBRE DEL MUNICIPIO: Tehuitzingo, Pue.

PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala.

UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA, Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500

PADHPOT

TÍTULO: ZONAS DE SERVICIO

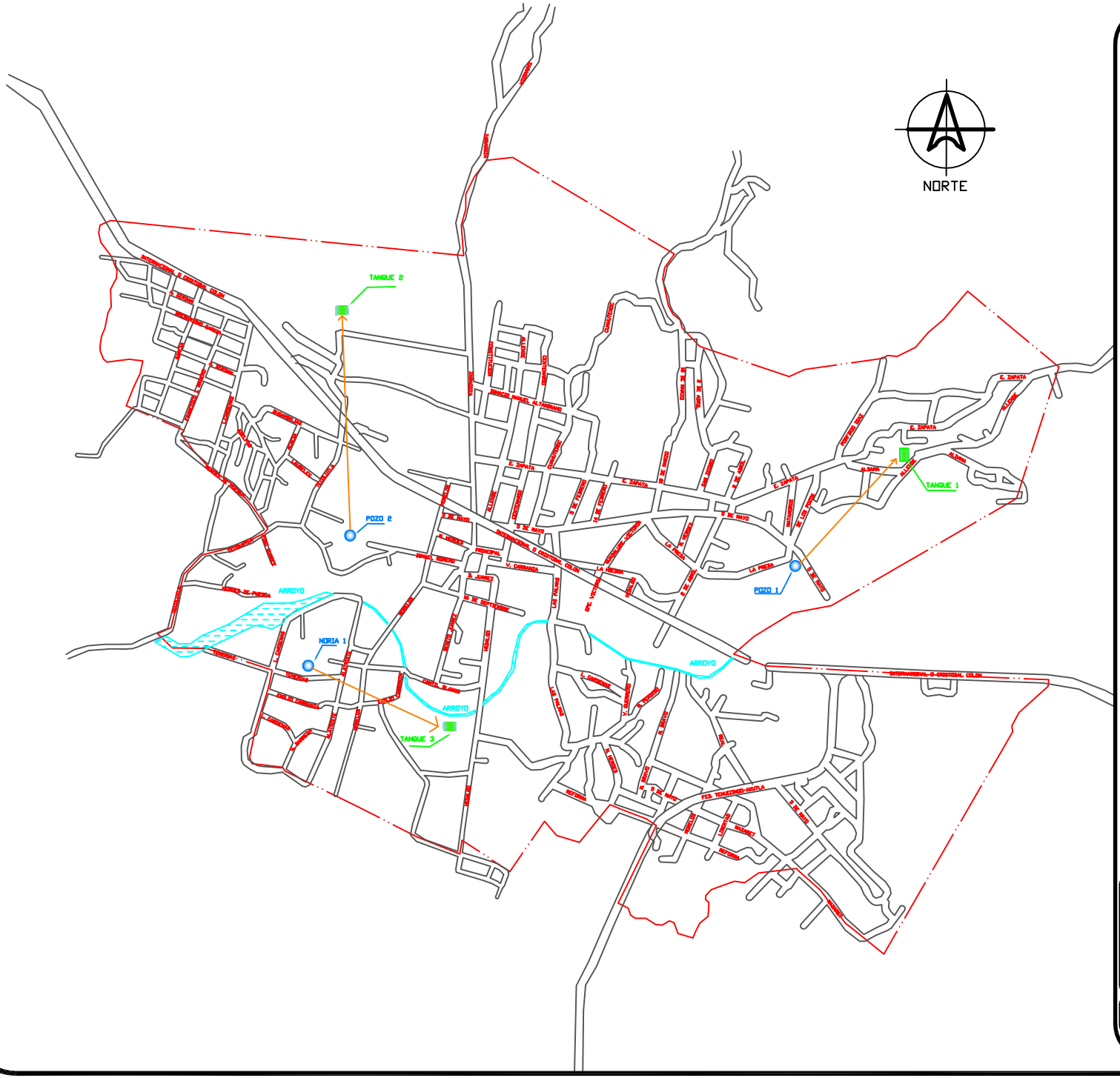
CONTENIDO: ZONAS DE SERVICIO, POZOS , TANQUES.

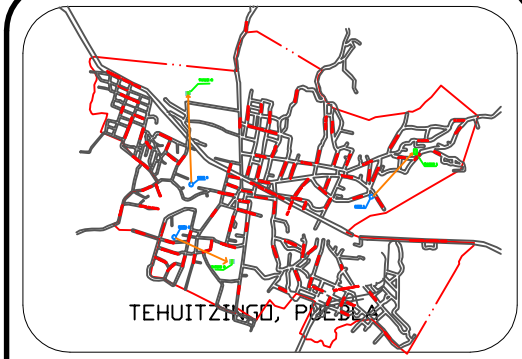
No. de plano: 18 de 19 No total

clave de plano: ZS

C:\LOGOS.jpg

Dibujo	Supervisión	Aprobación	Fecha
ING. SAÚL MORALES RIVERA	M en C. NADALIA REYNA BENSUSAN ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	DR.FERNANDO J. GONZÁLEZ VILLAREAL	MAYO 2012





SIMBOLOGIA

Tanque Superficial

Pozo Profundo

limite municipal

UNAM	NOMBRE DEL MUNICIPIO: Tehuitzingo, Puebla.	PADHPOT	C:\LOGOS.jpg
	PROYECTO: Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala.		
	UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán C.P. 04500		
	TITULO: INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA.	19 No. de plano / 19 No total	
	CONTENIDO: PRINCIPALES ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA, POZOS Y TANQUES.	clave de plano: IH	
Dibujó: ING. SAÚL MORALES RIVERA	Supervisión: M en C. NATALIA REYNA BENSUSHN; ING. JOSÉ LUIS JARDINES MORENO; ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN	Aprobación: GILFERNANDO J. GONZÁLEZ VILLARREAL	Fecha: MAYO 2012; escala: S/E

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

PADHPOT

Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

Anexos 16 al 18

Unidades de Riego

Contenido

Anexo 16. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Oaxaca. 3

Ocotlán de Morelos……...……... 4

Zimatlán de Álvarez……. 32

San Francisco Telixtlahuaca……..…..……... 56

Subanexo A ……. 83

Subanexo B. Inversiones a realizarse en 2 unidades de riego en el municipio de Ocotlán de Morelos ……. 87

Subanexo C ……. 91

Subanexo D. Inversiones a realizarse en 2 unidades de riego en el municipio de Zimatlán de Álvarez ……96

Subanexo E …….. 100

Subanexo F. Inversiones a realizarse en 3 Unidades de Riego en el municipio de San Francisco Telixtlahuca …….. 104

Anexo 17. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Puebla ..…….. 112

San Martín Texmelucan ..…….. 113

Tehuitzingo ……..…… 140

Subanexo A ..…….....167

Subanexo B. Inversiones a realizarse en 2 Unidades de Riego en el municipio de San Martín Texmelucan……..... 171

Subanexo C ……. 175

Subanexo D. Inversiones a realizarse en La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI…….. 179

Anexo 18. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Tlaxcala..……184

El Carmen Tequexquitla …...……... 184

Subanexo A ..…… 212

Subanexo B. Inversiones a realizarse en 2 Unidades de Riego en el municipio de El Carmen Tequexquitla……... 217

Anexo 16. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Oaxaca

Anexo 16. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Oaxaca

Ocotlán de Morelos

I Diagnóstico de la situación actual y perspectivas

I.1 Descripción de la Unidad de Riego

Para llevar a cabo los trabajos de diseño del Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) en lo que respecta a las unidades de riego, uno de los municipios elegidos en Oaxaca fue Ocotlán de Morelos y dentro de éste, la unidad de riego San Carlos 1, en la cual se realizó un diagnóstico general preliminar.

I.1.2 Antecedentes

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2006) reportó que para el municipio de Ocotlán de Morelos existían 7 unidades de riego organizadas y 2 sin organizar. Éstas presentan las siguientes características, (ver Tabla 1 y 2).

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
San Carlos 1	Pozo profundo
San Jacinto Chilateca	Pozo profundo
Texas de Morelos 1	Pozo profundo
Texas de Morelos 10	Pozo profundo
Texas de Morelos 2	Pozo profundo
Texas de Morelos 3	Pozo profundo
Texas de Morelos 5	Pozo profundo

Fuente: (CONAGUA, 2006)[1]

[1] Véase.- Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0)

Tabla 2.
Unidades de riego sin organizar

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Rancho Los Vásquez	Derivación
San Felipe Apóstol	Derivación

Fuente: (CONAGUA, 2006)

De acuerdo con los objetivos del PADHPOT, y en atención al tiempo disponible, se determinó elegir una unidad de riego que mostrara interés y disponibilidad para realizar los trabajos de diagnóstico y que permitiera cumplir con los objetivos del programa; en este sentido, se entrevistó a algunos directivos de la unidad de riego del municipio y finalmente se determinó trabajar con la unidad San Carlos No 1.

Esta unidad, como las demás existentes en el municipio, inició operaciones en 1974 al terminarse la perforación y equipamiento del pozo por parte de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), con la pretensión de sembrar maíz y alfalfa. Los usuarios de la unidad de riego San Carlos 1 no están organizados de forma regular[2], es decir, para la operación, conservación y administración de la unidad sólo se organizan entre ellos de palabra y han acordado rotarse el cargo de directivo cada tres años.

La unidad de riego conformada beneficia a 27 socios y consta de 48 ha. Se localiza en el cuadrante que forman las coordenadas 16º46'37.46" y 16º45'49.18"de Latitud Norte y 96º47'52.71" y 96º47'3.25" de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 1464 msnm (Ver Ilustración 1).

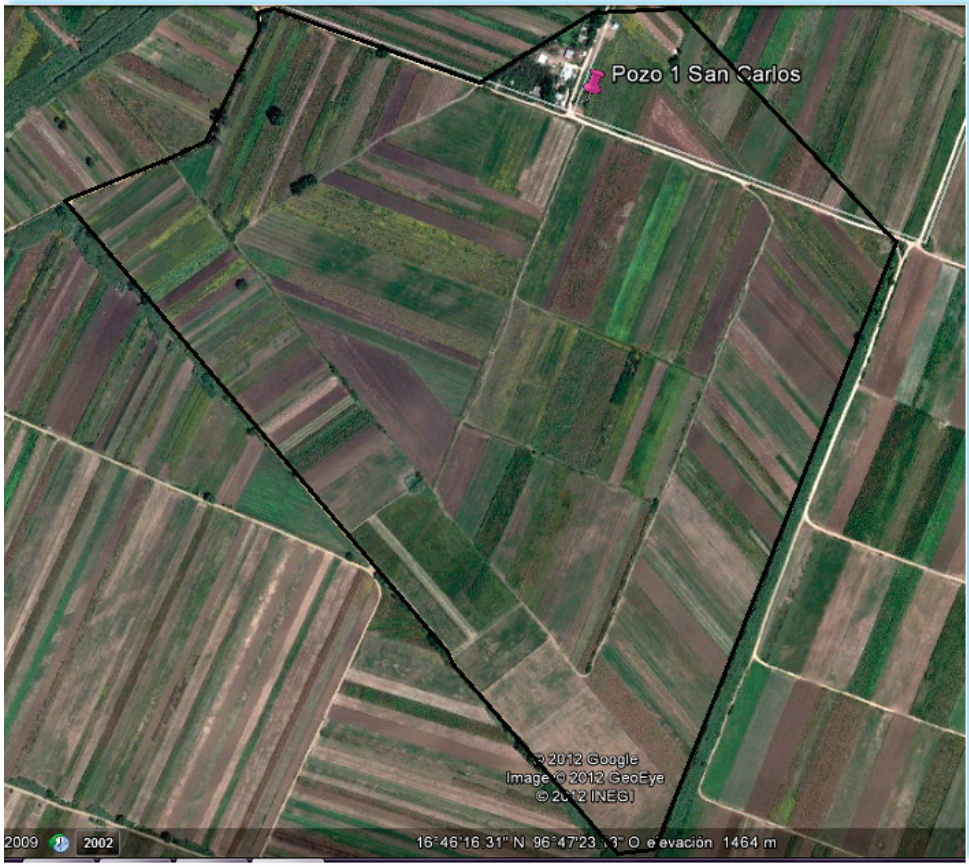
La problemática que presenta la unidad de riego es la siguiente:

- La concesión del pozo está vencida y no fue revalidada oportunamente.
- No tienen organización definida.
- Carecen de toda capacitación y financiamiento.

[2]Procedimiento jurídico para constituir empresas rurales de acuerdo con lo que establece la Ley Agraria en sus artículos 108, 109, 111 y112.

- El transformador del pozo está averiado, por lo que no regaron durante el 2011.
- La infraestructura de conducción del agua no sirve.
- El riego, si lo hubiera, es por gravedad de acuerdo con su infraestructura.
- La eficiencia en la conducción, distribución y aplicación del agua es muy baja.
- Se tiende a abandonar la tierra en la unidad de riego debido a la alta migración que se presenta en la región y a no haber apoyos de ninguna índole para reactivar las unidades de producción.

Ilustración 1.
Ubicación de la unidad de riego San Carlos 1



I.1.3 Superficie total, física, regable y regada

En la **Tabla 3** se muestra la superficie física, regable y regada (ejemplo hipotético para ilustrar la producción y el volumen utilizado) de la unidad de riego San Carlos1.

Tabla 3.
Superficie física, regable y regada

Unidad de riego	Año	Superficie (ha)		
		Física	Regable	Regada
San Carlos 1	2011	48	40	40

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.1.4 Tenencia de la tierra

Toda la superficie que integra la unidad de riego es ejidal y, en promedio, cada productor tiene 1.75 ha.

I.1.5 Título de concesión

La fuente de agua en la unidad de riego San Carlos 1 es un pozo profundo, que aprovecha el agua subterránea del acuífero subyacente. Desde el 2010 se averió el transformador y a la fecha no ha sido reparado, por lo que no se regó las parcelas de la unidad. El título de concesión está vencido, debió renovarse desde el 2010. Cuenta con un volumen concesionado de 289,617 m^3 y proporcionaba un gasto aproximado de 30 lps, (Ver Ilustración 2).

POZO PROFUNDO	
Concepto	**Unidad de riego**
	San Carlos 1
Construido por	INI-SRH
Año de construcción	1974
Superficie regable (ha)	40
Usuarios beneficiados	27
Volumen concesionado (m3/año)	289,617
Volumen de extracción (m3/ año)	Variable
Gasto actual (lps) (2010)	30
Profundidad del nivel estático (m)	8
Profundidad del nivel dinámico (m)	No disponible
PERFORACIÓN	
Profundidad (m)	68
Diámetro (pulg)	12
Estado físico (B, R o M)*	M
ADEME	
Material	Acero
Profundidad	50
Diámetro (pulg)	8
Estado físico (B, R o M)*	M
BOMBA	
Tipo	BTV
Marca	No se sabe
Potencia (HP)	40
Tiempo de bombeo (horas/día)	No funciona
Diámetro de succión (pulg)	6
Diámetro de descarga (pulg)	6
Estado físico (B, R o M)*	R
MOTOR	
Tipo (Combustión interna o eléctrico)	E
Marca	No se sabe
Potencia (HP)	40
Estado físico (B, R o M)*	R
INSTALACIONES Y DISPOSITIVOS	

Material de caseta	Ladrillo
Tipo de medidor volumétrico	No sirve
Arrancador (HP)	40
Estado físico (B, R o M)*	M

* Estado físico B= Bueno R= Regular M=Malo

Ilustración 2.
Foto del pozo No. 1 de la unidad de riego de San Carlos

I.2 Infraestructura existente

I.2.1 Pozo profundo

Las principales características de la fuente de abastecimiento de la unidad de riego San Carlos 1 se pueden ver en la Tabla 3.

Tabla 3.
Características principales en la obra de cabeza de la unidad de riego

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.2.2 Red de distribución y sus estructuras

La red de conducción de la unidad de riego San Carlos1 está compuesta por un tubo de acero de 6" de diámetro y una longitud de 500 m, aproximadamente, hasta llegar a la obra de distribución, que por medio de un canal revestido de 2.5

km de longitud recorre toda la unidad de riego. El canal está muy deteriorado y ya no funciona (ver Ilustración 3). El agua se distribuye por canales laterales y sublaterales, también en mal estado, hasta llegar a las parcelas de los usuarios donde, por medio de regaderas interparcelarias sin revestir, se aplica el agua a los cultivos.

Ilustración 3.
Canal de distribución del agua hacia la unidad de riego en muy mal estado

I.2.3 Red de drenaje y sus estructuras

La topografía de la zona de riego presenta buenas características para drenar los escurrimientos de la lluvia.

I.2.4 Drenaje parcelario

El drenaje parcelario en la unidad de riego es natural, ya que las pendientes de las parcelas y las características físicas de los suelos (permeabilidad, textura, etc.) ayudan a no tener problemas importantes de drenaje.

I.2.5 Red de caminos y sus estructuras

La red de caminos dentro de la unidad de riego es de terracerías y se encuentran de regular a mal estado.

I.3 Producción agrícola y factores que inciden en la producción

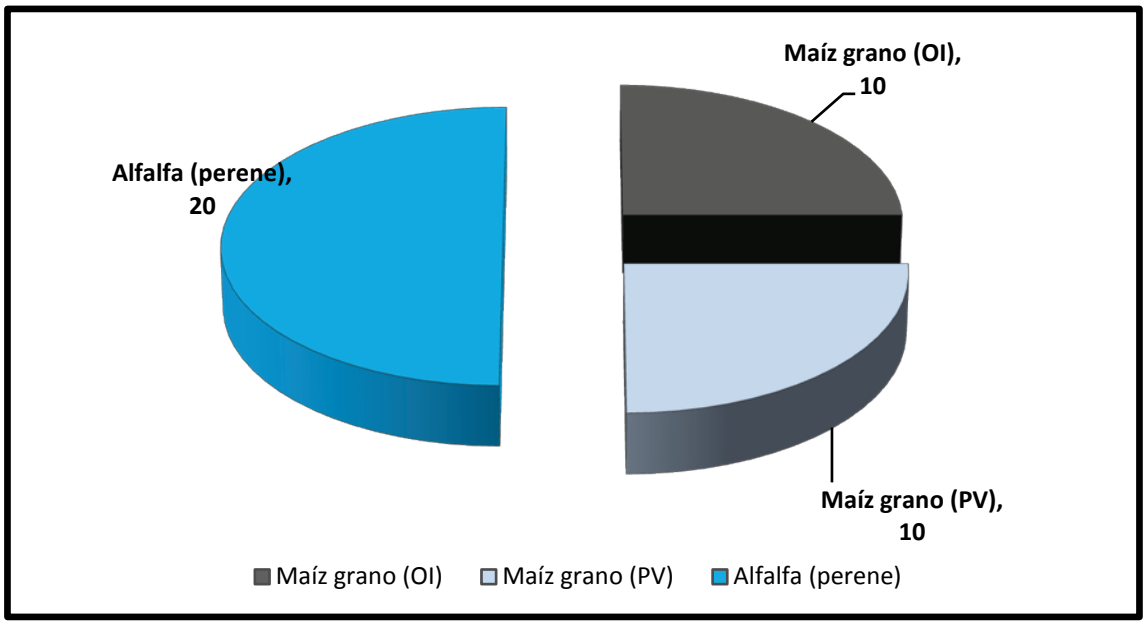
I.3.1 Cultivos, superficie sembrada y cosechada por ciclo agrícola (Primavera Verano (PV), Otoño Invierno (OI) y perenes).

La unidad de riego de San Carlos 1 cuenta con 48 ha físicas y de éstas 40 son regables. Debido a que el transformador se quemó, el pozo dejó de operar desde el 2010, por lo que actualmente lo que se siembra se produce con el temporal en el ciclo primavera-verano y en el ciclo otoño-invierno se produce garbanzo con la humedad residual que llega a tener el suelo. Aproximadamente 14.75 ha no se siembran.

Por lo anterior, es difícil poder proponer un padrón de cultivos del ciclo 2010-2011 porque no lo hay; sin embargo, los pequeños reductos de cultivos que existen son maíz y alfalfa regada con una bomba provisional que, por medio de mangueras extrae,el agua del pozo y la lleva hasta el cultivo. Como una propuesta, y con el objetivo de dar solución a la problemática que presenta la unidad de riego, se plantea el siguiente padrón de cultivos donde se analizarán los dos escenarios: sin y con proyecto (Ver Gráfica 1 y Tabla1 del Subanexo A):

Gráfica 1.

Padrón de cultivos *propuesto* a manera de ejemplo de la unidad San Carlos 1



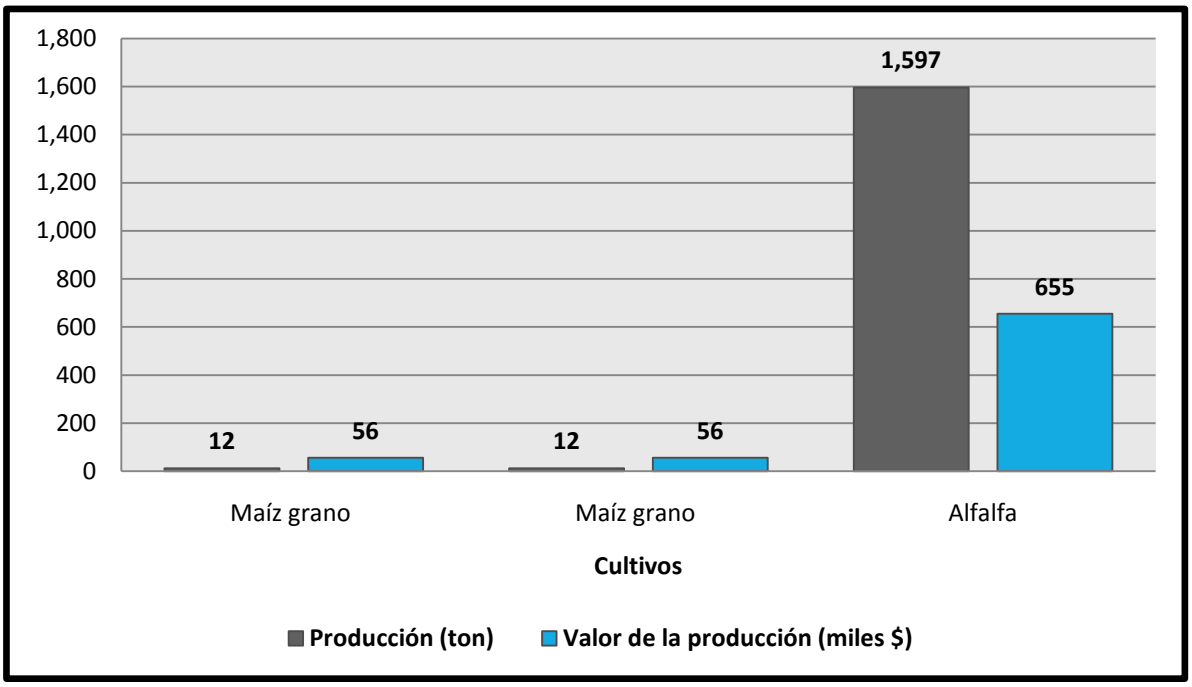
Fuente: Elaboración propia PADHPOT

I.3.2 Volumen y valor de la producción

En el Gráfica 2 se muestra la producción de la unidad de riego del municipio de Ocotlán de Morelos, se reitera que estos resultados son hipotéticos para ilustrar lo que están dejando de percibir los usuarios o lo que podrían producir y ganar a futuro de encontrarse con una fuente de financiamiento que pueda reactivar la unidad.

Los cultivos establecidos, la producción total y el valor de la producción se presentan en la misma gráfica, donde se aprecia que la alfalfa es uno de los cultivos más importantes para la unidad de riego debido al valor que representa. En lo que respecta al maíz, se ve una baja producción y poco valor de ésta con respecto a otras unidades modernizadas.

Gráfica 2.
Valor de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

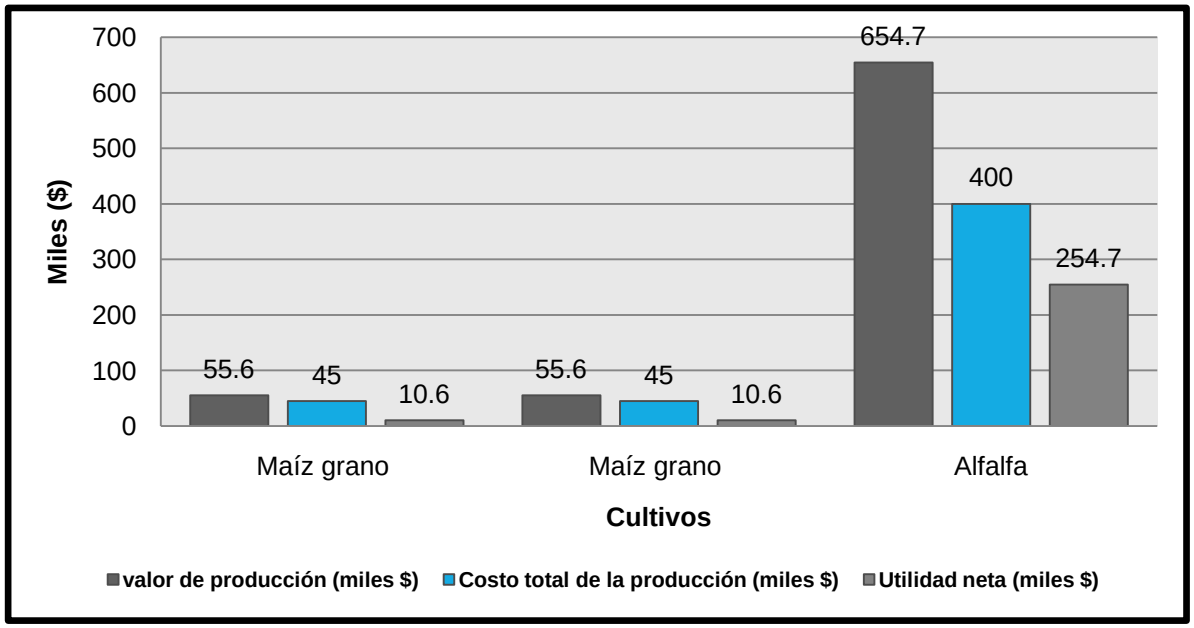
En la Tabla2 del Subanexo A, se muestra el valor de la producción y sus componentes de superficie, rendimiento y precio medio rural de cultivos hipotéticos que pudiera tener la superficie agrícola de la unidad de riego si se hubiese sembrado durante el 2011. De la misma tabla se obtiene el valor total de la producción que es de $ 765,865.6 pesos.

I.3.3 Utilidad de la producción

Derivado de la información estadística obtenida en el área de estudio, se obtuvo la Gráfica 3, en la que se aprecia el valor por cultivo, el costo y la utilidad neta de la producción durante el año agrícola 2011, considerando los rendimientos actuales y las formas de producción agrícola de la unidad de riego.

Se determinó la utilidad total de la producción de $275,865.6 pesos y la utilidad por hectárea de $6,896.6 pesos en la situación actual (sin proyecto) (Ver Subanexo A Tabla 3).

Gráfica 3.
Utilidad de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.4 Oferta de agua para riego

I.4.1 Sistema de cuerpos y fuentes de agua

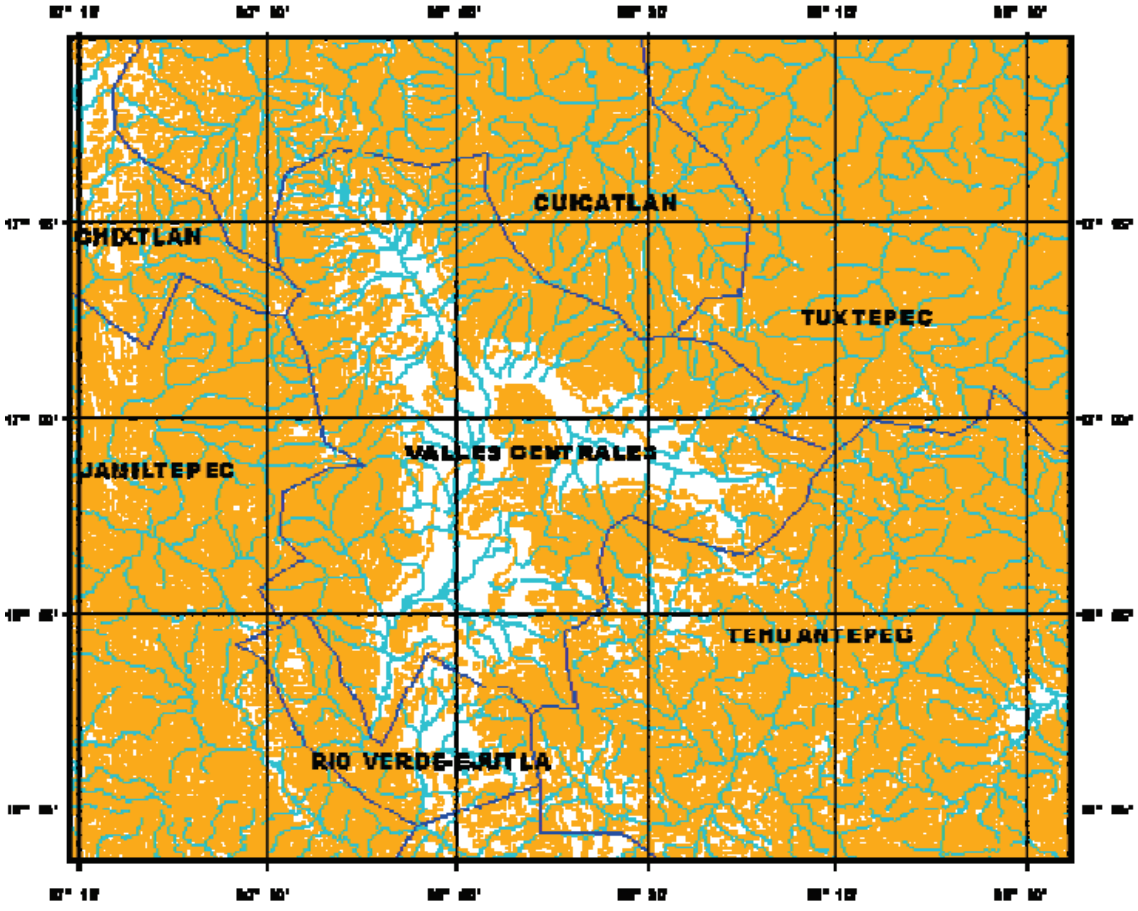
El agua subterránea es la fuente principal de agua utilizada para riego dentro del municipio. Del acuífero subyacente se extrae el agua para el riego de la mayoría de los cultivos agrícolas mediante pozos y norias.

En menor medida se aprovecha el agua proveniente de los escurrimientos del río Atoyac, que por medio de presas derivadoras se desvía para utilizarlo en riego.

El municipio de Ocotlán de Morelos se encuentra asentado sobre el acuífero denominado Valles Centrales. Este acuífero presenta una recarga anual de 153.6 Mm^3, un volumen concesionado de agua subterráneas de 132.4 Mm^3, un volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos de 88.2 Mm^3 y una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2.79 Mm^3. De estos datos se infiere que el acuífero se encuentra en un precario equilibrio (CONAGUA, 2009).

El decreto de veda fue publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 25 de septiembre de 1967, delimitando su extensión y límites geopolíticos en los ex distritos de Zimatlán, Ocotlán Centro, Etla y Tlacolula. Este decreto señala que por causa de interés público, para procurar la conservación de los acuíferos en condiciones de explotación racional y para controlar las extracciones de los alumbramientos existentes y los que en el futuro se realicen, se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo (CONAGUA, 2009)(ver Ilustración 4).

Ilustración 4.
Acuífero de Valles Centrales, Oaxaca



En el municipio se encuentran registradas 9 unidades de riego, 7 de las cuales deberían ser abastecidas por pozo profundo; sin embargo de éstas sólo se puede ubicar con certeza la de San Carlos 1. Las otras aparentemente ya no existen, los

pozos presentaron problemas y fueron abandonados y la superficie agrícola desapareció (Ver Ilustración 5).

Existe una gran cantidad de norias pozo cuyas concesiones ya vencieron o nunca existieron (ver Ilustración 5).

En el municipio, y en particular en la población de Texas de Morelos, donde según la CONAGUA se encuentra la mayor cantidad de unidades de riego, existe una marcada migración a Estados Unidos de América, lo que propicia el desinterés de los productores por activar sus unidades de producción. Si a esto se suma la falta de apoyos por parte de la CONAGUA y SAGARPA, el Gobierno estatal y municipal, podríamos inferir que la última unidad de riego reconocible tiende también a desaparecer.

Ilustración 5.
Posiblemente este antiguo pozo era el que abastecía la unidad de riego Texas 5, tiene 10 años que está abandonado.

Ilustración 6.
Una noria pozo cuya concesión está vencida, así existen muchas otras

I.4.2 Manejo del suelo y el agua

En la unidad de riego no se aplican prácticas nuevas para la preservación del suelo, las actividades que se realizan para la producción agrícola dependen del cultivo, pudiendo citar las siguientes: subsuelo, barbecho, rastra, empareje, surcado, siembra y escarda (se utiliza maquinaria en un 85%). No se tiene presencia de drenes parcelarios, ya que no se tiene niveles freáticos altos ni problemas de excesos de agua por inundaciones.

En la zona de estudio no se han realizado trabajos de nivelación ni se cuenta con equipos para hacerlo.

I.4.3 Infraestructura hidroagrícola

La infraestructura hidroagrícola de la unidad de riego en estudio consiste en una tubería de conducción, que se complementa con canales revestidos y sin revestir que van desde el tren de descarga del pozo hasta las parcelas.

En la Ilustración 7 se muestra la infraestructura que aún existe en la unidad de riego, en donde es posible verificar el estado de abandono de la misma, de acuerdo con la conducción del agua que es a través de una tubería y canales, y el método de riego por gravedad.

Ilustración 7.
Infraestructura que aún se puede observar en la unidad.

La eficiencia estimada de la conducción de los canales no excede el 20%, ya que la mayoría de éstos están fracturados, además, todos los canales tienen maleza, la cual impide que el agua llegue de manera rápida, produciendo evaporación e infiltración.

En la Ilustración 8 se muestra la localización del pozo de la unidad de riego y un aproximado de cómo se distribuye el agua dentro de la misma.

Ilustración 8.
Ubicación del pozo y la red de distribución del agua para riego

I.4.4 Disponibilidad de agua

Como se mencionó anteriormente, los aprovechamientos de agua del municipio de Ocotlán de Morelos se ubican dentro del acuífero denominado *Valles Centrales*. De acuerdo con algunos trabajos recientes, este acuífero tiene una

disponibilidad de agua de 2.79 Mm^3, lo que indica que está en los límites entre un acuífero en equilibrio y la sobrexplotación (CONAGUA, 2009).

I.4.5 Demanda de agua

La demanda de agua puede ser variable de acuerdo con la distribución, cuantía e intensidad de las precipitaciones en las estaciones del año, y también básicamente debido a las pérdidas por evaporación.

Las necesidades totales de agua de los cultivos (evapotranspiración potencial o uso consuntivo) se integran por la acumulación de las necesidades hídricas durante todo el ciclo de desarrollo de los cultivos. En regiones donde las precipitaciones son considerables, una parte de las necesidades de agua son aportadas por las lluvias. A la diferencia entre las necesidades hídricas totales y las precipitaciones efectivas se les conoce como necesidades o requerimientos de riego de los cultivos.

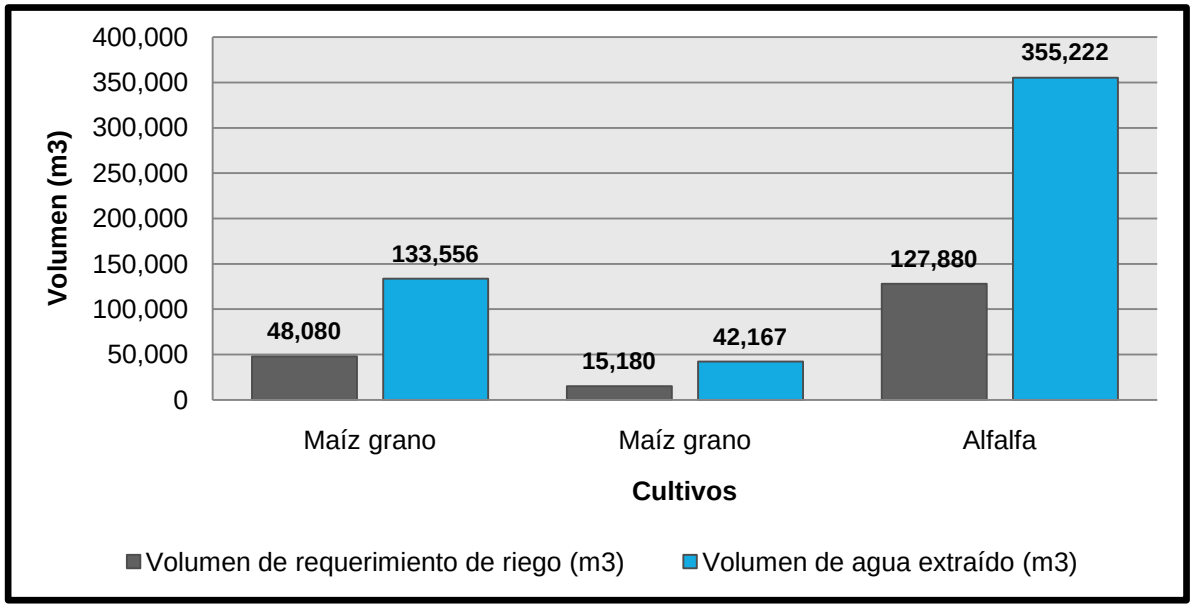
Los requerimientos de riego de los cultivos, hipotéticamente establecidos en la unidad de riego San Carlos 1, se determinaron con el programa de cómputo CROPWAT, desarrollado por la división de suelos y aguas de la FAO.

El volumen de requerimiento de riego estimado para los cultivos y para la superficie cultivada en la unidad de riego en estudio es del orden de 191,140 $m^{3.}$ En lo que respecta a la eficiencia global a nivel de unidad de riego, relacionando los requerimientos de riego y los volúmenes entregados a nivel de toma parcelaria, fue de 36%, (Ver Tabla 4 Subanexo A).

En la Gráfica 4, en este caso hipotético, se tiene que el volumen requerido es menor que el volumen extraído, esto se debe a que la aplicación del agua a nivel parcela tiene baja eficiencia y se pierde agua en la conducción. Los cultivos que más demandan agua son el maíz grano y la alfalfa, por lo tanto la superficie sembrada con estos dos cultivos deberá tener mayor asesoría y capacitación

hidráulica y agrícola, implementar el uso de los sistemas de riego presurizado y madurar una propuesta de sustitución por cultivos alternativos.

Gráfica 4.
Comparación entre volumen requerido contra extraído



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.4.6 Distribución del agua

El gasto asignado a cada usuario depende de la superficie agrícola a ser regada, este gasto es designado por la Comisión Nacional del Agua. Como se supone que en la unidad de riego hay más de un usuario, la distribución del agua se lleva a cabo por tandeos que deben acordar, se designan el o los días de riego para cada usuario de la sociedad.

I.4.7 Productividad neta media del agua

Con la información obtenida en el área de estudio se estimó el índice de productividad del agua, el cual se presenta en el Tabla 4.

Tabla 4.

Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios de 2011.

Ciclo agrícola	Superficie regada (ha)	Volumen bruto (m^3)	Utilidad neta de la producción ($)	Índice de productividad neta del agua ($/$m^3$)
2010-2011	40	530944.4	274,939.1	0.52

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.5 Diagnóstico de la situación actual y posible solución

I.5.1 Diagnóstico de la situación actual

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede concluir lo siguiente respecto a la situación actual de la unidad de riego San Carlos 1 en su explotación agrícola:

- En la unidad de riego no existe organización entre los usuarios como lo establece la ley Agraria, sólo se organizan a nivel del pozo como unidad de riego pozo 1 San Carlos en época de riegos.
- La fuente de abastecimiento de agua en la unidad de riego es un pozo profundo que no funciona desde el 2010.
- El pozo profundo que abastece la unidad de riego se ubica dentro del acuífero *Valles Centrales*, para el caso de Ocotlán de Morelos presenta un abatimiento del nivel estático de -2.85m, lo que pudiera sugerir una sobreexplotación debido a la gran concentración de aprovechamientos en la zona central del valle[3]. El acuífero en general presenta un abatimiento anual de 1.0 m.
- No obstante con lo anterior, según estudios de la CONAGUA, el acuífero Valles Centrales presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2.79 Mm^3 y una veda que prohíbe la explotación de nuevos aprovechamientos a partir de 1967 con el objetivo de preservar el acuífero en explotación racional.

[3] Actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca. Comisión Nacional del Agua. 2009

- La superficie física total que se riega en la unidad de riego San Carlos1 es de 40 ha, en el ciclo perene se riegan 20 ha y 20 ha en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno con maíz para grano, respectivamente.
- La superficie que se riega anualmente a nivel unidad es de 40 ha, los cultivos más importantes por la superficie cultivada son: el maíz grano y alfalfa, ocupando el 100% de la superficie total y consumen el 100% (530,944.4 m^3) del volumen de agua aplicada a nivel unidad de riego.
- La asignación del agua se hace en función a la superficie agrícola con la que cuenta cada uno de los usuarios y es distribuido por el método de tandeo, el cual consiste en asignar a cada usuario fecha y el número de horas-riego. No hay una cuota de riego actual debido a que no se riega.
- El índice de productividad del agua en el acuífero es de 0.52 $\$/m^3$, esto significa que por cada m^3 de agua aplicado se obtienen $0.52.

I.5.2 Optimización de la situación actual

En evaluación de proyectos se optimiza la situación actual, para no atribuirle beneficios al proyecto que no le corresponden. De esta manera, la situación actual optimizada constituye la base para comparar con la situación actual o sin proyecto.

Para optimizar la situación actual se proponen las siguientes acciones:

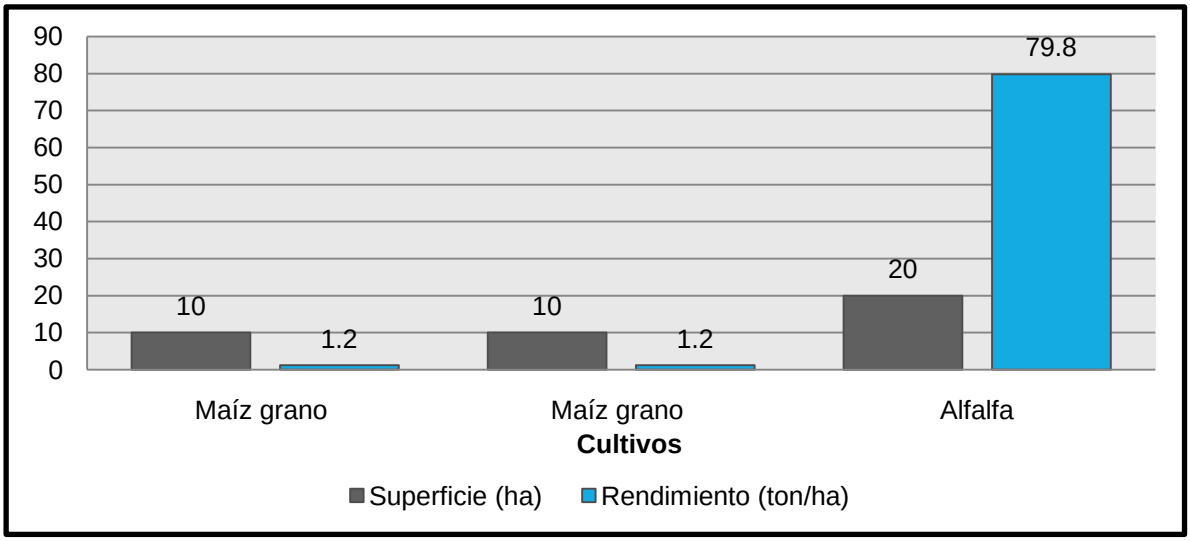
1. Reparación del transformador y revisar todo el equipo electromecánico para activar el uso del pozo e iniciar con los trabajos de producción en la unidad.
2. Anteproyecto de rehabilitación de la infraestructura de conducción, distribución y comparación económica con proyectos de riego por aspersión.
3. La reglamentación para el uso adecuado del agua de la fuente de abastecimiento.

4. Medición de los gastos y manejo de los mismos en la obra de cabeza, en la conducción y distribución parcelaria.
5. La elaboración del proyecto ejecutivo de la mejor alternativa y ejecución de programas de mejora oportuna y periódica de la infraestructura.
6. Elaboración de calendarios de riego para el pronóstico en tiempo real del riego.
7. Uso adecuado de paquetes tecnológicos.
8. Asesoría técnica.
9. Organización para la comercialización.

Con las acciones antes planteadas, se espera tener un impacto directo en el rendimiento de los cultivos, ya que el manejo adecuado de paquetes tecnológicos, la conservación de la infraestructura hidroagrícola y el riego distribuido adecuadamente en el tiempo y el espacio conforme a los requerimientos de riego permiten el desarrollo óptimo de éstos.

En la Gráfica 5 se observa el rendimiento de los cultivos en la situación actual, (hipotéticamente, en el 2011 se sembraron 40 ha), los únicos cultivos fueron el maíz grano (20 ha) y la alfalfa (20 ha). Como se puede observar, los rendimientos del maíz grano son bajos con respecto a productores del bajío (2.7 ton/ha) o de Sinaloa (6.9 ton/ha) y el rendimiento de alfalfa es bueno, sin embargo, se han reportado productores en San Luis Potosí que han alcanzado los 120 ton/ha en verde.

Gráfica 5.
Superficie sembrada y rendimientos de los cultivos (sin Proyecto)

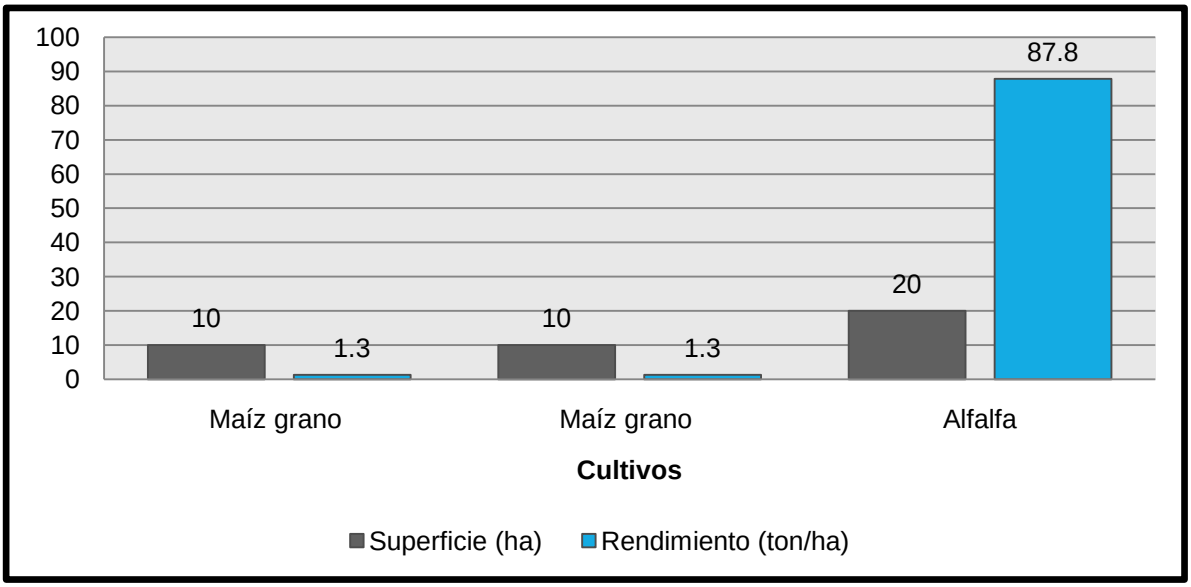


Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

La Gráfica 6 presenta un incremento en los rendimientos de los cultivos en una situación optimizada (con proyecto), es decir, implementando en la unidad mejoras en las prácticas hidráulicas y agrícolas, sembrando variedades mejoradas, aplicando fertilización adecuada y utilizando sistemas de riego presurizado, se permite incrementar la producción; mejorando la calidad de los productos agrícolas obtenidos. Con estas acciones se puede mejorar la producción en por lo menos un 10% en sus rendimientos.

Del análisis de la gráfica, observamos que conservando la superficie de siembra se puede incrementar el rendimiento de los cultivos más producidos en la unidad de riego como es el caso del maíz grano y la alfalfa, por consiguiente, un incremento en la producción y en la utilidad obtenida.

Gráfica 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

En el **Tabla 5 y 6** del Subanexo A se muestran los rendimientos, el valor de la producción y la utilidad neta de los cultivos en la situación actual (sin proyecto) y optimizada (con proyecto), respectivamente.

Se observa que hay un incremento en el rendimiento de los cultivos que se refleja en el valor de la utilidad neta, que pasaría de $275,865.6 a $352,452.16 pesos.

Cabe mencionar que las acciones planteadas no impactan en el gasto extraído de la fuente de abastecimiento, ya que la superficie agrícola permanece igual, por lo tanto, la extracción del agua en el pozo de la unidad de riego en estudio se mantiene igual, es decir, en la situación actual.

Por lo tanto, la proyección de la situación optimizada se estimó suponiendo un incremento en los rendimientos actuales de los cultivos mediante las acciones de mejoramiento planteadas. El incremento en los rendimientos reflejará, para la situación sin proyecto, un aumento anual acumulado de los excedentes agrícolas derivado de las posibles medidas de optimización y por lo tanto del ingreso neto.

I.5.3 Identificación de soluciones

El acuífero donde se asienta la unidad de riego de San Carlos 1, de acuerdo con los últimos estudios (CONAGUA, 2009), se encuentra en precario equilibrio, tendiendo a la sobreexplotación debido a la extracción de agua subterránea en grandes cantidades para los sectores público urbano y el agrícola.

La unidad de riego en cuestión presenta problemas de baja eficiencia en el uso del agua para riego, baja producción y calidad de los productos agrícolas y, por consecuencia, un precario desarrollo económico en la región.

Por esta razón se plantea lo siguiente:

- Reparar el transformador del pozo para tener agua disponible.
- Asesorarlos para regularizar los títulos de concesión para la extracción del agua.
- Definir la alternativa de obras para la conducción y distribución del agua en la unidad y elaborar el proyecto respectivo para la tramitación de los recursos.
- Organizar a los usuarios de la unidad de riego en Asociación Civil (AC) o Sociedad de Producción Rural (SPR).
- Promover la asesoría y capacitación en la producción agrícola y en el manejo del agua para riego.
- Facilitarles el acceso al financiamiento por parte del gobierno e instituciones privadas.
- Promover entre los usuarios de la unidad la introducción de nuevos cultivos más redituables y que consuman menos agua.
- La tecnificación parcelaria mediante la instalación de sistemas de riego presurizados (aspersión).

I.5.4 Análisis de la propuesta

Con la propuesta anterior se busca mejorar la situación, optimizando el proyecto, por lo que se pretende implementar un proyecto de tecnificación de las parcelas

mediante sistemas presurizados que permitirá elevar la eficiencia del riego y con ello el ahorro de agua.

Respecto a la propuesta:

El propósito de inducir la transformación tecnológica y productiva dentro de la unidad de riego es lograr la sustentabilidad, para lograrlo se tiene que mejorar la eficiencia de aplicación, ya que por lo general se desperdicia la mayor cantidad de agua en el riego cuando éste se realiza por gravedad, método conocido como el de menor eficiencia debido a que se presentan pérdidas por escorrentía en la parte baja de las parcelas, y por percolación por debajo de la zona radicular de los cultivos principalmente. Se considera que la tecnificación parcelaria será un factor determinante para una eficiencia en la aplicación del riego y, por tanto, un elemento fundamental para el ahorro de importantes volúmenes de agua (CONAGUA, 2000).

Con esta tecnificación se pretende incrementar la eficiencia actual de 36% a una eficiencia del 80%, lo que permitirá ahorrar agua y con ello incorporar nueva superficie agrícola con riego dentro de la unidad, introducir cultivos que generen mayor utilidad, incrementar los rendimientos, o bien disminuir las extracciones y frenar el abatimiento que se ha generado durante los últimos años. El sistema de riego que se propone instalar es el riego por aspersión.

La unidad de riego de San Carlos 1 cuenta con 40 ha y son regadas por el método de gravedad. Como se mencionó, desde el 2010 no funciona el pozo debido a un desperfecto del transformador. La red de conducción, distribución y aplicación se ha deteriorado a tal grado que ya no sirve para el transporte del agua, ésta sale de los canales sin control y se pierde por infiltración y evaporación antes de que llegue a las parcelas.

El volumen concesionado para el pozo 1 es de 289,617.00 m^3, de acuerdo con los cultivos establecidos requieren fisiológicamente 191,140 m^3 para cubrir sus ciclos vegetativos, pero generando una extracción de agua subterránea de 530,944.44m^3.

Con este proyecto, se pretende aprovechar mejores tecnologías agrícolas, incrementar los rendimientos de los cultivos, evitar pérdidas de agua y elevar el nivel de bienestar de los usuarios.

I.6 Propuesta de inversión

I.6.1 Inversión en infraestructura

Para la modernización de por lo menos dos unidades de riego en el municipio de Ocotlán de Morelos se requiere una inversión de $4'765,450 a precios de 2011. El desglose de la inversión del componente principal de la obra se muestra en el Tabla 5.

Tabla 5.

Importe de la inversión en las unidades de riego

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,325,450
Capitulo 6000	$2,440,000
TOTAL	$4,765,450

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

En la tabla anterior, el capitulo 3000 se refiere a la inversión en asesorías y cursos y el capitulo 6000 es inversión en infraestructura (ver Subanexo B).

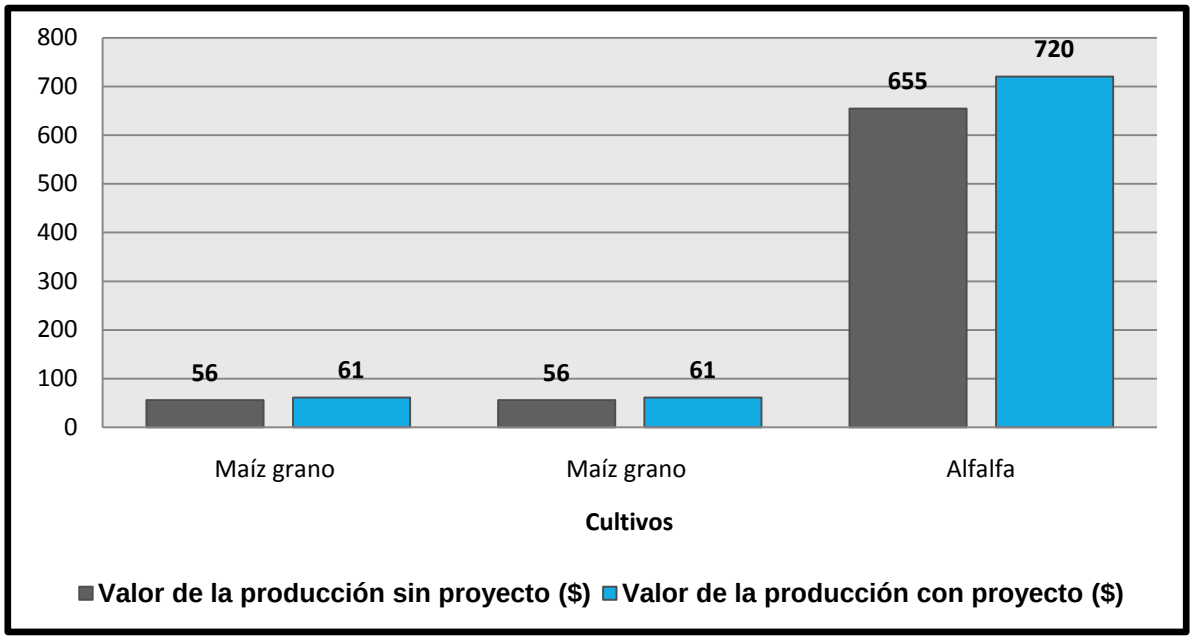
I.6.2 Generación de ingresos y ahorro

En cuanto a la generación de ingresos y ahorros del proyecto, por una parte éstos se reflejarían en el incremento del rendimiento, y por ende en el valor de la producción, (ver Gráfica 6 y Tabla 7 del Subanexo A).

En esta gráfica, se observa el valor de la producción sin y con proyecto, se aprecia que al incrementar los rendimientos (10%) en cada cultivo, también incrementa la producción y, por lo tanto, el valor de la producción, generando con esto que los productores obtengan mejorías en sus utilidades para lograr su sustentabilidad.

Gráfica 6

Comparación del valor de la producción sin y con proyecto incrementando



10% de los rendimientos

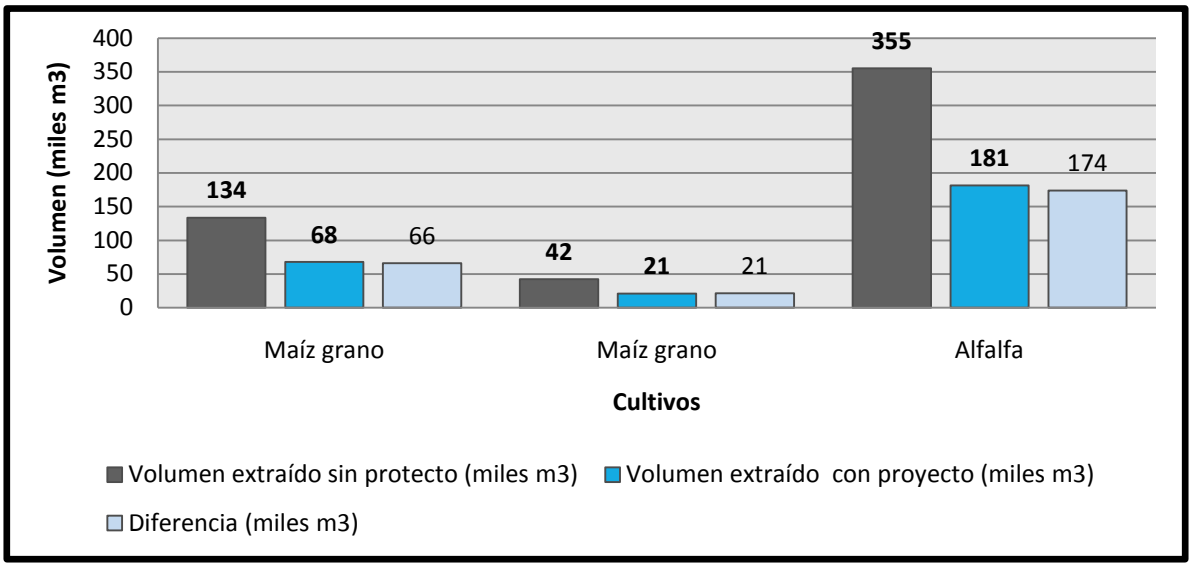
Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.6.3 Ahorro de volúmenes de agua

Para satisfacer el padrón de cultivos y la superficie regable, actualmente se extrae un volumen de 530,944.44 m^3. Mejorando las eficiencias de conducción, distribución y aplicación se reduce a 270,152.3 m^3, por lo que se ahorraría aproximadamente 260,792.08 m^3 (ver Gráfica 7 y tabla 8 del Subanexo A).

En la Gráfica 7 se muestra que el volumen extraído sin proyecto es mayor en cada cultivo que el volumen extraído con proyecto. Por consiguiente, existe un ahorro de volumen de extracción, volumen que permanecerá en el acuífero ayudando a estabilizarlo, por lo que desde este punto de vista se justificaría la inversión en la unidad de riego San Carlos 1 y en la otra unidad a trabajar dentro del mismo municipio.

Gráfica 7.
Diferencia del volumen de extracción sin proyecto y con proyecto



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.7 Conclusiones y recomendaciones

- El pozo de la unidad de riego no opera desde hace dos años por falta de suministro de energía eléctrica.

- Existe baja eficiencia del método de riego por gravedad.

- La infraestructura de riego existente ya no opera porque no funciona.

- Se carece de capacitación y asesoría en cuanto al mejoramiento del método de riego solicitado y el manejo de cultivos.

- Se carece de apoyos financieros para adquirir nueva tecnología que hagan más productivo el campo.

Recomendaciones

- Realizar las inversiones necesarias para lograr la sustentabilidad de la unidad de riego San Carlos 1 y otra más del municipio de Ocotlán de Morelos con las mismas características.

Zimatlán de Álvarez

I Diagnóstico de la situación actual y perspectivas

I.1 Descripción de la Unidad de Riego

Para llevar a cabo los trabajos del Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) en lo que respecta a las unidades de riego, uno de los municipios elegidos en Oaxaca fue Zimatlán de Álvarez, y la unidad de riego San Nicolás Quialana 15, a la cual se le realizó un diagnóstico general preliminar.

I.1.2 Antecedentes

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2006) reportó para el municipio de Zimatlán de Álvarez que existían 12 unidades de riego organizadas y 4 sin organizar. Las características de éstas se muestran a continuación (ver Tabla 1 y 2).

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Arquitos	Almacenamiento
Blaces	Almacenamiento
Estancia	Derivación
Puente	Derivación
Ciénaga	Pozo profundo
San Nicolás 1	Pozo profundo
San Nicolás Quialana 15	Pozo profundo
Valdeflores	Pozo profundo
Zimatlán 1	Pozo profundo
Zimatlán 2	Pozo profundo
Zimatlán 21	Pozo profundo
Zimatlán 3	Pozo profundo

Fuente:(CONAGUA, 2006)[4]

[4] Véase. Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (organizadas y sin organizar) Comisión Nacional del Agua, diciembre 2006.

Tabla 2.
Unidades de riego sin organizar

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Los Mosquitos	Almacenamiento
El Matadero	Derivación
La Ciénaga 1	Derivación
Los Reyes Mantecón	Derivación

Fuente:(CONAGUA, 2006)

De conformidad con el PADHPOT y debido al tiempo disponible, se decidió elegir una unidad de riego que mostrara interés y disponibilidad para realizar los trabajos para su diagnóstico y así poder cumplir con los objetivos. Se entrevistaron a algunos de los directivos de las unidades de riego del municipio y se determinó trabajar con la unidad San Nicolás Quialana 15.

Esta unidad, tal como las demás del municipio, se inició en 1976 con la perforación del pozo por parte de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), para la siembra de maíz y alfalfa. Los usuarios de la unidad de riego San Nicolás Quialana 15 no están organizados de forma regular[5](Alexander, 2003), es decir, para la operación, conservación y administración de la unidad sólo se organizan los usuarios de palabra y se rotan el cargo directivo cada tres años.

La unidad de riego así conformada beneficia a 64 socios y consta de 49.83 ha, se localiza en el cuadrante que forman las coordenadas 16º51'26.63" y 16º50'28.53" de Latitud Norte y 96º 46' 54.59" y 96º46'15.53"de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 1496 msnm (ver Ilustración1).

La problemática que presenta la unidad de riego es la siguiente:

1. Falta de financiamiento
2. Escasa organización
3. No existe capacitación

[5]Procedimiento jurídico para constituir empresas rurales de acuerdo con lo que establece la Ley Agraria en sus artículos 108, 109, 111 y112.

4. Pulverización de la tenencia de la tierra
5. Prácticas agrícolas tradicionales y baja productividad
6. Baja eficiencia en el uso del agua de riego

I.1.3 Superficie total, física, regable y regada

En la Tabla 3, se muestra la superficie física, regable y regada de la unidad de riego San Nicolás Quialana 15.

Tabla 3.
Superficie física, regable y regada

Unidad de riego	Año	Superficie (ha)		
		Física	Regable	Regada
San Nicolás Quialana 15	2011	49.83	49.83	49.83

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Ilustración 1.
Ubicación de la unidad de riego San Nicolás Quialana 15

I.1.4 Título de concesión

La unidad de riego San Nicolás Quialana, se abastece de agua por medio de pozo profundo; cuenta con un título de concesión vigente, un volumen concesionado anual de 187,000 m^3/año y un gasto de 20 lps (Ver Ilustración 2).

Ilustración 2.

Foto del pozo No. 15 de la unidad de riego de San Nicolás Quialana

I.2 Infraestructura existente

I.2.1 Pozo profundo

Las principales características de la fuente de abastecimiento de la unidad de riego San Nicolás Quialana pozo No. 15:(ver Tabla 3).

Tabla 3.
Características principales en la obra de cabeza de la unidad de riego 1ra. parte

POZO PROFUNDO

Concepto	Unidad de riego
	San Nicolás Quialana 15
Construido por	SRH
Año de construcción	1976
Superficie regable (ha)	49.83
Usuarios beneficiados	64
Volumen concesionado (m3/año)	187,000.00
Volumen de extracción (m3/ año)	Variable
Gasto actual (lps)	20
Profundidad del nivel estático (m)	20
Profundidad del nivel dinámico (m)	30
PERFORACIÓN	
Profundidad (m)	80
Diámetro (pulg)	12
Estado físico (B, R o M)*	R
ADEME	
Material	Acero
Profundidad	80
Diámetro (pulg)	8
Estado físico (B, R o M)*	R
BOMBA	
Tipo	BTV
Marca	No se sabe
Potencia (HP)	40
Tiempo de bombeo (horas/día)	18
Diámetro de succión (pulg)	6
Diámetro de descarga (pulg)	6
Estado físico (B, R o M)*	R
MOTOR	
Tipo (Combustión interna o eléctrico)	E
Marca	IEM
Potencia (HP)	40
Estado físico (B, R o M)*	R

* Estado físico B= Bueno R= Regular M= Malo

Tabla 3.
Características principales en la obra de cabeza de la unidad de riego 2da. parte

INSTALACIONES Y DISPOSITIVOS	
Material de caseta	Ladrillo
Tipo de medidor volumétrico	No sirve
Arrancador (HP)	40
Estado físico (B, R o M)*	R

* Estado físico B= Bueno R= Regular M=Malo

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.2.2 Red de distribución y sus estructuras

La red de distribución de esta unidad de riego está compuesta por una tubería de acero de 8" que está conectada a la obra de cabeza y tiene una longitud de 800m para descargar a un canal revestido de concreto, la red consta de 2 km de longitud entre canales principales, laterales y sublaterales. La distribución del agua a las parcelas de la unidad de riego se realiza por medio de regaderas interparcelarias sin revestir.

I.2.3 Red de drenaje y sus estructuras

La topografía de la zona de riego presenta buenas características para drenar los escurrimientos de la lluvia.

I.2.4 Drenaje parcelario

El drenaje parcelario en la unidad de riego es natural, ya que las pendientes de las parcelas y las características físicas de los suelos (permeabilidad, textura, etc.), ayudan a no tener problemas importantes de drenaje.

I.2.5 Red de caminos y sus estructuras

La red de caminos dentro de la unidad de riego es de terracería y se encuentran de regular a mal estado.

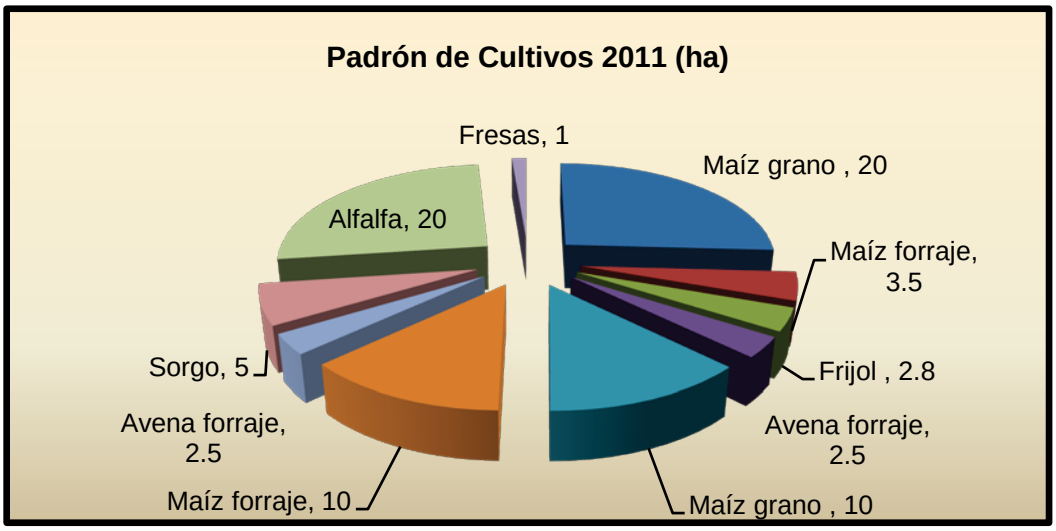
I.3 Producción agrícola y factores que inciden en la producción

I.3.1 Cultivos, superficie sembrada y cosechada por ciclo agrícola (Primavera-Verano (PV), Otoño-Invierno (OI) y perenes).

En la superficie agrícola (49.83 ha) de esta unidad se cultiva en los dos ciclos, primavera-verano y otoño-invierno, los cultivos sembrados en otoño-invierno se riegan con agua subterránea debido a que en este ciclo es cuando se presenta la mayor escases de agua por precipitación, en primavera-verano se presentan las lluvias, por lo que el riego ya no se utiliza o sólo se aplica como auxilio en caso necesario (Ver Gráfica 1).

Como se puede observar, el maíz y la alfalfa son los cultivos que ocupan el 80% de superficie cultivada y anualmente la superficie total que se siembra es de 77.30 ha, es decir, que la unidad tiene un 55% de dobles cultivos (Ver Subanexo C con las tablas correspondientes a estas Gráficas).

Gráfica 1.
Padrón de cultivos de la unidad San Nicolás Quialana Pozo 15

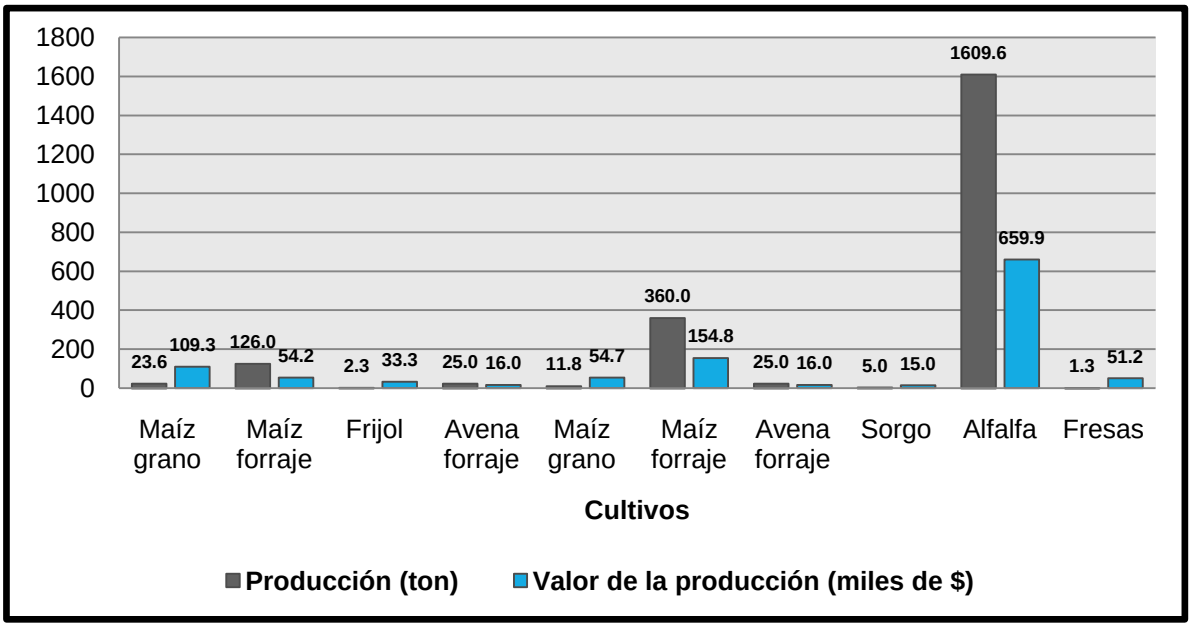


Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.3.2 Volumen y valor de la producción

En el Gráfica 2 se muestra la producción de acuerdo con los cultivos establecidos y el valor de la producción, donde se aprecia que la alfalfa es uno de los cultivos más importantes en esta unidad de riego.

Gráfica 2.
Valor de la producción a precios de 2011



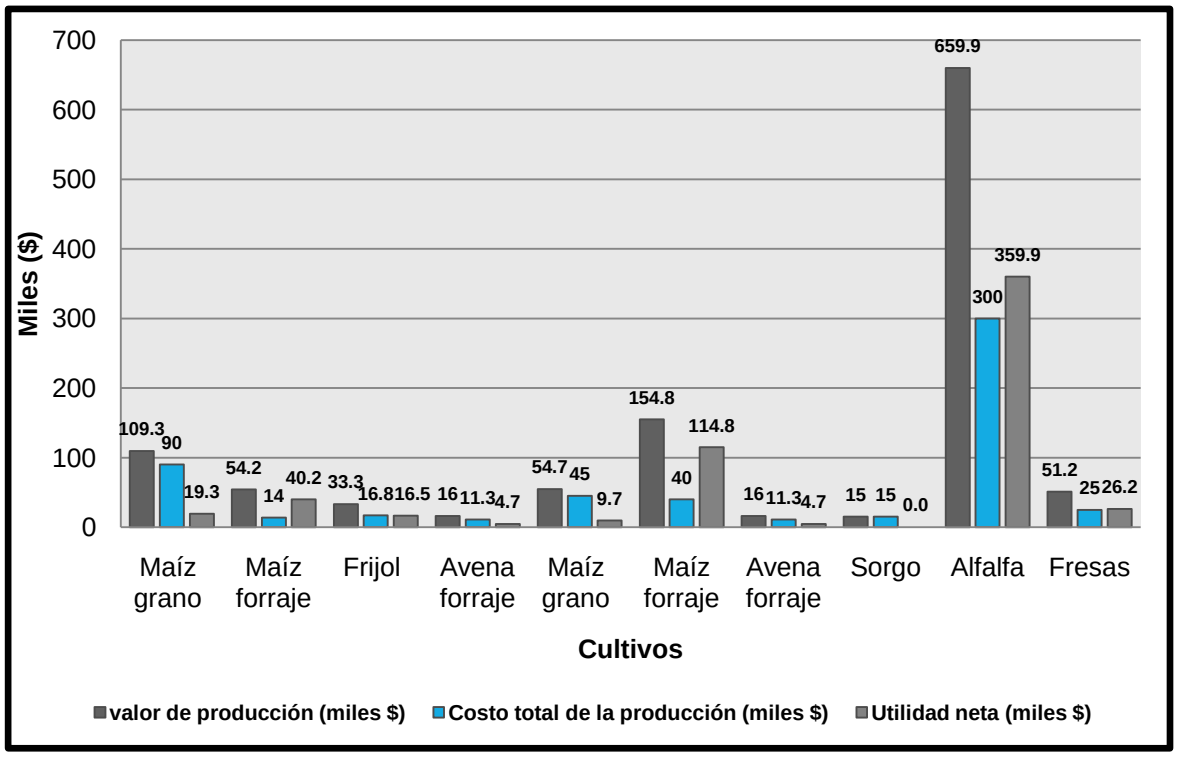
Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.3.3 Utilidad de la producción

Derivado de la información estadística (SAGARPA, 2011) obtenida del el área de estudio, se obtuvo la Gráfica 3, en la que se aprecia por cultivo el valor, el costo y la utilidad neta de la producción durante el año agrícola 2011, considerando los rendimientos actuales y las formas de producción agrícola de la unidad de riego.

Se encontró que la utilidad total de la producción es de $596,096.44 pesos y la utilidad por hectárea de $ 7,711.47 pesos en la situación actual (sin proyecto) (Ver Subanexo C Tabla 3).

Gráfica 3.
Utilidad de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

I.4 Oferta de agua para riego

I.4.1 Sistema de cuerpos y fuentes de agua

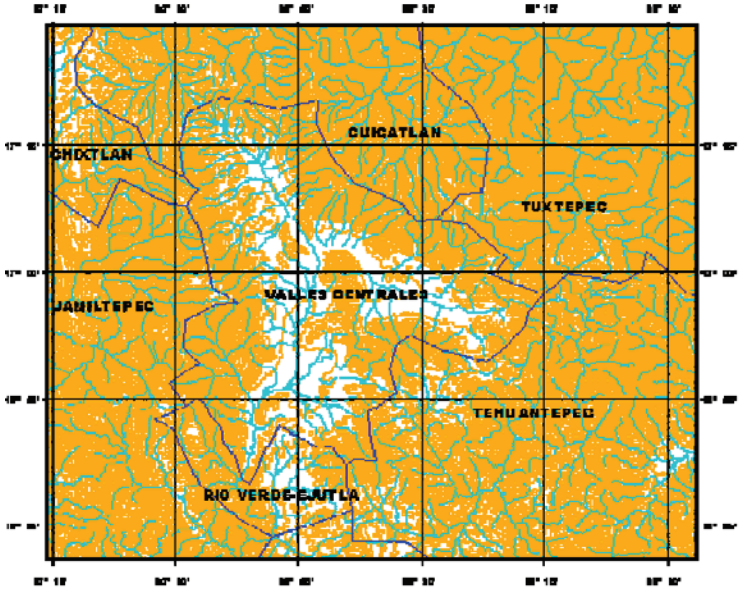
El agua subterránea es la fuente principal de agua utilizada para la mayoría de los cultivos agrícolas mediante pozos y norias.

En menor medida y en otras unidades de riego se aprovecha el agua proveniente del río Atoyac, que por medio de presas derivadoras se desvía parte del recurso para utilizarlo en riego.

El municipio de Zimatlán se encuentra asentado sobre el acuífero denominado Valles Centrales. Este acuífero presenta una recarga anual de 153.6 Mm^3, un volumen concesionado de agua subterráneas de 132.4 Mm^3, un volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos de 88.2 Mm^3 y una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2.79 Mm^3. De estos datos se infiere que el acuífero se encuentra en equilibrio (CONAGUA, 2009).

El decreto de veda fue publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 25 de septiembre de 1967. Delimitando su extensión y límites geopolíticos en los ex distritos de Zimatlán, Ocotlán Centro, Etla y Tlacolula, Oax. Este decreto señala que por causa de interés público, para procurar la conservación de los acuíferos en condiciones de explotación racional y para controlar las extracciones de los alumbramientos existentes y los que en el futuro se realicen, se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo (CONAGUA, 2009)(Ver Ilustración3).

Ilustración 3.
Acuífero de Valles Centrales, Oaxaca



En el municipio se encuentran registradas 16 unidades de riego, 8 de las cuales son abastecidas por pozo profundo, no todas las explotaciones tienen medidor de agua, por lo que no se lleva una estadística de la extracción anual. La mayor extracción de agua se realiza entre octubre y mayo. Se estima que, en promedio, se aplica a los cultivos una lámina de 1m anual y que cada usuario dispone de 0.70 hectáreas de terreno de cultivo con riego, lo que es indicativo de la pulverización en la tenencia.

El municipio cuenta con tres ollas para almacenar agua de lluvia, dos se encuentran rehabilitadas, El Matadero y Huilagoo, y una más se encuentra totalmente azolvada (ver Ilustración4).

Ilustración 4.
Olla de agua El Matadero, Zimatlán de Álvarez

I.4.2 Manejo del suelo y el agua

En la unidad de riego no se aplican prácticas nuevas para la preservación del suelo. Las actividades que se realizan para la producción agrícola son tradicionales y dependen del cultivo. Entre las observadas podemos citar las siguientes: subsuelo, barbecho, rastra, empareje, surcado, siembra y escarda (se utiliza maquinaria). No se tiene presencia de drenes parcelarios ya que no se tiene niveles freáticos altos, ni problemas de excesos de agua por inundaciones.

En la zona de estudio no se han realizado trabajos de nivelación ni se cuenta con equipos para hacerlo.

I.4.3 Infraestructura hidroagrícola

La infraestructura hidroagrícola de la unidad de riego en estudio es una tubería de conducción, que se complementa con canales revestidos y sin revestir que van desde el tren de descarga del pozo hasta las parcelas.

En la Ilustración 5 se muestra la infraestructura que predomina en la unidad de riego, en donde la conducción de agua se hace a través de una tubería y canales, y el método de riego es por gravedad.

Ilustración 5.
Infraestructura que predomina en el acuífero.

La eficiencia de conducción de los canales es del 57%, ya que la mayoría de éstos están sin revestir. Cabe mencionar que todos los canales tienen maleza, la cual impide que el agua llegue de manera rápida, favoreciendo la evaporación e infiltración.

En la Ilustración 6 se muestra la localización del pozo que pertenece al acuífero de Valles Centrales y un aproximado de cómo se distribuye el agua dentro de la unidad de riego.

Ilustración 6.

Ubicación del pozo y el canal de conducción del agua para riego

I.4.4 Disponibilidad de agua

Como se mencionó, el municipio de Zimatlán de Álvarez se ubica sobre el acuífero denominado Valles Centrales. De acuerdo con algunos trabajos recientes, este acuífero tiene una disponibilidad de agua de 2.79 Mm^3, lo que indica que está en el límite entre el equilibrio y la sobrexplotación.

I.4.5 Demanda de agua

La demanda de agua puede ser variable de acuerdo con las precipitaciones en las diferentes estaciones del año y también en función de las pérdidas por evaporación.

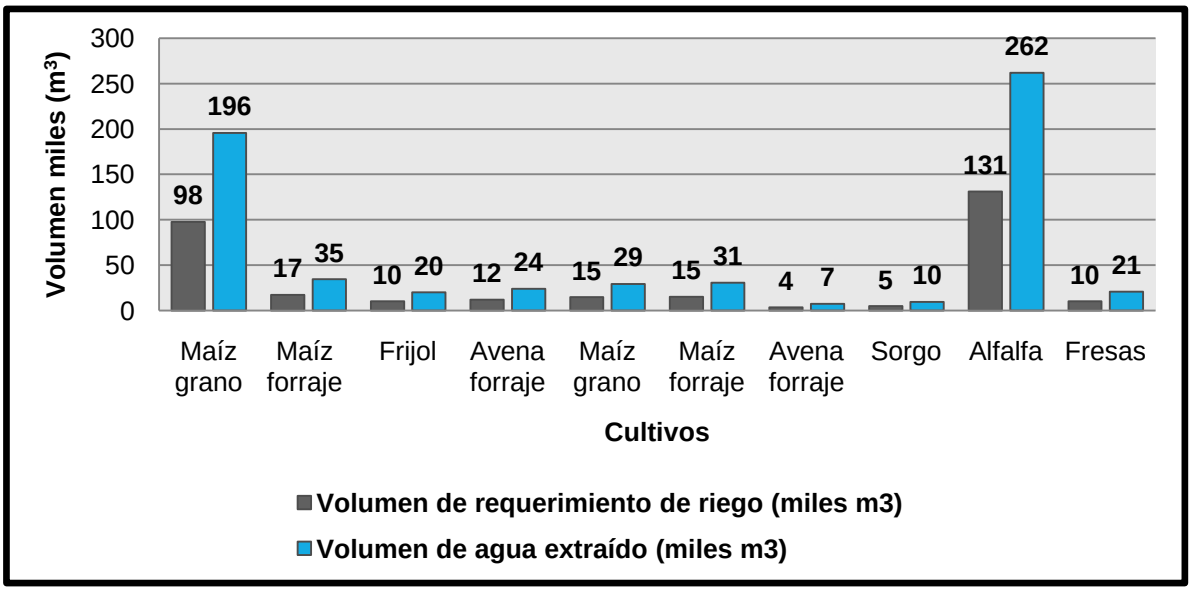
Las necesidades totales de agua de los cultivos (evapotranspiración potencial o uso consuntivo) son la acumulación de las necesidades hídricas durante todo el ciclo de desarrollo de los cultivos. En regiones donde las precipitaciones son considerables, una parte de las necesidades de agua es aportada por las lluvias. Por ello, la diferencia entre las necesidades hídricas totales y las precipitaciones efectivas se conoce como necesidades o requerimientos de riego de los cultivos.

Los requerimientos de riego de los cultivos establecidos en la unidad de riego San Nicolás Quialana pozo 15 se determinaron con el programa de cómputo CROPWAT, desarrollado por la división de suelos y aguas de la FAO.

El volumen de requerimiento de riego estimado para los cultivos y para la superficie cultivada en la unidad en estudio es del orden de 314,039 m^3.En cuanto a la eficiencia global a nivel de unidad de riego, relacionando los requerimientos de riego y los volúmenes entregados a nivel de toma parcelaria, fue de 50%, (Ver Tabla 4 Subanexo C).

En la Gráfica 4 se muestra que el volumen requerido es menor que el volumen extraído. Esto se debe a que la aplicación del agua a nivel parcela tiene baja eficiencia y los cultivos que más demandan agua son el maíz grano y la alfalfa, por lo que la superficie sembrada con estos dos cultivos deberá tener mayor asesoría y capacitación hidráulica y agrícola o madurar una propuesta de sustitución por cultivos alternativos.

Gráfica 4.
Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia.



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.4.6 Distribución del agua

El gasto asignado a cada usuario depende de la superficie agrícola con la que cuenta. Este gasto es designado por la Comisión Nacional del Agua. En la unidad de riego que cuenta con más de un usuario, es decir, los pozos que cuentan con una sociedad de riego, la distribución del agua se lleva a cabo por tandeos, designando el o los días de riego para cada usuario de la sociedad.

I.4.7 Productividad neta media del agua

Con la información obtenida en el área de estudio se estimó el índice de productividad del agua, el cual se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4.
Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios de 2011.

Ciclo agrícola	Superficie regada (ha)	Volumen bruto (m3)	Utilidad neta de la producción ($)	Índice de productividad neta del agua ($/m3)
2010-2011	40	530944	274,939	0.52

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.5 Diagnóstico de la situación actual y posible soluciones

I.5.1 Diagnóstico de la situación actual

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede concluir lo siguiente respecto a la situación actual de la unidad de riego de San Nicolás Quialana pozo 15 en su explotación agrícola:

- En la unidad de riego no existe una organización entre los usuarios como lo establece la ley Agraria, sólo se organizan a nivel del pozo.
- La fuente de abastecimiento de agua en la unidad de riego es un pozo profundo.
- El pozo profundo que abastece la unidad de riego se ubica dentro del acuífero *Valles Centrales*, que para el caso de Zimatlán presenta un abatimiento del nivel estático de -2.85 m, lo que sugiere una sobreexplotación debido a la gran concentración de aprovechamientos en la zona central del valle[6]. El acuífero en general presenta un abatimiento anual de 1.0 m.
- El acuífero Valles Centrales presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2.79 Mm^3 y una veda que prohíbe la explotación de nuevos aprovechamientos a partir de 1967 con el objetivo de preservar el acuífero con una explotación racional.
- La superficie física total que se riega en la unidad de riego San Nicolás Quialana pozo 15 es de 49.83 ha. En el ciclo perene se riegan 21 ha y 28.83 ha en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno, respectivamente.
- La superficie que se riega anualmente a nivel unidad es de 77.30 ha, los cultivos más importantes por la superficie cultivada son: el maíz grano, maíz forraje y alfalfa, ocupando el 82% de la superficie total y consumen el 87% (552,177 m3) del volumen de agua aplicada a nivel unidad de riego. En el resto de la superficie se siembran cultivos como: frijol, avena forraje y fresas.
- La asignación del agua se hace en función de la superficie agrícola con la que cuenta cada uno de los usuarios y se distribuye por el método de

[6] Actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca. Comisión Nacional del Agua. 2009

tandeo, el cual consiste en asignar a cada usuario la fecha y el número de horas-riego.

- El índice de productividad del agua en el acuífero es de 0.95 $/m^3, esto significa que por cada m^3 de agua aplicado se obtienen $0.95.
- No existen buenas prácticas hidráulicas ni agrícolas entre los productores, no reciben asesoría técnica de ningún tipo y son reacios a la aceptación de apoyos que incidan en las prácticas de su agricultura tradicional.

I.5.2 Optimización de la situación actual

En evaluación de proyectos se optimiza la situación actual para no atribuirle beneficios al proyecto que no le corresponden. De esta manera, la situación actual optimizada constituye la base para comparar con la situación con proyecto.

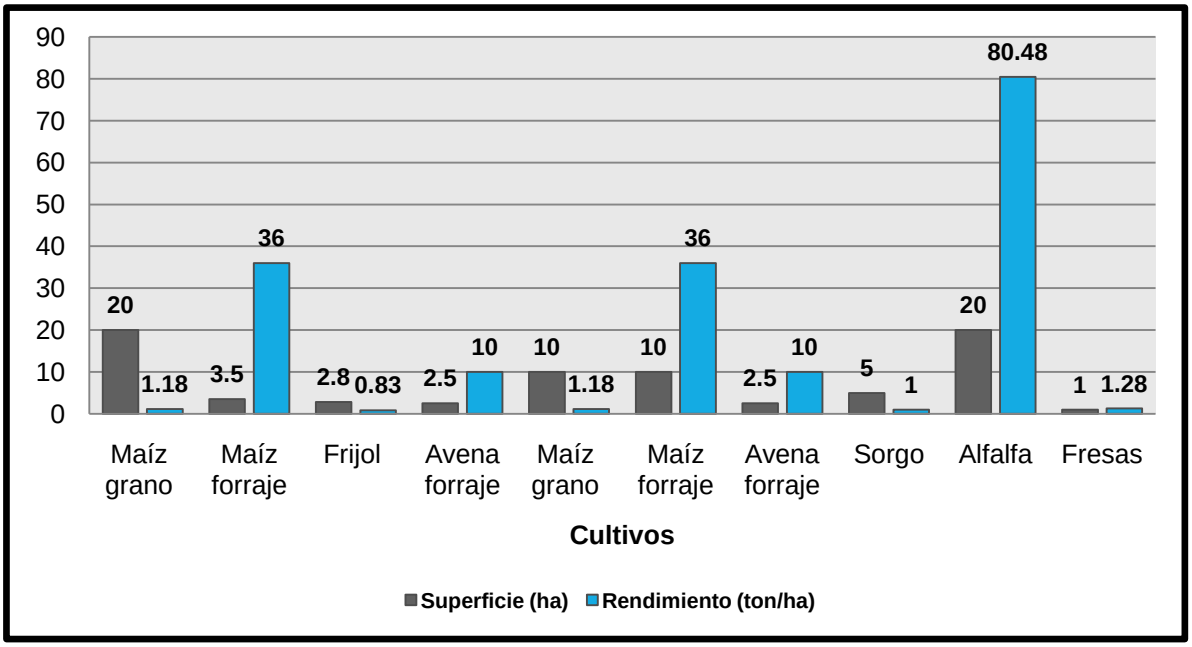
Para optimizar la situación actual se proponen las siguientes acciones:

10. La reglamentación para el uso adecuado del agua de la fuente de abastecimiento.
11. Medición de los gastos y manejo de los mismos en las obras de control.
12. La elaboración y supervisión en la ejecución de programas de mejora y conservación de la infraestructura.
13. En el pronóstico de tiempo real de riego mediante la elaboración adecuada de calendarios de riego.
14. Uso adecuado de paquetes tecnológicos.
15. Asesoría técnica.
16. Organización para la comercialización.

Con las acciones antes planteadas se espera tener un impacto directo en el rendimiento de los cultivos, ya que el manejo adecuado de paquetes tecnológicos, la conservación de la infraestructura hidroagrícola y el riego distribuido adecuadamente en el tiempo y el espacio conforme a los requerimientos de riego permiten el desarrollo óptimo de éstos.

En la Gráfica 5 se observa el rendimiento de los cultivos en la situación actual. En el 2011 se sembraron 77.30 ha y los cultivos que más superficie ocuparon fueron el maíz grano (30 ha), la alfalfa (20 ha) y maíz para forraje (13.5ha).Como se muestra, los rendimientos del maíz grano son bajos con respecto a productores del bajío (2.7 ton/ha) o de Sinaloa (6.9 ton/ha) y el rendimiento de alfalfa es bueno, sin embargo, se han reportado productores en San Luis Potosí que han alcanzado los 120 ton/ha en verde.

Gráfica 5.
Superficie sembrada y rendimientos de los cultivos (sin Proyecto)

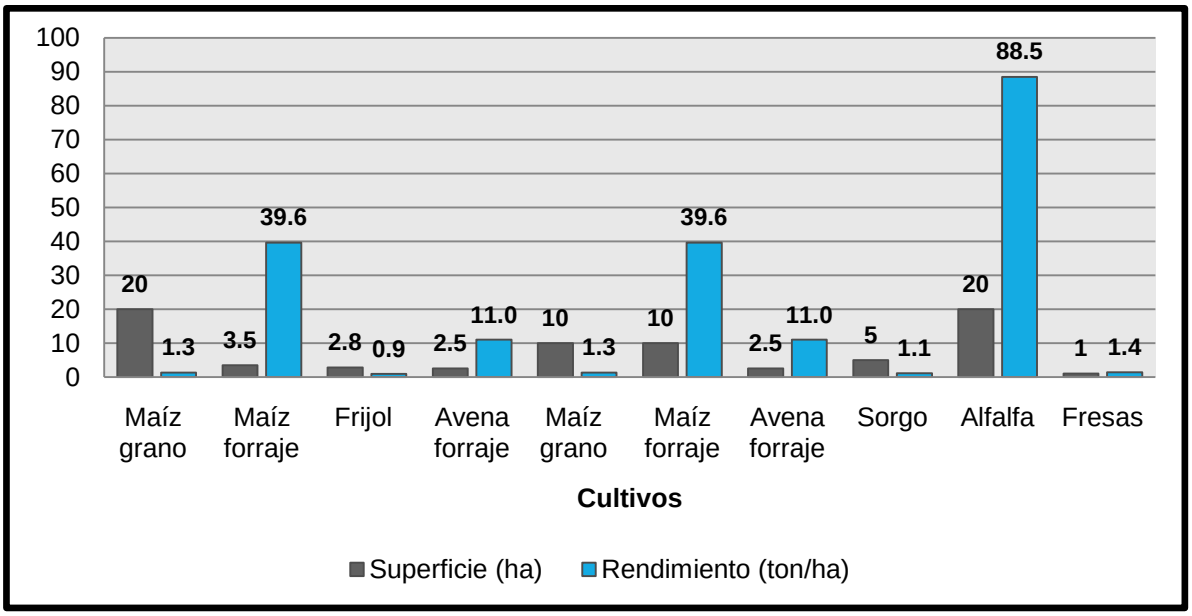


Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

La Gráfica 6 presenta un incremento en los rendimientos de los cultivos en una situación optimizada (con proyecto), es decir, implementando en la unidad mejoras en las practicas hidráulicas y agrícolas, sembrando variedades mejoradas, aplicando fertilización adecuada y utilizando sistemas de riego presurizado, permitiendo incrementar la producción; mejorando la calidad de los productos agrícolas obtenidos. Con estas acciones se puede incrementar los rendimientos de la producción en por lo menos un 10%.

Del análisis de la gráfica, observamos que conservando la superficie de siembra se puede incrementar el rendimiento de los cultivos más sembrados en la unidad de riego. Este es el caso del maíz grano, maíz forrajero y la alfalfa, por consiguiente, el incremento en la producción y en utilidad obtenida es evidente.

Gráfica 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

En el **Tabla 5 y 6** del Subanexo C, se muestran los rendimientos, el valor de la producción y la utilidad neta de los cultivos en la situación actual y optimizada, respectivamente.

Se observa que hay un incremento en el rendimiento de los cultivos que se refleja en el valor de la utilidad neta que pasaría de $596,096.4 a $712,536.08 pesos.

Cabe mencionar que las acciones planteadas no impactan el gasto extraído de la fuente de abastecimiento, por lo tanto, los niveles de agua en el pozo de la unidad de riego en estudio se mantienen igual.

Por lo tanto, la proyección de la situación optimizada se estimó suponiendo un incremento en los rendimientos actuales de los cultivos mediante las acciones de

mejoramiento planteadas. El incremento en los rendimientos reflejará, para la situación sin proyecto, un aumento anual acumulado de los excedentes agrícolas derivado de las posibles medidas de optimización.

I.5.3 Identificación de soluciones

El acuífero donde se asienta la unidad de riego de San Nicolás Quialana No. 15, de acuerdo con los últimos estudios (CONAGUA, 2009), se encuentra en equilibrio, tendiendo a la sobreexplotación debido a la extracción de agua subterránea en grandes cantidades para los sectores público urbano y el agrícola.

La unidad de riego en cuestión presenta problemas de baja eficiencia del uso del agua para riego, baja producción y calidad de los productos agrícolas y, en consecuencia, un deteriorado desarrollo económico en la región.

Por lo que se plantea:

- Organizar a los usuarios de la unidad de riego en Asociación Civil (AC) o Sociedad de Producción Rural (SPR).
- Promover la asesoría y capacitación en la producción agrícola y en el manejo del agua para riego.
- Acceso al financiamiento por parte del gobierno e instituciones privadas.
- Promover entre los usuarios de la unidad, la introducción de nuevos cultivos más redituables y que consuman menos agua.
- La tecnificación parcelaria mediante la instalación de sistemas de riego presurizados (aspersión).

I.5.4 Análisis de la propuesta

Con la propuesta anterior se busca mejorar la situación actual, promoviendo la optimización del proyecto, por lo que se pretende:

1. La tecnificación de las parcelas mediante sistemas presurizados permitirá elevar la eficiencia del riego y con ello el ahorro de agua.
2. Asistencia técnica y capacitación en mejores prácticas hidráulicas y agrícolas.

Respecto a la propuesta:

El propósito de inducir la transformación tecnológica y productiva dentro de la unidad de riego es mejorar la eficiencia de uso del recurso, ya que se desperdicia una gran cantidad de agua al utilizar el método de riego por gravedad, el cual es conocido como el de menor eficiencia (Posgraduados, 2000), ya que se presentan pérdidas por escorrentía en la parte baja de las parcelas, y por percolación por debajo de la zona radicular de los cultivos principalmente. Se considera que la tecnificación parcelaria será un factor determinante para lograr eficiencia en la aplicación del riego y, por tanto, un elemento fundamental para el ahorro de importantes volúmenes de agua.

Con esta tecnificación se pretende incrementar la eficiencia actual de 50% a una eficiencia del 80%, lo que permitirá ahorrar agua dentro de la unidad de riego, introducir cultivos que generen mayor utilidad, incrementar los rendimientos o bien frenar el abatimiento que se ha generado durante los últimos años. El sistema de riego que se proponen instalar es el riego por aspersión.

La unidad de riego de San Nicolás Quialana pozo 15, cuenta con 49.83 ha y son regadas por el método de gravedad, originando con ello baja eficiencia del agua y energía eléctrica, baja productividad y calidad de los productos agrícolas que ahí se producen.

El volumen concesionado para el pozo 15 es de 187,000 m^3, de acuerdo con los cultivos establecidos requieren fisiológicamente 3'140,389.80 m^3 para cubrir sus ciclos vegetativos adecuadamente, generando una extracción de agua subterránea de 634,278 m^3.

Respecto a la red de conducción del pozos, ésta se entubará hasta el sistema de riego parcelario, lo cual incrementará la eficiencia en 7% (80% al 87%).

Con este proyecto se pretende aprovechar mejores tecnologías agrícolas, incrementar los rendimientos de los cultivos y elevar el nivel de bienestar de los usuarios.

I.6 Propuesta de inversión

I.6.1 Inversión en infraestructura

Para la modernización de por lo menos dos unidades de riego en el municipio de Zimatlán de Álvarez se requiere una inversión de $5'067,950 a precios de 2011. El desglose de la inversión del componente principal de la obra se muestra en la Tabla5.

Tabla 5.
Importe de la inversión en las unidades de riego

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,567,950
Capitulo 6000	$2,500,000
TOTAL	**$5,067,950**

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

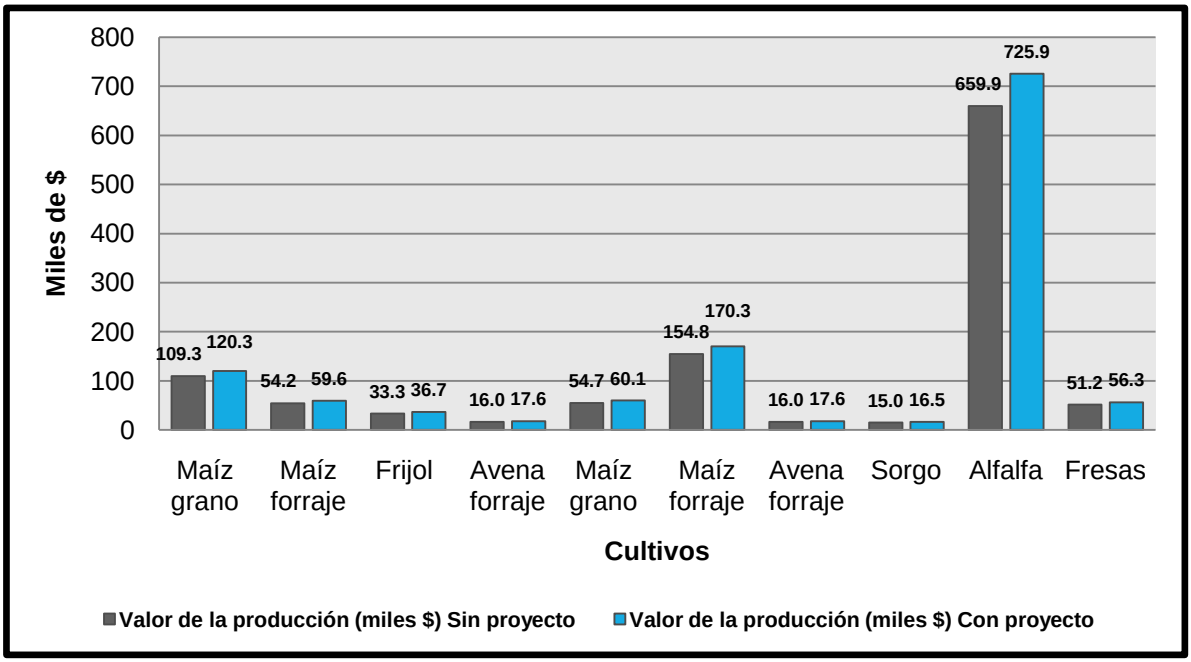
En la tabla anterior, el capitulo 3000 se refiere a la inversión en asesorías y cursos y el capitulo 6000 es inversión en infraestructura (ver Subanexo D).

I.6.2 Generación de ingresos y ahorro

En cuanto a la generación de ingresos y ahorros del proyecto, éstos se reflejarían en el incremento del rendimiento y, por consecuencia, en el valor de la producción (ver Gráfica 6 y Tabla 7 del Subanexo C).

En esta Gráfica se observa el valor de la producción sin y con proyecto. Se aprecia que al incrementar los rendimientos (10%) en cada cultivo, también incrementa la producción y, por lo tanto, el valor de la producción, generando con esto que los productores obtengan mejorías en sus utilidades para lograr su sustentabilidad.

Gráfica 6. Comparación del valor de la producción sin y con proyecto incrementando 10% de los rendimientos



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

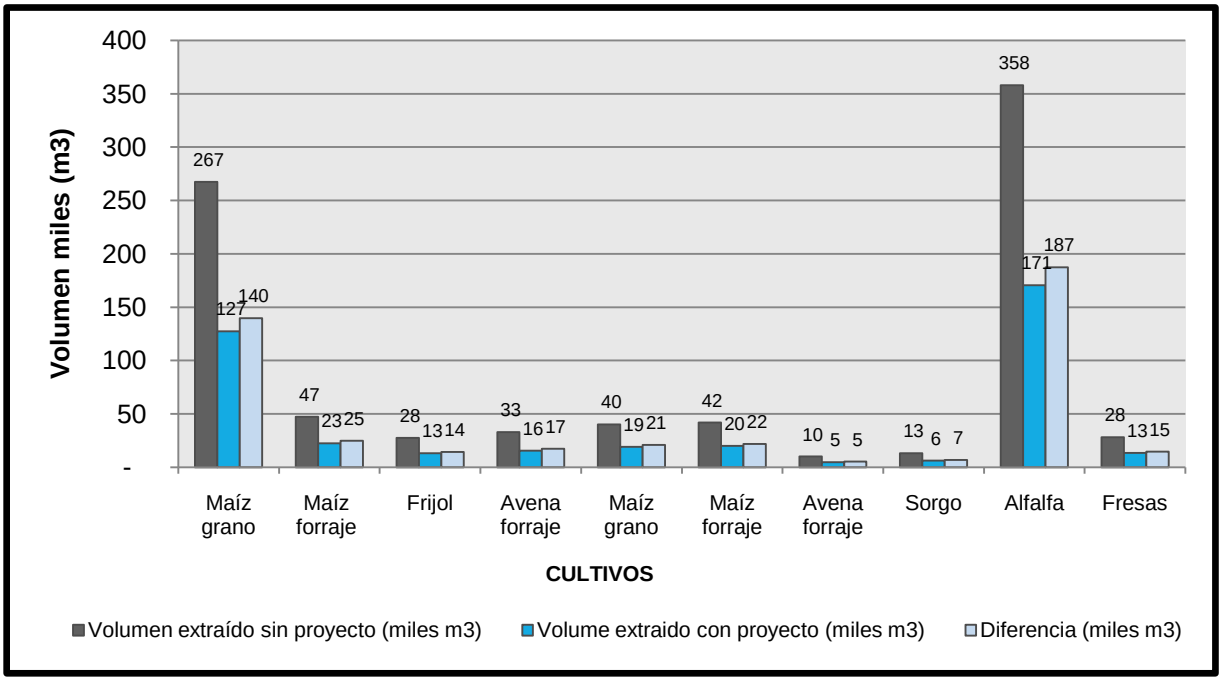
I.6.3 Ahorro de volúmenes de agua

Para satisfacer el padrón de cultivos y la superficie regable, actualmente se extrae un volumen de 634,278.6 m^3. Mejorando las eficiencias de conducción, distribución y aplicación, esta cifra se reduce a 4'134,12.8 m^3, por lo que se ahorraría aproximadamente 220,865.8 m^3 de agua (ver Gráfica 7 y tabla 8 del Subanexo C).

En la Gráfica 7 se puede observar que el volumen extraído al implementar el proyecto se disminuye, o en otras palabras, se lograría un ahorro de volumen de extracción. Este volumen permanecería en el acuífero ayudando a estabilizarlo, por lo que desde este punto de vista se justificaría la inversión en la unidad de riego de San Nicolás Quialana pozo 15.

Gráfica 7.

Diferencia del volumen de extracción sin proyecto y con proyecto



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.7 Conclusiones y recomendaciones

- Se presentan altos costos de energía eléctrica por la extracción de agua para uso agrícola.

- Existe baja eficiencia del método de riego por gravedad.

- Se carece de capacitación y asesoría en cuanto al manejo de cultivos, de suelos y al mejoramiento del método de riego actual y solicitado.

- Se carece de apoyos financieros para adquirir nueva tecnología para hacer más productivo el campo.

Recomendaciones

- Realizar las inversiones necesarias para lograr la sustentabilidad de la unidad de riego de San Nicolás Quialana pozo 15 y una unidad más de las cuales presenten las mismas características.

San Francisco Telixtlahuaca

I Diagnóstico de la situación actual y perspectivas

I.1 Descripción de la Unidad de Riego

Para llevar a cabo los trabajos para el diseño del Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) en lo que respecta a las unidades de riego, uno de los municipios elegidos en Oaxaca fue San Francisco Telixtlahuaca y, dentro de éste, la unidad de riego "Presa Derivadora La Ardilla", a la cual se realizó un diagnóstico general preliminar.

I.1.2 Antecedentes

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2006) reportó 2 unidades de riego organizada para el municipio de San Francisco Telixtlahuaca y ninguna sin organizar. Las características se muestran a continuación.(Ver Tabla 1).

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Ardilla	Derivación
Rancho Las Flores	Derivación

Fuente: (CONAGUA, 2006)[7]

De acuerdo con los objetivos del PADHPOT y tomando en cuenta el tiempo disponible, se decidió elegir una unidad de riego que mostrara interés y disponibilidad para realizar los trabajos de diagnóstico y con ello, cumplir con los objetivos del programa. Se entrevistaron algunos directivos de las unidades de riego del municipio y se determinó trabajar con la unidad Presa Derivadora La Ardilla.

Esta unidad, como las demás existentes en el municipio, inició con la construcción de la Presa Derivadora La Ardilla por parte de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), pretendiéndose la siembra de maíz y alfalfa. Los

[7] Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (organizadas y sin organizar) Comisión Nacional del Agua, Diciembre 2006.

usuarios de la unidad de riego La Ardilla no están organizados de forma regular[8], sino para aspectos específicos es decir, para la operación, conservación y administración de la unidad sólo se organizan los usuarios de palabra y han acordado rotarse el cargo de directivo cada tres años.

La unidad de riego así conformada beneficia a 30 socios y cuenta con 18 ha. Se localiza en el cuadrante que forman las coordenadas 17º18'8.00" y 17º17'23.75" de Latitud Norte y 96º54'59.5" y 96º54'22.10" de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 1496 msnm,(Ver Ilustración1).

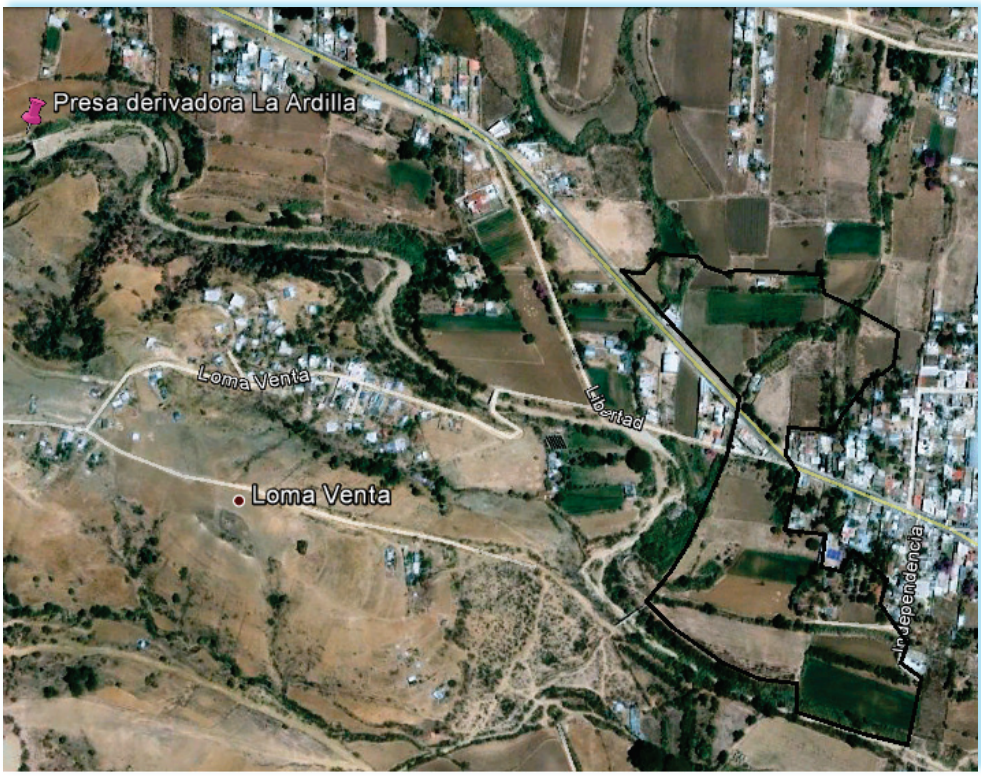
La problemática que presenta la unidad de riego es la siguiente:

- Carecen de financiamiento.
- No disponen de asesoría para sus labores y no existe capacitación.
- Deterioro por falta de mantenimiento y desazolve de la presa.
- Deterioro de la Infraestructura de riego.
- Necesidad de rehabilitación y mantenimiento de las obras de conducción, distribución y aplicación del agua de riego.
- No alcanza el agua para regar los cultivos.
- Las prácticas hidráulicas y agrícolas son tradicionales y hay escasa aceptación de innovaciones tecnológicas

[8] Procedimiento jurídico para constituir empresas rurales de acuerdo con lo que establece la Ley Agraria en sus artículos 108, 109, 111 y 112.

Ilustración 1.

Ubicación de la unidad de riego "Derivadora La Ardilla"



I.1.3 Superficie total, física, regable y regada

En el **Tabla 3** se muestra la superficie física, regable y regada de la unidad de riego Presa Derivadora La Ardilla.

Tabla 3.
Superficie física, regable y regada

Unidad de riego	Año	Superficie (ha)		
		Física	Regable	Regada
Derivadora La Ardilla	2011	18	18	13.06

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

I.1.4 Tenencia de la tierra

Toda la superficie que integra la unidad de riego es comunal y, en promedio, cada productor tiene 0.6 ha.

I.1.5 Título de concesión

La fuente de abastecimiento de agua en la unidad de riego Derivadora La Ardilla son los escurrimientos superficiales del nacimiento del Río Atoyac. Por medio de una presa derivadora se capta el agua para derivarla a un canal principal con un gasto aproximado de 10 lps, que la conduce a través de la zona de riego y la deposita en regaderas de tierra para la aplicación a los cultivos.

El título de concesión está vigente, con un volumen concesionado de 75,000 m^3 y proporciona un gasto aproximado de 10 lps.

I.2 Infraestructura existente

I.2.1 Presa Derivadora

Las principales características de la fuente de abastecimiento de la unidad de riego derivadora La Ardilla, (ver Tabla 3y Ilustración 2).

Tabla 3.
Características principales en la obra de cabeza de la unidad de riego

PRESA DERIVADORA	
Concepto	**Unidad de riego**
	La Ardilla
Construido por	SRH
Año de construcción	Se desconoce
Superficie regable (ha)	13.6
Usuarios beneficiados	30
Volumen concesionado (m3/año)	75,000.00
Volumen de extracción (m3/ año)	Variable
Gasto actual (lps)	10

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

Ilustración 2.
Foto la Presa Derivadora La Ardilla, San Francisco Telixtlahuaca

I.2.2 Red de distribución y sus estructuras

La red de conducción de la unidad de riego se integra por un canal principal revestido que prácticamente domina toda la superficie de la unidad de riego y tiene una longitud aproximada de 1.5 km y una red de regaderas de tierra interparcelarias de alrededor de 2 km de longitud.

El canal revestido está en condiciones regulares y tiene una capacidad de conducir aproximadamente 20 lps, las regaderas de tierra que forman la red de aplicación del agua a los cultivos requieren ser limpiadas de maleza y en algunas partes, precisan de ser construidas nuevamente,(Ver Ilustraciones3,4 y 5).

Ilustración 3.
Obra de toma de la presa derivadora al canal principal

Ilustración4.
Canal principal

Ilustración 5.
Canal principal

I.2.3 Red de drenaje y sus estructuras

La topografía de la zona de riego presenta buenas características para drenar los escurrimientos de la lluvia, (Ver Ilustración6).

Ilustración 6.
Topografía de la zona agrícola sin problemas de drenaje

I.2.4 Drenaje parcelario

El drenaje parcelario en la unidad de riego es natural, ya que las pendientes de las parcelas y las características físicas de los suelos (permeabilidad, textura, etc.), ayudan a no tener problemas importantes de drenaje.

I.2.5 Red de caminos y sus estructuras

La red de caminos dentro de la unidad de riego es de terracería y se encuentran de regular a mal estado.

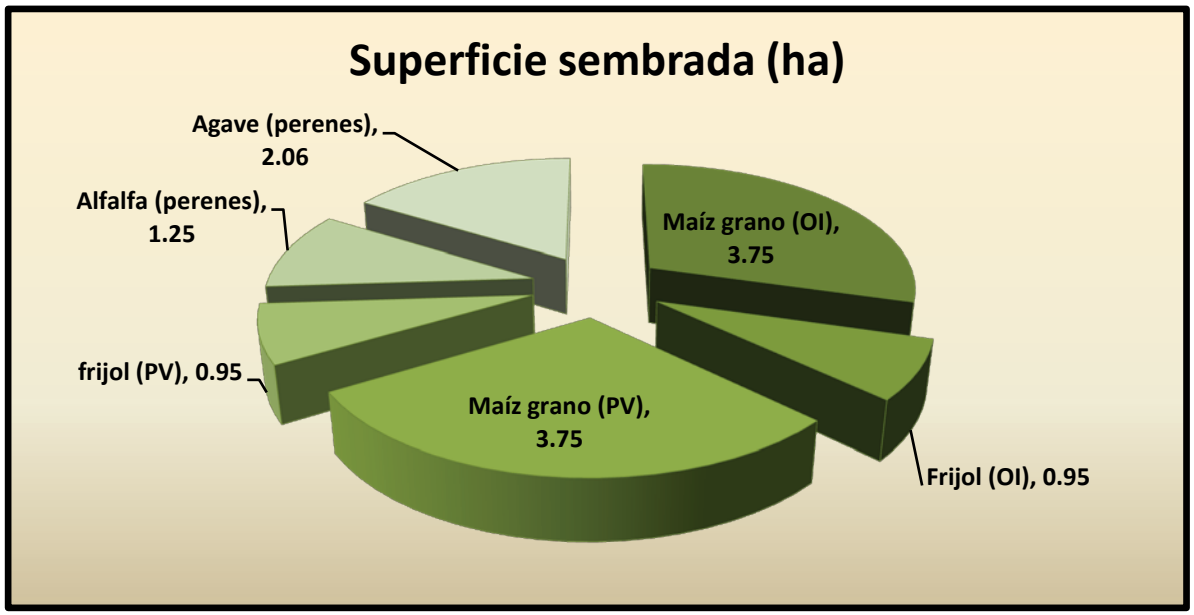
I.3 Producción agrícola y factores que inciden en la producción

I.3.1 Cultivos, superficie sembrada y cosechada por ciclo agrícola (Primavera-Verano (PV), Otoño-Invierno (OI) y perenes).

La unidad de riego La Ardilla cuenta con 13 ha regables, pero sólo 8 ha se sembraron en el ciclo 2011-2012. El riego es por gravedad y a cada usuario le corresponde cierta cantidad de acuerdo con lo que se decida en una reunión de todos los usuarios. Adicionalmente, se determina si es necesario realizar trabajos de mantenimiento en la presa o a lo largo del canal principal, en cuyo caso todos los usuarios deben de aportar con trabajo o con dinero la cantidad necesaria para solventar los gastos, de otra forma no existen recursos para la operación, conservación y administración de la unidad.

Con el objetivo de ilustrar los beneficios que obtienen los productores, en el Gráfica1 se presenta el padrón de cultivos correspondientes al 2011.

Gráfica 1.
Padrón de cultivos de la unidad Presa Derivadora La Ardilla



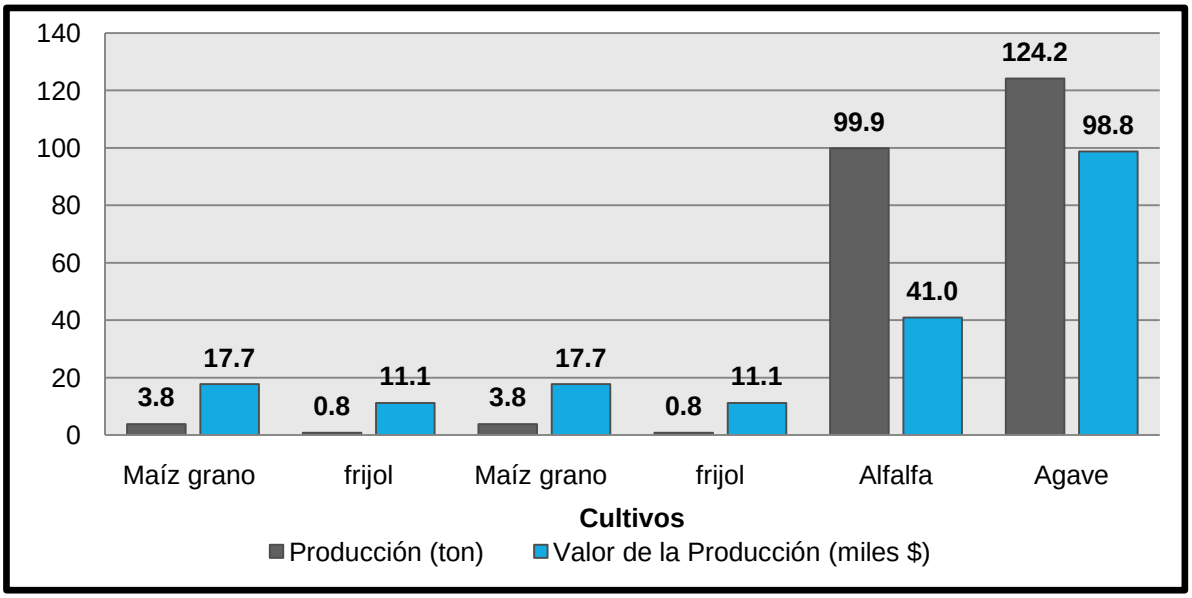
Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

I.3.2 Volumen y valor de la producción

En el Gráfica 2 se muestra la producción de acuerdo con los cultivos establecidos y el valor de la producción, donde se aprecia que la alfalfa y el agave son de los cultivos más importantes para la unidad de riego debido al valor que representa.

Gráfica 2.

Valor de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

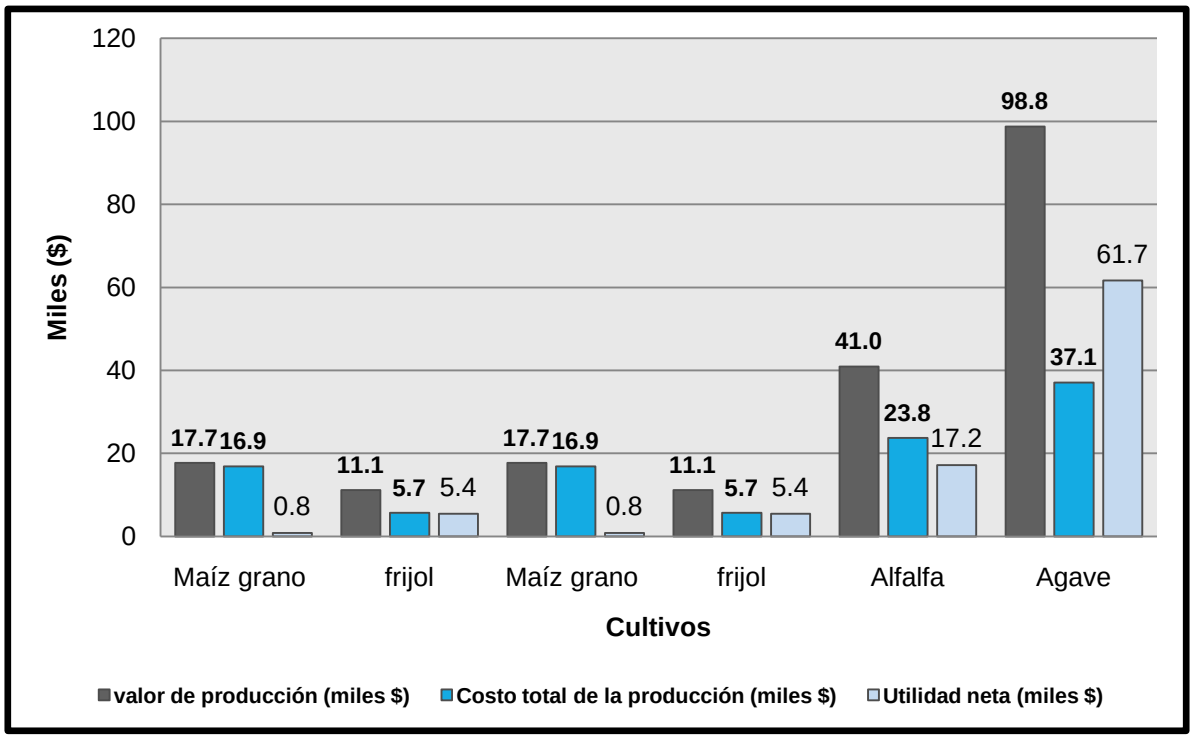
En el Tabla2 del Subanexo E se muestra el valor de la producción y sus componentes de superficie, rendimiento y precio medio rural de cultivos puestos en la superficie agrícola de la unidad de riego durante el 2011. De la misma Tabla se obtiene el valor de la producción, que en este caso es de $ 197,414 pesos.

I.3.3 Utilidad de la producción

Derivado de la información estadística obtenida en el área de estudio, se obtuvo la Gráfica 3, en la que se aprecia el valor por cultivo, el costo y la utilidad neta de la producción durante el año agrícola 2011, considerando los rendimientos actuales y las formas de producción agrícola de la unidad de riego. Se aprecia que los cultivos como el maíz para grano, la alfalfa y el agave tiene la mayor utilidad por inversión realizada de acuerdo a su costo de producción.

Se determinó la utilidad total de la producción de $91,434.30 pesos y la utilidad por hectárea de $ 7,193.8 pesos en la situación actual (sin proyecto) (Ver Subanexo E Tabla 3).

Gráfica 3.
Utilidad de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

I.4 Oferta de agua para riego

I.4.1 Sistema de cuerpos y fuentes de agua

Bajo la superficie del municipio de San francisco Telixtlahuca subyace parte del acuífero denominado Valles Centrales. La unidad de riego Derivadora La Ardilla es irrigada con agua superficial que por medio de una presa derivadora desvía parte del escurrimiento del cauce de lo que se considera el nacimiento del Río Atoyac, hacia la zona agrícola de la unidad.

Originalmente esta unidad de riego estaba conformada por una superficie de 31 ha, pero debido a la falta de agua su superficie se ha disminuido a 18 ha, teniendo como causa principal el azolvamiento de la presa, lo que disminuye el volumen almacenado y por lo tanto el volumen disponible para riego, (Ver Ilustración7).

Ilustración 7.

Azolvamiento de la Presa Derivadora La Ardilla

En el municipio se ubican dos unidades de riego abastecidas cada una por escurrimientos y presas diferentes, una es la presa derivadora La Ardilla y la otra unidad riego Rancho Las Flores, ubicada en el poblado denominado Tierra Colorada Las Trancas, del mismo municipio. El escurrimiento aprovechado por los usuarios de esta unidad proviene del Río Duraznillo, otro afluente del Atoyac, (Ver Ilustraciones8 y 9).

Ilustración 8.
Unidad de riego Rancho Las Flores

Ilustración 9.
Fuente de abastecimiento de la unidad Rancho Las Flores

I.4.2 Manejo del suelo y el agua

En la unidad de riego no se aplican prácticas nuevas para la preservación del suelo. Las actividades que se realizan dependen del cultivo, entre las que podemos citar las siguientes: subsuelo, barbecho, rastra, empareje, surcado, siembra y escarda (se utiliza maquinaria). No se tiene presencia de drenes parcelarios ya que no se tiene niveles freáticos altos, ni problemas de excesos de agua por inundaciones.

En la unidad de riego Rancho Las Flores los productores han elaborado dos invernaderos para la producción de hortalizas, con sus propios recursos solicitan asesoría técnica para la elaboración de proyectos y financiamiento de sus invernaderos, para el manejo de sus cultivos y su comercialización.

En la zona de estudio no se han realizado trabajos de nivelación ni se cuenta con equipos para hacerlo.

I.4.3 Infraestructura hidroagrícola

La infraestructura hidroagrícola de la unidad de riego en estudio consiste de una obra de toma de la presa derivadora al canal principal revestido, hasta llegar a la

zona agrícola de la unidad. Después, por medio de regaderas de tierra, se aplica el agua a los cultivos.

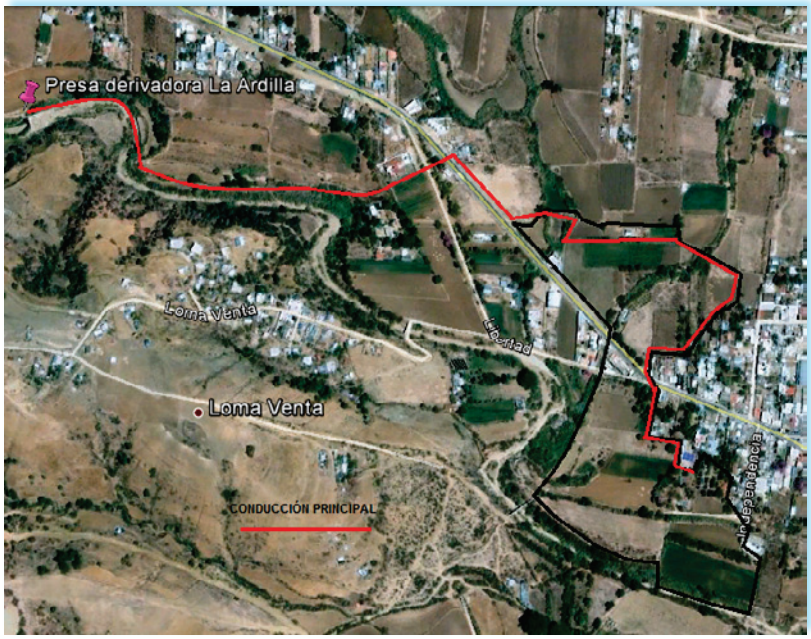
En la Ilustración10 se muestra la infraestructura que predomina en la unidad de riego, en donde la conducción de agua se hace a través de canales y regaderas, y el riego es por gravedad.

La eficiencia de conducción del canal es de aproximadamente 55%, sin embargo, al llegar a nivel de la parcela, la eficiencia de aplicación baja considerablemente debido a que las regaderas de tierra están en mal estado o con una gran cantidad de maleza que origina una eficiencia general de 38%.

En la Ilustración 11 se muestra la localización de la presa derivadora de la unidad de riego y un aproximado de cómo se distribuye el agua dentro de la misma.

Ilustración 10.
Infraestructura que predomina en la unidad de riego.

Ilustración 11.
Ubicación de la presa Derivadora la Ardilla y el canal de conducción del agua para riego



I.4.4 Disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua en la unidad está en función de las precipitaciones que se presenten en la región, la capacidad de almacenamiento y de derivación de la presa La Ardilla y de la superficie sembrada.

I.4.5 Demanda de agua

La demanda de agua puede ser variable de acuerdo con la distribución, cuantía e intensidad de las precipitaciones en las estaciones del año, y también debido a las pérdidas por evaporación.

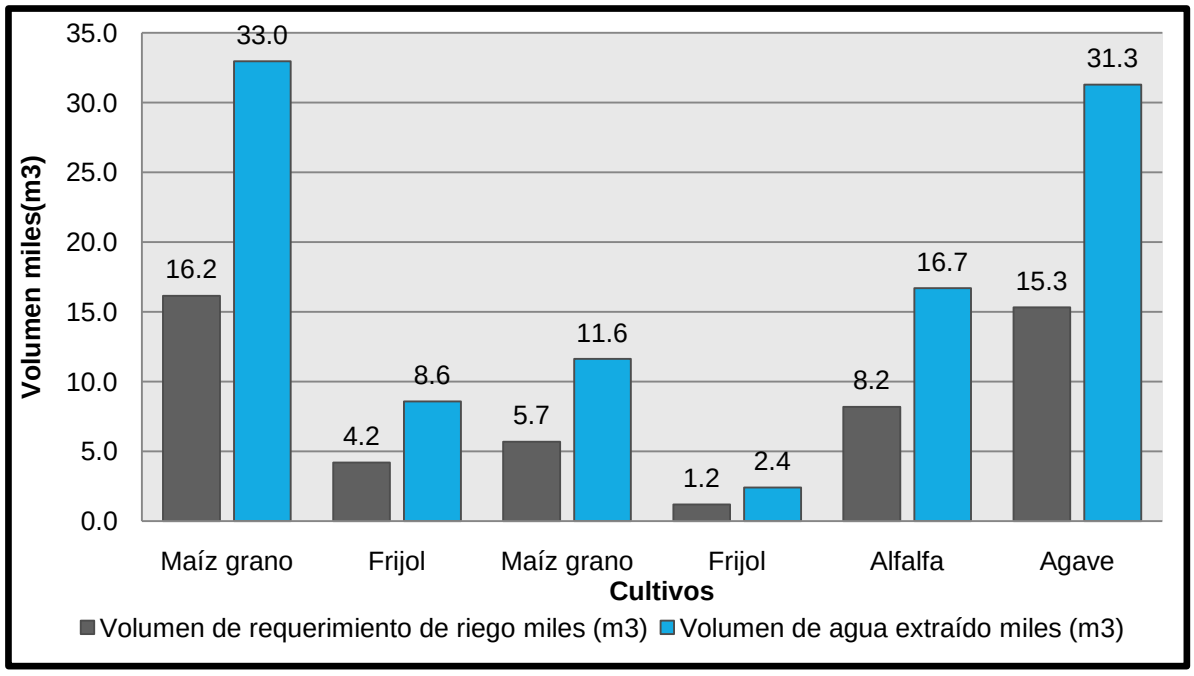
Las necesidades totales de agua de los cultivos (evapotranspiración potencial o uso consuntivo) se integran por la acumulación de las necesidades hídricas durante todo el ciclo de desarrollo de los cultivos. En regiones donde las precipitaciones son considerables, una parte de las necesidades de agua son aportadas por las lluvias. A la diferencia entre las necesidades hídricas totales y las precipitaciones efectivas se les conoce como necesidades o requerimientos de riego de los cultivos (CONAGUA, 2009).

Los requerimientos de riego de los cultivos establecidos en la unidad de riego Derivadora La Ardilla, se determinaron con el programa de cómputo CROPWAT, desarrollado por la división de suelos y aguas de FAO.

El volumen de requerimiento de riego estimado para los cultivos y para la superficie cultivada en la unidad de riego en estudio es del orden de 50,744 $m^{3.}$ En lo que respecta a la eficiencia global a nivel de unidad de riego, relacionando los requerimientos de riego y los volúmenes entregados a nivel de toma parcelaria, ésta fue de 50%, (Ver Tabla 4 Subanexo E).

En la Gráfica 4 se observa que el volumen requerido es menor que el volumen extraído. Esto se debe a que la aplicación del agua a nivel parcela tiene baja eficiencia y los cultivos que más demandan agua son el maíz grano y la alfalfa, por lo que la superficie sembrada con estos dos cultivos deberá tener mayor asesoría y capacitación hidráulica y agrícola o madurar una propuesta de sustitución por cultivos alternativos.

Gráfica 4.
Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia.



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

I.4.6 Distribución del agua

El gasto asignado a cada usuario depende de la superficie agrícola programada para regarse y con la que cuenta cada uno de ellos; este gasto es designado por la Comisión Nacional del Agua. En la unidad de riego hay más de un usuario, la distribución del agua se lleva a cabo por tandeos, en el cual se designa el o los días de riego para cada usuario de la sociedad.

I.4.7 Productividad neta media del agua

Con la información obtenida en el área de estudio se estimó el índice de productividad del agua, el cual se presenta en el Tabla 4.

Tabla4.

Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios de 2011.

Ciclo agrícola	Superficie regada (ha)	Volumen bruto (m3)	Utilidad neta de la producción ($)	Índice de productividad neta del agua ($/m3)
2010-2011	12.7	103,559.5	91,434.3	0.88

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

I.5 Diagnóstico de la situación actual y posible solución

I.5.1 Diagnóstico de la situación actual

A partir de todo lo expuesto anteriormente, se puede concluir lo siguiente respecto a la situación actual de la unidad de Derivadora La Ardilla y su explotación agrícola:

- En la unidad de riego no existe organización de usuarios como lo establece la ley Agraria, sólo se organizan a nivel de la fuente, como unidad de riego Derivadora La Ardilla.

- La fuente de abastecimiento de agua es directa del río a través de una Presa Derivadora.

- La infraestructura hidroagrícola se compone de un canal principal revestido y una serie de regaderas de tierra que llevan el agua hasta la parcela.

- La presa derivadora presenta un volumen considerable de azolve, lo que ha limitado el caudal de agua por derivar y ha reducido la superficie de riego.

- La superficie física de la unidad es de 18 ha, la regable es de 13.06 y la sembrada durante el ciclo agrícola del 2011 es de 8.01 ha, los cultivos que se presentan en la unidad son: Maíz para grano, frijol, alfalfa y agave.

- La superficie que se riega anualmente a nivel unidad es de 13.06 ha, los cultivos más importantes por la superficie cultivada son: el maíz grano y el agave ocupando el 73% de la superficie total y consumen el 100% (75,865.85^{m3}) del volumen de agua aplicada a nivel unidad de riego. En el resto de la superficie se siembran cultivos como: frijol y alfalfa.

- La asignación del volumen de agua se hace en función de la superficie agrícola con la que cuenta cada uno de los usuarios y es distribuido por tandeo, el cual consiste en asignar a cada usuario la fecha y el número de horas-riego que le corresponden. No hay una cuota de riego.
- El índice de productividad del agua en el acuífero es de 0.88 \$/m^3, esto significa que por cada m^3 de agua aplicado se obtienen \$0.88.

I.5.2 Optimización de la situación actual

En evaluación de proyectos optimiza la situación actual, para no atribuirle beneficios al proyecto que no le corresponden. De esta manera, la situación actual (sin Proyecto), constituye la base para comparar con la situación optimizada (con proyecto).

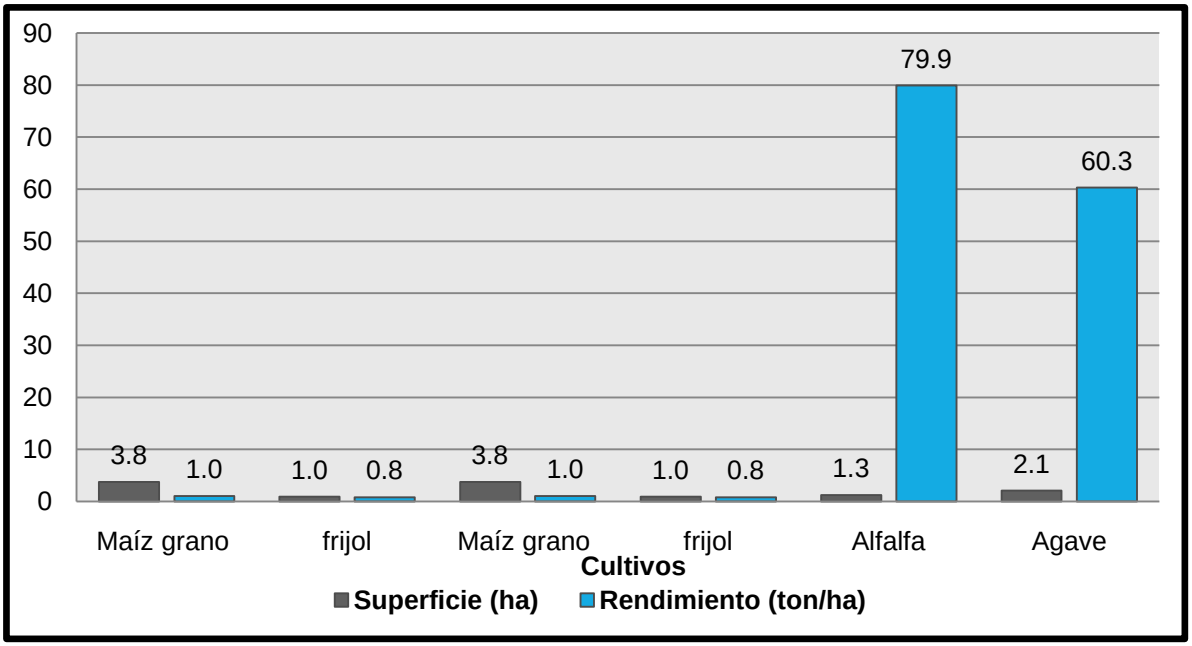
Para optimizar la situación actual se proponen las siguientes acciones:

17. La reglamentación para el uso adecuado del agua de la fuente de abastecimiento.
18. Medición de los gastos y manejo de los mismos en la obra de cabeza en la conducción y en las derivaciones en la zona de riego.
19. La elaboración de un proyecto y la ejecución de programas de mejora y conservación periódica de la infraestructura.
20. La elaboración de calendarios de riego para el pronóstico de tiempo real de riego.
21. Uso adecuado de paquetes tecnológicos.
22. Asesoría técnica.
23. Organización para la comercialización.

Con las acciones antes planteadas se espera tener un impacto directo en el rendimiento de los cultivos, ya que el manejo adecuado de paquetes tecnológicos, la conservación de la infraestructura hidroagrícola y el riego distribuido oportunamente en el tiempo y el espacio conforme a los requerimientos de riego permiten el desarrollo óptimo de éstos.

En la Gráfica 5 se observa el rendimiento de los cultivos en la situación actual. En 2011 se sembraron 12.7 ha, el cultivo que más superficie ocupó fue el maíz grano (7.6 ha). Como se muestra, los rendimientos del maíz grano son bajos con respecto a productores del bajío (2.7 ton/ha) o de Sinaloa (6.9 ton/ha). La alfalfa y el agave son otra opción para los productores de la unidad, sin embargo, el alfalfa por su alto consumo de agua debe ser limitada en su superficie de siembra, el agave es un cultivo que sería una buena alternativa en la unidad. Si a esto se le suma el fraccionamiento de la tierra agrícola, se acentúa la problemática de la unidad. Es prioridad impulsar las actividades de desarrollo agropecuario para este municipio, debido a que la tierra cultivable de la unidad tiende a desaparecer si no se realizan inversiones para su modernización.

Gráfica 5.
Superficie sembrada y rendimientos de los cultivos (sin Proyecto)

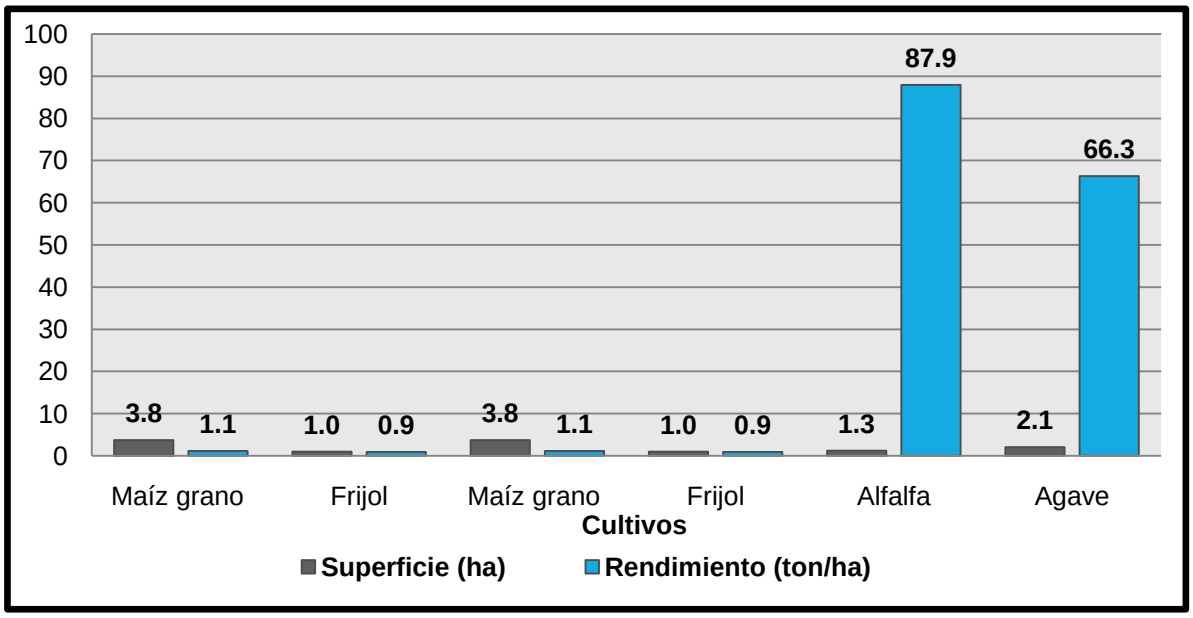


Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

La Gráfica 6 presenta un incremento en los rendimientos de los cultivos en una situación optimizada (con proyecto), es decir, implementando mejoras en las practicas hidráulicas y agrícolas, sembrando variedades mejoradas, aplicando fertilización adecuada y mejorando el método de riego por gravedad, que permite incrementar la producción; mejorando la calidad de los productos agrícolas obtenidos, con estas acciones se puede mejorar la producción en por lo menos un 10% en sus rendimientos.

Del análisis de la Gráfica observamos que conservando la superficie de siembra se puede incrementar el rendimiento de los cultivos más producidos en la unidad de riego como es el caso del maíz grano, la alfalfa y agave, por consiguiente, el incremento en la producción y en utilidad obtenida.

Gráfica 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

En el **Tabla 5 y 6** del Subanexo E se muestran los rendimientos, el valor de la producción y la utilidad neta de los cultivos en la situación actual y optimizada, respectivamente. Se observa un incremento en el rendimiento de los cultivos, que se refleja en el valor de la utilidad neta que pasaría de $91,434.3 a $111,175.73 pesos.

Cabe mencionar que las acciones planteadas no impactan en un mayor gasto extraído de la fuente de abastecimiento, por lo tanto, la extracción de agua de la presa no se incrementa en la unidad de riego en estudio, es decir, en la situación actual. Por lo tanto, la proyección de la situación optimizada se estimó suponiendo un incremento en los rendimientos actuales de los cultivos mediante las acciones de mejoramiento planteadas. El incremento en los rendimientos reflejará, para la situación sin proyecto, un aumento anual acumulado de los excedentes agrícolas derivado de las posibles medidas para su optimización.

I.5.3 Identificación de soluciones

La unidad de riego en cuestión presenta problemas de baja eficiencia del uso del agua para riego, baja producción y calidad de los productos agrícolas y, por consecuencia, un deteriorado y lento desarrollo económico en la región.

Por lo que se plantea:

- Analizar el posible desazolve de la presa Derivadora La Ardilla
- Elaborar un programa para la rehabilitación de la infraestructura de conducción y aplicación del agua
- Organizar a los usuarios de la unidad de riego en Asociación Civil (AC) o Sociedad de Producción Rural (SPR).
- Promover la asesoría y capacitación en la producción agrícola y en el manejo del agua para riego.
- Asesorar para tener acceso al financiamiento por parte del gobierno e instituciones privadas.
- Promover entre los usuarios de la unidad la introducción de nuevos cultivos más redituables y que consuman menos agua.

I.5.4 Análisis de la propuesta

Respecto a la propuesta:

El propósito de inducir la transformación tecnológica y productiva dentro de la unidad de riego y mejorar la eficiencia de aplicación es asegurar la disponibilidad de agua para riego de los cultivos que se establecen en cada ciclo agrícola, debido que no se puede cambiar la forma de riego de gravedad por uno

presurizado por los costos que esto implicaría. Sin embargo, se busca almacenar, mejorar la captación y derivación del volumen e incrementar las eficiencias de conducción y aplicación del agua a nivel parcela. Con esto se pretende hacer más eficiente el uso del agua e incrementar la producción y utilidades para los productores (Colegio de Postgraduados, 1998).

Con estas acciones se pretende incrementar la eficiencia actual de 49% a un 56%, lo que permitirá ahorrar agua y, con ello, introducir cultivos que generen mayor utilidad, incrementar los rendimientos o bien frenar el abandono de la tierra cultivable generado durante los últimos años.

El volumen concesionado para la presa derivadora de 75,000m^3, de acuerdo con los cultivos establecidos requieren fisiológicamente 50,744 m^3 para cubrir sus ciclos vegetativos adecuadamente, sin embargo, generan una extracción de agua superficial de 103,559m^3.

Con este proyecto se pretende aprovechar mejores tecnologías agrícolas, incrementar los rendimientos de los cultivos y elevar el nivel de bienestar de los usuarios.

I.6 Propuesta de inversión

I.6.1 Inversión en infraestructura

Para la modernización de por lo menos dos unidades de riego en el municipio de San Francisco Telixtlahuaca se requiere una inversión de $8'997,050 a precios de 2011. El desglose de la inversión del componente principal de la obra se muestra en el Tabla 5.

Tabla5.
Importe de la inversión en las unidades de riego

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$3,247,050
Capitulo 6000	$5,750,000
TOTAL	$8,997,050

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

En la tabla anterior el capitulo 2000 se refiere a la inversión en la infraestructura básica, el capitulo 3000 a los cursos y asesorías a los productores, el capitulo 5000 a la adquisición de equipos especializados y el capitulo 6000 a la elaboración de manuales y reglamentos (ver Subanexo F).

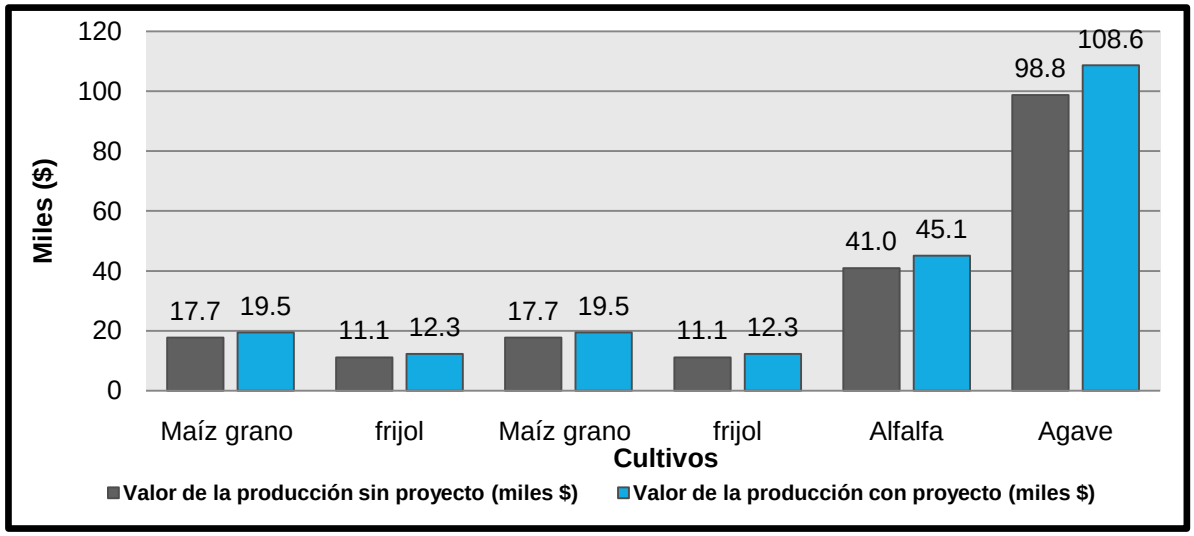
I.6.2 Generación de ingresos y ahorro

En cuanto a la generación de ingresos y ahorros del proyecto, por una parte, éstos se reflejarían en el incremento del rendimiento y, por ende, en el valor de la producción, (ver Gráfica 6 y Tabla 7 del Subanexo E).

En esta Gráfica, se observa el valor de la producción sin y con proyecto, se aprecia que al incrementar los rendimientos (10%) en cada cultivo, también incrementa la producción y, por lo tanto, el valor de la producción, generando con esto que los productores obtengan mejorías en sus utilidades para lograr su sustentabilidad.

Gráfica 6.

Comparación del valor de la producción sin y con proyecto incrementando 10% de los rendimientos



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.6.3 Ahorro de volúmenes de agua

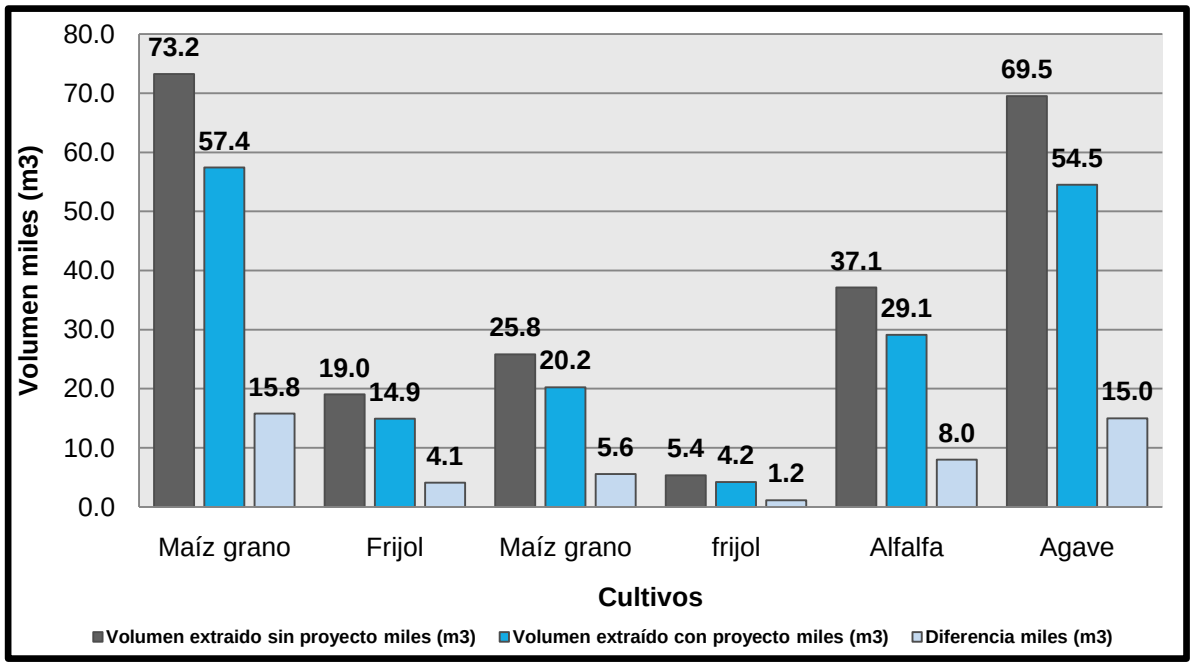
Para satisfacer el padrón de cultivos y la superficie regable, actualmente se extrae un volumen de 230,132.2 m^3. Mejorando las eficiencias de conducción,

distribución y aplicación, esta cifra se reduce a 180,423.7 m^3, por lo que se ahorraría aproximadamente 49,708.5 m^3de agua (ver Gráfica 7 y tabla 8 del Subanexo E).

En la Gráfica 7 se demuestra que el volumen extraído sin proyecto es mayor en cada cultivo que el volumen extraído con la implementación del proyecto. Por esta razón, existe un ahorro en el de volumen de extracción, mismo que permanecerá almacenado en la presa para ser utilizado cuando se requiera por los usuarios de la unidad de riego "Presa Derivadora La Ardilla".

Gráfica 7.

Diferencia del volumen de extracción sin proyecto y con proyecto



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.7 Conclusiones y recomendaciones

- La presa tiene un grado de azolve tal que limita el volumen a aprovechar en el ciclo agrícola

- Se carece de capacitación para la incorporación de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas y no existe asesoría en cuanto al manejo de cultivos y al mejoramiento del riego por gravedad

- Se carece de apoyos financieros para adquirir nueva tecnología para hacer más productivo el campo

Recomendaciones

- Asegurar los medios documentales que permita a los usuarios a tramitar las inversiones necesarias para lograr la mejoría de su actividad agrícola sin descuidar la sustentabilidad de la unidad de Derivadora La Ardilla y Rancho Las Flores.

Bibliografía

Alexander, F. J. (2003). Bases teoricas de la organización de unidades de riego de México. Zacatecas, Zacatecas, México.

Colegio de Postgraduados. (1998). Diagnóstico Preliminar sobre superficies regables y volúmenes requeridos en las UR. Montecillo, México, México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca . México, D.F, México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca . México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca. México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (Organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0). México, Distrito Federal, México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2000). Tecnificación de Unidades de Riego en México. México, D.F., México.

Posgraduados, C. d. (2000). Diagnóstico preliminar sobre superficies regables en las unidades de riego organizadas y sin organizar. montecillo, México, México.

SAGARPA. (2011). SIAP- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, D.F., México.

Subanexo A.

Tabla 1.
Padrón de cultivos propuesto a manera de ejemplo de la unidad San Carlos 1

Cultivo	Superficie sembrada (ha)
Otoño-Invierno	
Maíz grano	10
Subtotal	**10**
Primavera –verano	
Maíz grano	10
Subtotal	**10**
Perenes	
Alfalfa	20
Subtotal	**20**
Total	**40**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

Tabla 2.
Valor de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)	PMR ($/ton)	Valor de la producción ($)
	Sembrada	Cosechada				
Maíz grano	10	10	1.2	12	4,632.4	55,588
Maíz grano	10	10	1.2	12	4,632.4	55,588
Alfalfa	20	20	79.8	1,596	410.0	654,688
Total	**40**	**40**		**1,620**		**765,865**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

Tabla 3.

Utilidad de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie cosechada(ha)	Producción				Utilidad neta por ha ($/ha)
		(ton)	Valor ($)	Costo total ($)	Utilidad neta ($)	
Maíz grano	10	12	55,588.8	45,000	10,588.8	1,058.8
Maíz grano	10	12	55,588.8	45,000	10,588.8	1,058.8
Alfalfa	20	1,596.8	654,688.0	400,000	254,688	12,734.4
Total	**40**	**1,620.8**	**765,865.6**	**490,000**	**275,865.6**	**6,896.64**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

Tabla 4.

Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia (situación actual).

Cultivo	Superficie (ha)	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación (mm)	Prec. Efec (mm)	Req.Riego* (mm)	Volumen de requerimiento de riego (m3)	Eficiencia (%)	Lamina neta de riego (mm)	Volumen de agua extraído (m^3)
Maíz grano	10	511	43	29.4	480.8	48,080	0.36	1,335	133,555
Maíz grano	10	449.3	561	371.9	151.8	15,180	0.36	421	42,166
Alfalfa	20	1,091.6	616	519	639.4	127,880	0.36	1,776	355,222
Total	**40**	**2,051.9**	**1,220**	**920.3**	**1,272**	**191,140**		**3,533**	**530,944**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

* El cálculo del requerimiento de riego se realizó por medio del programa CROPWAT 8.0 para Windows (recomendado por FAO) es un programa informático para el cálculo de los necesidades de agua de los cultivos y riego basado en datos de suelo, clima y cultivos. Además, el programa permite el desarrollo de calendarios de riego para las diferentes gestiones y el cálculo del régimen de abastecimiento de agua para diferentes patrones de cultivos. Debido a la gran cantidad de variables para el cálculo de la evapotranspiración y a lo restringido de los datos meteorológicos disponibles a nivel México, los resultados

de requerimiento de riego pueden variar, pero siempre será mejor tener una aproximación que no contar con nada en algunas regiones del país.

Tabla 5.
Rendimiento de los cultivos con la situación actual (sin proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Maíz grano	10	1.2	4,632	12	55,588	45,000	10,588
Maíz grano	10	1.2	4,632	12	55,588	45,000	10,588
Alfalfa	20	79.8	410	1,596	654,688	400,000	254,688
Total	**40**			**1,620**	**765,865**	**490,000**	**275,865**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

Tabla 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Maíz grano	10	1.3	4,632	13.2	61,147.6	45,000	16,147
Maíz grano	10	1.3	4,632	13.2	61,147.6	45,000	16,147
Alfalfa	20	87.8	410	1,756.5	720,156.8	400,000	320,156
Total	**40**			**1,782.9**	**842,452.1**	**490,000**	**352,452**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

Tabla 7.
Comparación del valor de la producción sin y con proyecto incrementando 10% los rendimientos

Cultivos	Valor de la producción sin proyecto ($)	Valor de la producción con proyecto ($)
Maíz grano	56	61
Maíz grano	56	61
Alfalfa	655	720
Total	**766**	**842**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

Tabla8.
Diferencia del volumen de extracción sin y con proyecto

Cultivo	Volumen extraído sin proyecto (m^3)	Volumen extraído con proyecto (m^3)	Diferencia (m^3)
Maíz grano	133,555.5	67,714.6	65,840.8
Maíz grano	42,166.6	21,024.9	21,141.7
Alfalfa	355,222.2	181,412.7	173,809.4
Total	**530,944.4**	**270,152.3**	**260,792.0**

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

Subanexo B. Inversiones a realizarse en 2 unidades de riego en el municipio de Ocotlán de Morelos

Resumen de inversión de Ocotlán de Morelos

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,325,450
Capitulo 6000	$2,440,000
TOTAL	**$4,765,450**

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 1ra. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Curso sobre Planeación de la operación de las fuentes de abastecimiento	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Curso de Programación del riego	Evento	4	$13,700	$54,800		$18,267		$18,267		$18,267				
Curso sobre distribución del agua	Evento	4	$13,700	$54,800		$18,267		$18,267		$18,267				
Curso sobre la operación y mantenimiento de equipos de bombeo	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Curso de Elaboración de programas de conservación	Evento	4	$13,700	$54,800		$27,400	$27,400							
Curso de Seguimiento y control de los programas de conservación	Evento	4	$13,700	$54,800		$27,400	$27,400							
Curso para la gestión de proyectos	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso de análisis e integración de la cuota por servicio de riego	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso sobre riego presurizado	Evento	4	$16,100	$64,400		$21,467	$21,467	$21,467						

Curso de operación de redes de baja presión	Evento	4	$16,100	$64,400		$21,467	$21,467	$21,467						
Curso de operación y evaluación de sistemas de riego por gravedad	Evento	4	$16,100	$64,400		$21,467	$21,467	$21,467						
Curso uso y aplicación de plaguicidas y de fertilizantes	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Curso de Fertirrigación	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Curso para la Introducción de cultivos alternos	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Organización legal de usuarios de la unidad de riego	Asesoría	2	$7,000	$14,000	$4,667	$4,667	$4,667							
Asesoría en operación de infraestructura hidroagrícola	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 2da. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Asesoría en conservación de obras, maquinas y equipos de la unidad	Asesoría	2	$10,000	$20,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000
Asesoría en la administración de la unidad de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas hidráulicas del sistema de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas agrícolas e introducción de nuevos cultivos	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Canalizar a usuarios de la unidad a los Programas de gobierno que ofrecen financiamientos	Asesoría	2	$5,000	$10,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000
Proyectos de comercialización de productos (acopio, selección, empaque, almacenaje, distribución y venta).	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	

Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia	programa	2	$150,000	$300,000	$150,000	$150,000								
Programa de adquisición de medidor volumétrico e instalación en la fuente de abastecimiento	programa	2	$100,000	$200,000	$100,000	$100,000								
Proyecto para elaborar planos y padrón de la unidad	Expediente	2	$21,000	$42,000	$21,000	$21,000								
Elaboración de un sistema de información geográfica con la información obtenida	Programa	2	$30,000	$60,000		$60,000								
Proyecto para determinar el funcionamiento actual del pozo	Expediente	2	$50,000	$100,000		$50,000	$50,000							
Proyecto para determinar la eficiencia de los equipos electromecánicos	Expediente	2	$50,000	$100,000			$50,000	$50,000						
Proyecto para determinar las eficiencias de conducción, distribución y aplicación del agua de riego	Expediente	2	$20,000	$40,000		$20,000	$20,000							
Proyecto de análisis de la situación de producción agrícola en la unidad	Expediente	2	$30,000	$60,000	$30,000	$30,000								
Análisis a detalle sobre la calidad de agua de riego y de las propiedades físicas y químicas del suelo	Expediente	6	$60,000	$360,000		$144,000		$54,000	$54,000	$54,000	$54,000			
Proyecto de compactación de áreas agrícolas y reconversión de cultivos	Proyecto	2	$10,000	$20,000		$20,000								
Proyecto de diseño de un sistema de riego por aspersión considerando cultivos, manejo eficiente del agua y rendimientos esperados	Proyecto	2	$10,000	$20,000	$20,000									
Estudio de mercado para determinar la potencialidad	Expediente	2	$30,000	$60,000		$30,000	$30,000							

económica de la región														
Elaborar manuales y reglamentos internos de operación, conservación y administración de la unidad de riego	Manual	4	$30,000	$120,000		$40,000	$40,000	$40,000						
TOTAL		93		$2,325,450	$450,050	$922,733	$425,200	$250,933	$74,000	$96,533	$74,000	$6,000	$20,000	$6,000

1. Inversión en infraestructura (Capitulo 6000)

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Infraestructura básica.	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	Costo aproximado	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Programa de rehabilitación del pozo, video del estado físico del ademe, limpieza y mantenimiento a la columna de bombeo, mantenimiento y/o trabajos mayores al equipo de bombeo.	programa	2	$500,000	$1,000,000	$500,000	$500,000								
Instalación del sistema de riego por aspersión para las 48 ha	hectáreas	48	$30,000	$1,440,000	$720,000	$720,000								
Total		**50**		**$2,440,000**	$1,220,000	$1,220,000	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0

Subanexo C.

Tabla 1.

Padrón de cultivos de la unidad de riego San Nicolás Quialana

Cultivo	Superficie sembrada (ha)
Otoño-Invierno*	
Maíz grano	20
Maíz forraje	3.5
Frijol	2.8
Avena forraje	2.5
Subtotal	28.8
Primavera -verano**	
Maíz grano	10
Maíz forraje	10
Avena forraje	2.5
Sorgo	5
Subtotal	27.5
Perenes	
Alfalfa	20
Fresas	1
Subtotal	21
Total	**77.3**

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 2.
Valor de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)	PMR ($/ton)	Valor de la producción ($)
	Sembrada	Cosechada				
Maíz grano	20	20	1.2	23.6	4,632	109,324
Maíz forraje	3.5	3.5	36	126	430	54,180
Frijol	2.8	2.8	0.8	2.3	14,341	33,328
Avena forraje	2.5	2.5	10	25	639.3	15,982
Maíz grano	10	10	1.2	11.8	4,632	54,662
Maíz forraje	10	10	36	360	430	154,800
Avena forraje	2.5	2.5	10	25	639	15,982
Sorgo	5	5	1	5	3,000	15,000
Alfalfa	20	20	80.5	1,609	410	659,936
Fresas	1	1	1.3	1.3	40,000	51,200
Total	**77.3**	**77.3**		**2,189**		**1,164,396**

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 3.
Utilidad de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie cosechada (ha)	Producción				Utilidad neta por ha ($/ha)
		(ton)	Valor ($)	Costo total ($)	Utilidad neta ($)	
Maíz grano	20	24	109,325	90,000	19,325	966
Maíz forraje	4	126	54,180	14,000	40,180	11,480
Frijol	3	2	33,328	16,800	16,528	5,903
Avena forraje	3	25	15,983	11,250	4,733	1,893
Maíz grano	10	12	54,662	45,000	9,662	966
Maíz forraje	10	360	154,800	40,000	114,800	11,480
Avena forraje	3	25	15,983	11,250	4,733	1,893
Sorgo	5	5	15,000	15,000	0	0
Alfalfa	20	1,610	659,936	300,000	359,936	17,997
Fresas	1	1	51,200	25,000	26,200	26,200
Total	77	2,190	1,164,396	568,300	596,096	7,711

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**

Tabla 4.

Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia (situación actual).

Cultivo	Superficie (ha)	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación (mm)	Prec. Efec (mm)	Req.Riego* (mm)	Volumen de requerimiento de riego (m3)	Eficiencia (%)	Lamina neta de riego (mm)	Volumen de agua extraído (m3)
Maíz grano	20	521	43	31	489	97,780	0.5	978	195,560
Maíz forraje	3.5	558	105	62	495	17,329	0.5	990	34,657
Frijol	2.8	390	42	29	361	10,111	0.5	722	20,222
Avena forraje	2.5	530	105	47	483	12,073	0.5	966	24,145
Maíz grano	10	451	515	372	147	14,690	0.5	294	29,380
Maíz forraje	10	450	515	372	153	15,310	0.5	306	30,620
Avena forraje	2.5	427	498	304	148	3,698	0.5	296	7,395
Sorgo	5	403	515	372	96	4,815	0.5	193	9,630
Alfalfa	20	1,110	616	519	655	130,980	0.5	1,310	261,960
Fresas	1	1,502	616	508	1,036	10,355	0.5	2,071	20,710
Total	77.3	6,343	3,570	2,616	4,063	317,141		8,125	634,279

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

* El cálculo del requerimiento de riego se realizó por medio del programa CROPWAT 8.0 para Windows (recomendado por FAO) es un programa informático para el cálculo de los necesidades de agua de los cultivos y riego basado en datos de suelo, clima y cultivos. Además, el programa permite el desarrollo de calendarios de riego para las diferentes gestiones y el cálculo del régimen de abastecimiento de agua para diferentes patrones de cultivos. Debido a la gran cantidad de variables para el cálculo de la evapotranspiración y a lo restringido de los datos meteorológicos disponibles a nivel México, los resultados de requerimiento de riego pueden variar, pero siempre será mejor tener una aproximación que no contar con nada en algunas regiones del país.

Tabla 5.
Rendimiento de los cultivos con la situación actual (sin proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Maíz grano	20	1.2	4,632	24	109,325	90,000	19,325
Maíz forraje	4	36.0	430	126	54,180	14,000	40,180
Frijol	3	0.8	14,341	2	33,328	16,800	16,528
Avena forraje	3	10.0	639	25	15,983	11,250	4,733
Maíz grano	10	1.2	4,632	12	54,662	45,000	9,662
Maíz forraje	10	36.0	430	360	154,800	40,000	114,800
Avena forraje	3	10.0	639	25	15,983	11,250	4,733
Sorgo	5	1.0	3,000	5	15,000	15,000	0
Alfalfa	20	80.5	410	1,610	659,936	300,000	359,936
Fresas	1	1.3	40,000	1	51,200	25,000	26,200
Total	77.3			2,190	1,164,396	568,300	596,096

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 6.

Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Maíz grano	20	1.3	4,632	26	120,257	90,000	30,257
Maíz forraje	4	39.6	430	139	59,598	14,000	45,598
Frijol	3	0.9	14,341	3	36,661	16,800	19,861
Avena forraje	3	11.0	639	28	17,581	11,250	6,331
Maíz grano	10	1.3	4,632	13	60,129	45,000	15,129
Maíz forraje	10	39.6	430	396	170,280	40,000	130,280
Avena forraje	3	11.0	639	28	17,581	11,250	6,331
Sorgo	5	1.1	3,000	6	16,500	15,000	1,500
Alfalfa	20	88.5	410	1,771	725,930	300,000	425,930
Fresas	1	1.4	40,000	1	56,320	25,000	31,320
Total	77.3			2,409	1,280,836	568,300	712,536

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 7.Valor de la producción sin y con proyecto (incremento del rendimiento 10%)

Cultivo	Valor de la producción (miles $) Sin proyecto	Valor de la producción (miles $) Con proyecto
Maíz grano	109.3	120.3
Maíz forraje	54.2	59.6
Frijol	33.3	36.7
Avena forraje	16.0	17.6
Maíz grano	54.7	60.1
Maíz forraje	154.8	170.3
Avena forraje	16.0	17.6
Sorgo	15.0	16.5
Alfalfa	659.9	725.9
Fresas	51.2	56.3
Total	1164.4	1280.8

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 8.
Diferencia del volumen de extracción sin y con proyecto

Cultivo	Volumen extraído sin proyecto (m3)	Volumen extraído con proyecto (m3)	Diferencia (m3)
Maíz grano	267,341	127,463	139,878
Maíz forraje	47,378	22,589	24,789
Frijol	27,644	13,180	14,464
Avena forraje	33,008	15,737	17,270
Maíz grano	40,164	19,149	21,015
Maíz forraje	41,859	19,958	21,902
Avena forraje	10,109	4,820	5,289
Sorgo	13,165	6,277	6,888
Alfalfa	358,113	170,741	187,372
Fresas	28,312	13,498	14,813
Total	867,093	413,413	453,680

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Subanexo D. Inversiones a realizarse en 2Unidades de riego en el municipio de Zimatlán de Álvarez

Resumen de inversión Zimatlán de Álvarez

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,567,950
Capitulo 6000	$2,500,000
TOTAL	**$5,067,950**

2. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 1ra. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem2**
Curso sobre Planeación de la operación de las fuentes de abastecimiento	Evento	6	$13,700	$82,200	$27,400	$27,400	$27,400							
Curso de Programación del riego	Evento	6	$13,700	$82,200		$27,400		$27,400		$27,400				
Curso sobre distribución del agua	Evento	5	$13,700	$68,500		$22,833		$22,833		$22,833				
Curso sobre la operación y mantenimiento de equipos de bombeo	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Curso de Elaboración de programas de conservación	Evento	6	$13,700	$82,200		$41,100	$41,100							
Curso de Seguimiento y control de los programas de conservación	Evento	5	$13,700	$68,500		$34,250	$34,250							
Curso para la gestión de proyectos	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso de análisis e integración de la cuota por servicio de riego	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso sobre riego presurizado	Evento	6	$16,100	$96,600		$32,200	$32,200	$32,200						
Curso de operación de redes de baja presión	Evento	5	$16,100	$80,500		$26,833	$26,833	$26,833						
Curso de operación y evaluación de sistemas de riego por gravedad	Evento	5	$16,100	$80,500		$26,833	$26,833	$26,833						
Curso uso y aplicación de plaguicidas y de fertilizantes	Evento	6	$13,700	$82,200	$27,400	$27,400	$27,400							
Curso de Fertirrigación	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Curso para la Introducción de cultivos alternos	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Organización legal de usuarios de la unidad de riego	Asesoría	2	$7,000	$14,000	$4,667	$4,667	$4,667							
Asesoría en operación de infraestructura hidroagrícola	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en conservación de obras, maquinas y equipos de la unidad	Asesoría	2	$10,000	$20,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000
Asesoría en la administración de la unidad de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas hidráulicas del sistema de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas agrícolas e introducción de nuevos cultivos	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Canalizar a usuarios de la unidad a los Programas de gobierno que ofrecen financiamientos	Asesoría	2	$5,000	$10,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 2da. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem2**
Proyectos de comercialización de productos (acopio, selección, empaque, almacenaje, distribución y venta).	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia	programa	2	$150,000	$300,000	$150,000	$150,000								
Programa de adquisición de medidor volumétrico e instalación en la fuente de abastecimiento	programa	2	$100,000	$200,000	$100,000	$100,000								
Proyecto para elaborar planos y padrón de la unidad	Expediente	2	$21,000	$42,000	$21,000	$21,000								
Elaboración de un sistema de información geográfica con la información obtenida	Programa	2	$30,000	$60,000		$60,000								
Proyecto para determinar el funcionamiento actual del pozo	Expediente	2	$50,000	$100,000		$50,000	$50,000							
Proyecto para determinar la eficiencia de los equipos electromecánicos	Expediente	2	$50,000	$100,000			$50,000	$50,000						
Proyecto para determinar las eficiencias de conducción, distribución y aplicación del agua de riego	Expediente	2	$20,000	$40,000		$20,000	$20,000							
Proyecto de análisis de la situación de producción agrícola en la unidad	Expediente	2	$30,000	$60,000	$30,000	$30,000								
Análisis a detalle sobre la calidad de agua de riego y de las propiedades físicas y químicas del suelo	Expediente	6	$60,000	$360,000		$144,000		$54,000	$54,000	$54,000	$54,000			
Proyecto de compactación de áreas agrícolas y reconversión de cultivos	Proyecto	2	$10,000	$20,000		$20,000								

Proyecto de diseño de un sistema de riego por aspersión considerando cultivos, manejo eficiente del agua y rendimientos esperados	Proyecto	2	$10,000	$20,000	$20,000									
Estudio de mercado para determinar la potencialidad económica de la región	Expediente	2	$30,000	$60,000		$30,000	$30,000							
Elaborar manuales y reglamentos internos de operación, conservación y administración de la unidad de riego	Manual	4	$30,000	$120,000		$40,000	$40,000	$40,000						
TOTAL		**110**		**$2,567,950**	**$482,017**	**$1,010,417**	**$499,183**	**$286,100**	**$74,000**	**$110,233**	**$74,000**	**$6,000**	**$20,000**	**$6,000**

2. Inversión en infraestructura (Capitulo 2000)

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Infraestructura básica.	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	Costo aproximado	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Programa de rehabilitación del pozo, video del estado físico del ademe, limpieza y mantenimiento a la columna de bombeo, mantenimiento y/o trabajos mayores al equipo de bombeo.	programa	2	$500,000	$1,000,000	$500,000	$500,000								
Instalación del sistema de riego por aspersión para las 49.83 ha, en la unidad de riego San Nicolás Quialana	hectáreas	50	$30,000	$1,500,000	$750,000	$750,000								
Total		**52**		**$2,500,000**	**$1,250,000**	**$1,250,000**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Subanexo E

Tabla1.
Padrón de cultivos de la unidad de riego Derivadora La Ardilla

Cultivo	Superficie sembrada (ha)
Otoño-Invierno	
Maíz grano	3.8
Frijol	1.0
Subtotal	4.7
Primavera -verano	
Maíz grano	3.8
frijol	1.0
Subtotal	4.7
Perenes	
Alfalfa	1.3
Agave	2.1
Subtotal	3.3
Total	12.7

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

Tabla 2.
Valor de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)	PMR ($/ton)	Valor de la producción ($)
	Sembrada	Cosechada				
Maíz grano	3.8	3.8	1.02	3.8	4,628.9	17,705.6
frijol	0.95	0.95	0.82	0.8	14,307.4	11,145.4
Maíz grano	3.8	3.8	1.02	3.8	4,628.9	17,705.5
frijol	1.0	1.0	0.82	0.8	14,307.4	11,145.4
Alfalfa	1.3	1.3	79.9	99.9	410.0	40,959.0
Agave	2.1	2.1	60.3	124.2	795.0	98,753.3
Total	12.7	12.7		233.3		197,414.3

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

Tabla 3.
Utilidad de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie (ha)	Producción				Utilidad neta por ha ($/ha)
		(ton)	Valor ($)	Costo total ($)	Utilidad neta ($)	
Maíz grano	4	4	17,706	16,875	831	221
frijol	1	1	11,145	5,700	5,445	5,732
Maíz grano	4	4	17,706	16,875	831	221
frijol	1	1	11,145	5,700	5,445	5,732
Alfalfa	1	100	40,959	23,750	17,209	13,767
Agave	2	124	98,753	37,080	61,673	29,939
Total	13	233	197,414	105,980	91,434	7,194

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 4.
Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia (situación actual).

Cultivo	Superficie (ha)	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación (mm)	Prec. Efec (mm)	Req.Riego* (mm)	Volumen de requerimiento de riego (m3)	Eficiencia (%)	Lamina neta de riego (mm)	Volumen de agua extraído (m3)
Maíz grano	3.75	560.8	255	146.4	430.7	16,151.2	0.49	878.9	32,961.7
Frijol	0.95	482.7	42	39.8	442.0	4,199.0	0.49	902.0	8,569.3
Maíz grano	3.75	449.3	561	371.9	151.8	5,692.5	0.49	309.8	11,617.3
Frijol	0.95	400.1	452	335.9	124.7	1,184.6	0.49	254.4	2,417.6
Alfalfa	1.25	1,109.8	616	519	654.9	8,186.2	0.49	1,336.5	16,706.6
Agave	2.06	800.6	616	519	744.2	15,330.5	0.49	1,518.7	31,286.7
Total	12.71	3,803.3	2,542	1,932	2,548.3	50,744.1		5,200.6	103,559.5

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

* El cálculo del requerimiento de riego se realizó por medio del programa CROPWAT 8.0 para Windows (recomendado por FAO) es un programa informático para el cálculo de los necesidades de agua de los cultivos y riego basado en datos de suelo, clima y cultivos. Además, el programa permite el

desarrollo de calendarios de riego para las diferentes gestiones y el cálculo del régimen de abastecimiento de agua para diferentes patrones de cultivos. Debido a la gran cantidad de variables para el cálculo de la evapotranspiración y a lo restringido de los datos meteorológicos disponibles a nivel México, los resultados de requerimiento de riego pueden variar, pero siempre será mejor tener una aproximación que no contar con nada en algunas regiones del país.

Tabla 5.
Rendimiento de los cultivos con la situación actual (sin proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Maíz grano	3.8	1.0	4,629	3.8	17,705.6	16,875	830.6
frijol	1.0	0.8	14,307	0.8	11,145.4	5,700	5,445.4
Maíz grano	3.8	1.0	4,629	3.8	17,705.5	16,875	830.5
frijol	1.0	0.8	14,307	0.8	11,145.4	5,700	5,445.4
Alfalfa	1.3	79.9	410	99.9	40,959.0	23,750	17,209.0
Agave	2.1	60.3	795	124.2	98,753.3	37,080	61,673.3
Total	12.7			233.3	197,414.3	105,980	91,434.3

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Maíz grano	3.8	1.1	4,628.9	4.2	19,476.1	16,875	2,601.1
Frijol	1.0	0.9	14,307.4	0.9	12,260.0	5,700	6,560.0
Maíz grano	3.8	1.1	4,628.9	4.2	19,476.1	16,875	2,601.1
Frijol	1.0	0.9	14,307.4	0.9	12,260.0	5,700	6,560.0
Alfalfa	1.3	87.9	410.0	109.9	45,054.9	23,750	21,304.9
Agave	2.1	66.3	795.0	136.6	108,628.6	37,080	71,548.6

Total	12.7			256.7	217,155.7	105,980	111,175.7

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 7.
Valor de la producción sin y con proyecto (incremento del rendimiento 10%)

Cultivo	Valor de la producción sin proyecto (miles $)	Valor de la producción con proyecto (miles $)
Maíz grano	17.7	19.5
frijol	11.1	12.3
Maíz grano	17.7	19.5
frijol	11.1	12.3
Alfalfa	41.0	45.1
Agave	98.8	108.6
Total	197.4	217.2

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 8.
Diferencia del volumen de extracción sin y con proyecto

Cultivo	Volumen extraído sin proyecto (m3)	Volumen extraído con proyecto (m3)	Diferencia (m3)
Maíz grano	73,248.3	57,426.7	15,821.6
Frijol	19,043.1	14,929.8	4,113.3
Maíz grano	25,816.3	20,240.0	5,576.3
frijol	5,372.6	4,212.1	1,160.5
Alfalfa	37,125.9	29,106.7	8,019.2
Agave	69,526.2	54,508.5	15,017.7
Total	230,132.3	180,423.7	49,708.6

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Subanexo F. Inversiones a realizarse en 3 Unidades de Riego en el municipio de San Francisco Telixtlahuca

Resumen de inversión San Francisco Telixtlahuca	
Concepto	**Monto estimado**
Capitulo 3000	$3,247,050
Capitulo 6000	$5,750,000
TOTAL	$8,997,050

3. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 1ra. Parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Curso sobre Planeación de la operación de las fuentes de abastecimiento	Evento	2	$13,700	$27,400	$9,133	$9,133	$9,133							
Curso de Programación del riego	Evento	2	$13,700	$27,400		$9,133		$9,133		$9,133				
Curso sobre distribución del agua	Evento	2	$13,700	$27,400		$9,133		$9,133		$9,133				
Curso sobre la operación y mantenimiento de equipos de bombeo	Evento	1	$13,700	$13,700	$4,567	$4,567	$4,567							
Curso de Elaboración de programas de conservación	Evento	2	$13,700	$27,400		$13,700	$13,700							
Curso de Seguimiento y control de los programas de conservación	Evento	1	$13,700	$13,700		$6,850	$6,850							
Curso para la gestión de proyectos	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso de análisis e integración de la cuota por servicio de riego	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									

Curso sobre riego presurizado	Evento	2	$16,100	$32,200		$10,733	$10,733	$10,733						
Curso de operación de redes de baja presión	Evento	2	$16,100	$32,200		$10,733	$10,733	$10,733						
Curso de operación y evaluación de sistemas de riego por gravedad	Evento	1	$16,100	$16,100		$5,367	$5,367	$5,367						
Curso uso y aplicación de plaguicidas y de fertilizantes	Evento	2	$13,700	$27,400	$9,133	$9,133	$9,133							
Curso de Fertirrigación	Evento	2	$13,700	$27,400	$9,133	$9,133	$9,133							
Curso para la Introducción de cultivos alternos	Evento	1	$13,700	$13,700	$4,567	$4,567	$4,567							
Organización legal de usuarios de la unidad de riego	Asesoría	2	$7,000	$14,000	$4,667	$4,667	$4,667							
Asesoría en operación de infraestructura hidroagrícola	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en conservación de obras, maquinas y equipos de la unidad	Asesoría	2	$10,000	$20,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000
Asesoría en la administración de la unidad de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas hidráulicas del sistema de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas agrícolas e introducción de nuevos cultivos	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 2da. Parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Canalizar a usuarios de la unidad a los Programas de gobierno que ofrecen financiamientos	Asesoría	2	$5,000	$10,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000
Proyectos de comercialización de productos (acopio, selección, empaque, almacenaje, distribución y venta).	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Programa de adquisición de estructuras aforadoras para determinar gastos a nivel parcela	programa	4	$200,000	$800,000		$400,000		$400,000						
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia	programa	4	$150,000	$600,000	$300,000	$300,000								
Proyecto para elaborar planos y padrón de la unidad	Expediente	4	$21,000	$84,000	$42,000	$42,000								
Elaboración de un sistema de información geográfica con la información obtenida	Programa	4	$30,000	$120,000		$120,000								
Proyecto para determinar las eficiencias de conducción, distribución y aplicación del agua de riego	Expediente	4	$20,000	$80,000		$40,000	$40,000							
Proyecto de análisis de la situación de producción agrícola en la unidad	Expediente	4	$30,000	$120,000	$60,000	$60,000								
Análisis a detalle sobre la calidad de agua de riego y de las propiedades físicas y químicas del suelo	Expediente	12	$60,000	$720,000		$288,000		$108,000	$108,000	$108,000	$108,000			
Proyecto de compactación de áreas agrícolas y reconversión de cultivos	Proyecto	4	$10,000	$40,000		$40,000								
Estudio de mercado para determinar la potencialidad económica de la región	Expediente	4	$30,000	$120,000		$60,000	$60,000							
Elaborar manuales y reglamentos internos de operación, conservación y administración de la unidad de riego	Manual	4	$30,000	$120,000		$40,000	$40,000	$40,000						

TOTAL		**81**		**$3,247,050**	**$476,250**	**$1,502,850**	**$248,583**	**$599,100**	**$128,000**	**$132,267**	**$128,000**	**$6,000**	**$20,000**	**$6,000**

2. Inversión en infraestructura (Capitulo 6000)

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Infraestructura básica.	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Programa de rehabilitación de la presa Derivadora La Ardilla y unidad de riego Rancho Las Flores, desazolve, levantamiento de la cortina de la presa y mantenimiento de la obra de toma	programa	2	$1,250,000	$2,500,000		$1,250,000	$1,250,000							
Programa de rehabilitación del canal principal, revestimiento, reparación, limpieza y obra (presa la Ardilla)	programa	1	$500,000	$500,000		$250,000		$250,000						
Programa de rehabilitación de la red de distribución y aplicación del agua a nivel parcela, revestimiento, reparación y limpieza (presa la Ardilla)	programa	1	$500,000	$500,000		$250,000		$250,000						
Entubamiento del agua de la presa derivadora Rancho las Flores hacia los invernadero	km	2.5	$900,000	$2,250,000		$1,125,000	$1,125,000							
Total		**6.5**		**$5,750,000**	$0	$2,875,000	$2,375,000	$500,000	$0	$0	$0	$0	$0	$0

Anexo 17. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Puebla

Anexo 17. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Puebla

San Martín Texmelucan

I Diagnóstico de la situación actual y perspectivas

I.1 Descripción de la Unidad de Riego

Para llevar a cabo los trabajos del Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) en lo que respecta a las unidades de riego, uno de los municipios elegidos en Puebla fue San Martín Texmelucan y la Unidad de Riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI, a la cual se realizó un diagnóstico general preliminar.

I.1.2 Antecedentes

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2006) reportó que en el municipio de San Martín Texmelucan existían 56 unidades de riego organizadas y 7 sin organizar. Sus características se muestran a continuación (ver Tabla 1 y 2).

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Colonia Morelos A.R.	Derivación
Ex-hacienda San Damián A.R.	Derivación
Ex-hacienda San Miguel LA	Derivación
Llano de Cuala A.R. 2	Derivación
Molino Tlale A.R.	Derivación
Moral A.R.	Derivación
San Cristóbal Tepa 2	Derivación
San Juan Tuxco A.R.	Derivación
San Lucas Atoyatenco	Derivación
Santa Cat. Hueyatzac 2	Derivación
Santa Cat. Hueyatzac	Derivación
Tabaco y chamizal	Derivación
Temaxcala A.R	Derivación

Fuente: (CONAGUA, 2006)[9]

[9] Véase.- Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (organizadas y sin organizar)

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Cabezada	Manantial
Fondo legal A.R.	Manantial
San Cristóbal Tepatl	Manantial
Cozalantlale	Pozo profundo
Chalchihuipan 1	Pozo profundo
Granja Santa Teresa	Pozo profundo
Moyotzingo 1	Pozo profundo
Moyotzingo 2	Pozo profundo
Moyotzingo 26	Pozo profundo
Moyotzingo 27	Pozo profundo
Moyotzingo 45	Pozo profundo
P. BEP. 3 Conejera	Pozo profundo
Pozo 36 La Tejocotera	Pozo profundo
Pozo Profundo # 3	Pozo profundo
Pozo San Miguel	Pozo profundo
Rancho Nogales P. 1	Pozo profundo
Rancho San Pedro Cox.	Pozo profundo
San Buenaventura Tecatz. 16	Pozo profundo
San Buenaventura Tecatz. 32	Pozo profundo
San Cristóbal Tepa 40	Pozo profundo
San Juan Tuxco 1	Pozo profundo
San Juan Tuxco 2	Pozo profundo
San Juan Tuxco 3	Pozo profundo
San Juan Tuxco 4	Pozo profundo
San Rafael Tlanala 1	Pozo profundo
San Rafael Tlanala 2	Pozo profundo

Fuente: (CONAGUA, 2006)

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
San Rafael Tlanala 3	Pozo profundo
San Rafael Tlanala 23	Pozo profundo
San Rafael Tlanala 30	Pozo profundo
Santa Cat. Hueyatzac 1	Pozo profundo
Santa Ma. Moyotzingo	Pozo profundo
Soc. Manuel P. Montes	Pozo profundo
Temaxcalac 1	Pozo profundo
Temaxcalac 2	Pozo profundo
Temaxcalac 3	Pozo profundo
Temaxcalac 36	Pozo profundo
Tepeyacac 1	Pozo profundo
Tepeyacac 2	Pozo profundo
Tepeyacac 3	Pozo profundo
Tepeyacac 4	Pozo profundo
Tianguismanalco 12	Pozo profundo
Tianguismanalco 13	Pozo profundo
Yeloxochitla	Pozo profundo

Fuente: (CONAGUA, 2006)

Tabla 2.
Unidades de riego sin organizar

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Texmelucan	Manantial
Jesús López Álvarez	Pozo profundo
Moyotzingo III	Pozo profundo
Moyotzingo IV	Pozo profundo
Pozo Chapultepec	Pozo profundo
San Francisco Tepeyac	Pozo profundo
Terreros Ramírez	Pozo profundo

Fuente: (CONAGUA, 2006)

De acuerdo con lo estipulado en el PADHPOT y en función del tiempo disponible, se eligió una unidad de riego que mostrara interés y disponibilidad para realizar los trabajos del diagnóstico y que permitiera cumplir con los objetivos del programa. En este sentido, se entrevistaron a algunos directivos de las unidades de riego del municipio y se determinó trabajar con la Unidad de Riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI.

Esta unidad, como las demás del municipio, inició sus operaciones al concluir con la perforación y equipamiento del pozo por parte de lo que antes fue la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), buscando mejorar la siembra de maíz y alfalfa. Los usuarios de la unidad de riego están bien organizados en una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Ilimitada (SPR de RI) de forma regular[10], rotándose el cargo directivo cada tres años.

La SPR de RI de esta unidad de riego integra a 42 socios y disponen de 131 ha. La unidad se localiza en el cuadrante que forman las coordenadas 19° 19'14.68" y19°17'40.34" de Latitud Norte y 98° 25'27.95" y 98° 24'37.44" de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 2321 msnm, (Ver Ilustración 1).

La problemática que presenta la unidad de riego es la siguiente:

1. Obsolescencia del sistema de riego por aspersión (tiene 15 años de uso).
2. Altos costos de energía eléctrica (el pago mensual oscila entre $13 a 16 mil pesos, trabajando 12 hrs de 4 pm a las 4 am).
3. No se dispone de asesoría ni capacitación y no hay fuentes de financiamiento.
4. Los apoyos a la agricultura en el municipio son muy escasos debido a que no se considera de alta marginalidad (modernización de la infraestructura hidroagrícola, semillas mejoradas, fertilizantes y demás insumos)

[1] Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (organizadas y sin organizar) Comisión Nacional del Agua, Diciembre 2006.
[10] Procedimiento jurídico para constituir empresas rurales de acuerdo con lo que establece la Ley Agraria en sus artículos 108, 109, 111 y112.

Ilustración 1.
Ubicación de la unidad de Riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI

I.1.3 Superficie total, física, regable y regada

En el **Tabla 3** se muestra la superficie física, regable y regada de la Unidad de Riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI.

Tabla 3.
Superficie física, regable y regada

Unidad de riego	Año	Superficie (ha)		
		Física	Regable	Regada
Unidad de riego No. 1 San Martín Texmelucan SPR de RI	2011	131	131	131

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.1.4 Tenencia de la tierra

La superficie que integra la unidad de riego es mixta (ejido y pequeña propiedad) y en promedio cada productor tiene 3 ha.

I.1.5 Título de concesión

En la unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI, la fuente de abastecimiento de agua la constituye un pozo, las coordenadas de ubicación del pozo son 19^0 18′ 25.7″N y 98^0 24′ 04.4″ W. La concesión está vigente con número 04PUE104503/18AMDL08 y un volumen aprobado de 234,000 m^3 y el pozo actualmente proporciona un gasto de aproximadamente 40 lps (ver Ilustración 2).

Ilustración 2.
Foto del pozo No. 1 de la unidad de riego San Martín Texmelucan SPR

I.2 Infraestructura existente

I.2.1 Pozo profundo

Las principales características de la fuente de abastecimiento de agua de la unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI se presentan en la Tabla 3.

Tabla 4.
Características principales en la obra de cabeza de la unidad de riego

POZO PROFUNDO	
Concepto	**Unidad de riego**
	La unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI
Construido por	SARH
Año de construcción	1994
Superficie regable (ha)	131
Usuarios beneficiados	42
Volumen concesionado (m3/año)	234,000
Volumen de extracción (m3/ año)	Variable
Gasto actual (lps)	40
Profundidad del nivel estático (m)	94
Profundidad del nivel dinámico (m)	129
PERFORACIÓN	
Profundidad (m)	165
Diámetro (pulg)	14
Estado físico (B, R o M)*	M
ADEME	
Material	Acero
Profundidad	150
Diámetro (pulg)	12
Estado físico (B, R o M)*	M
BOMBA	
Tipo	sumergible
Marca	No se sabe
Potencia (HP)	150
Tiempo de bombeo (horas/día)	No funciona
Diámetro de succión (pulg)	8
Diámetro de descarga (pulg)	8
Estado físico (B, R o M)*	R

MOTOR	
Tipo (Combustión interna o eléctrico)	E
Marca	No se sabe
Potencia (HP)	150
Estado físico (B, R o M)*	R
INSTALACIONES Y DISPOSITIVOS	
Material de caseta	Ladrillo
Tipo de medidor volumétrico	No sirve
Arrancador (HP)	150
Estado físico (B, R o M)*	M

* Estado físico B= Bueno R= Regular M=Malo

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.2.2 Red de distribución y sus estructuras

El sistema de riego que utiliza la unidad es por aspersión. Es decir, la red de conducción, distribución y aplicación es por medio de tuberías. Su cobertura se extiende a las 131 ha, (ver Ilustración 3).

Ilustración 3.
Sistema de riego por aspersión

I.2.3 Red de drenaje y sus estructuras

La topografía de la zona de riego presenta buenas características para drenar los escurrimientos de la lluvia.

I.2.4 Drenaje parcelario

El drenaje parcelario en la unidad de riego es natural, ya que las pendientes y las características físicas de los suelos (permeabilidad, textura, etc.) ayudan a no tener problemas importantes de drenaje.

I.2.5 Red de caminos y sus estructuras

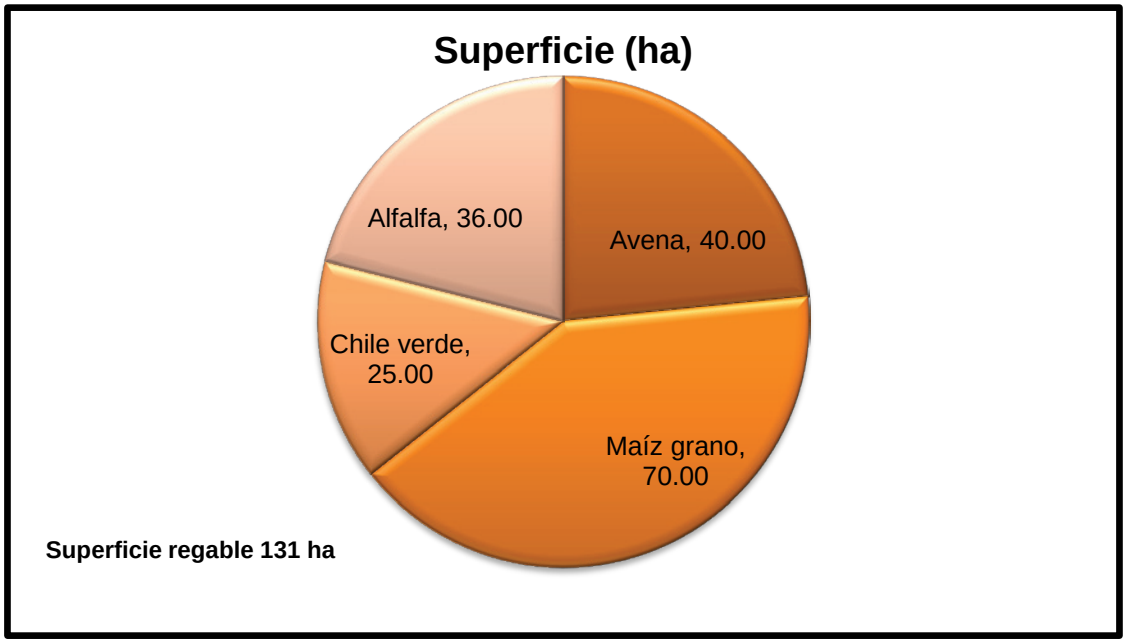
La red de caminos dentro de la unidad de riego son terracerías y se encuentran de regular a mal estado.

I.3 Producción agrícola y factores que inciden en la producción

I.3.1 Cultivos, superficie sembrada y cosechada por ciclo agrícola (Primavera Verano (PV), Otoño Invierno (OI) y perenes).

La unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI cuenta con 131 ha físicas y, de éstas todas son regables. Durante el año 2011 se sembraron los siguientes cultivos: avena, maíz grano, chile verde y alfalfa, ocupando una superficie de 171 ha regadas por el ciclo agrícola anual, lo que significa que la unidad tiene un 30% de repetición de cultivos (Ver Gráfica 1).

Gráfica 1.
Padrón de cultivos de la unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI

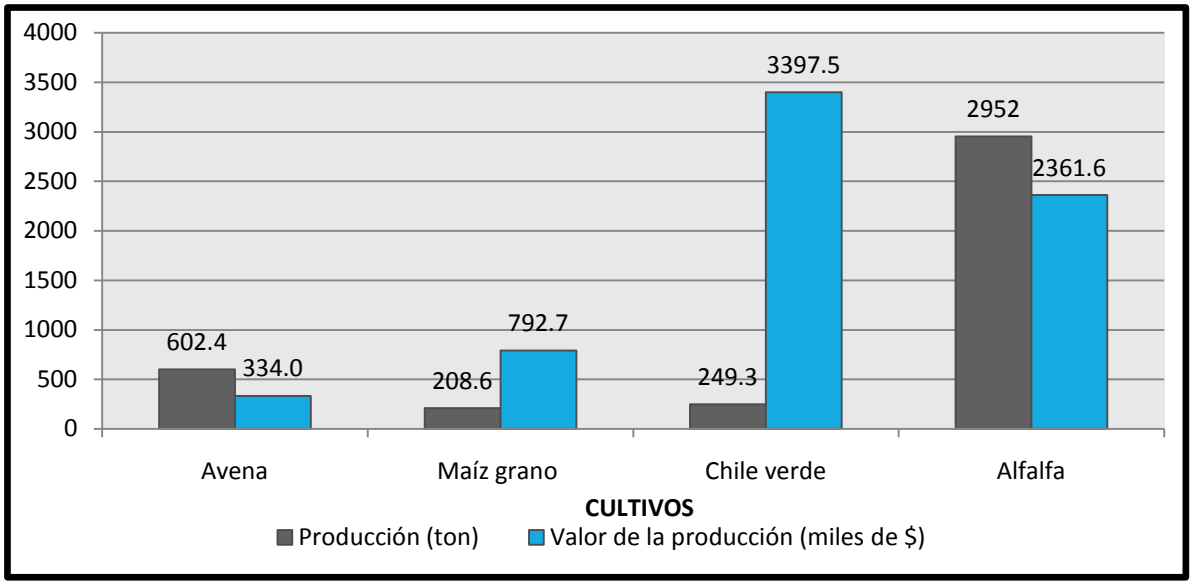


Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.3.2 Volumen y valor de la producción

En el Gráfica 2 se muestra la producción de acuerdo con los cultivos establecidos y el valor de la producción, donde se aprecia que el chile verde y la alfalfa son los cultivos más importantes para la unidad de riego debido al valor que representa.

Gráfica 2.
Valor de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

En el Tabla 2 del Subanexo A se muestra el valor de la producción y sus componentes de superficie, rendimiento y precio medio rural de cultivos sembrados en el área agrícola de la unidad de riego durante el 2011. De la misma Tabla se obtiene el valor de la producción anual que es de $ 6'885,900 pesos.

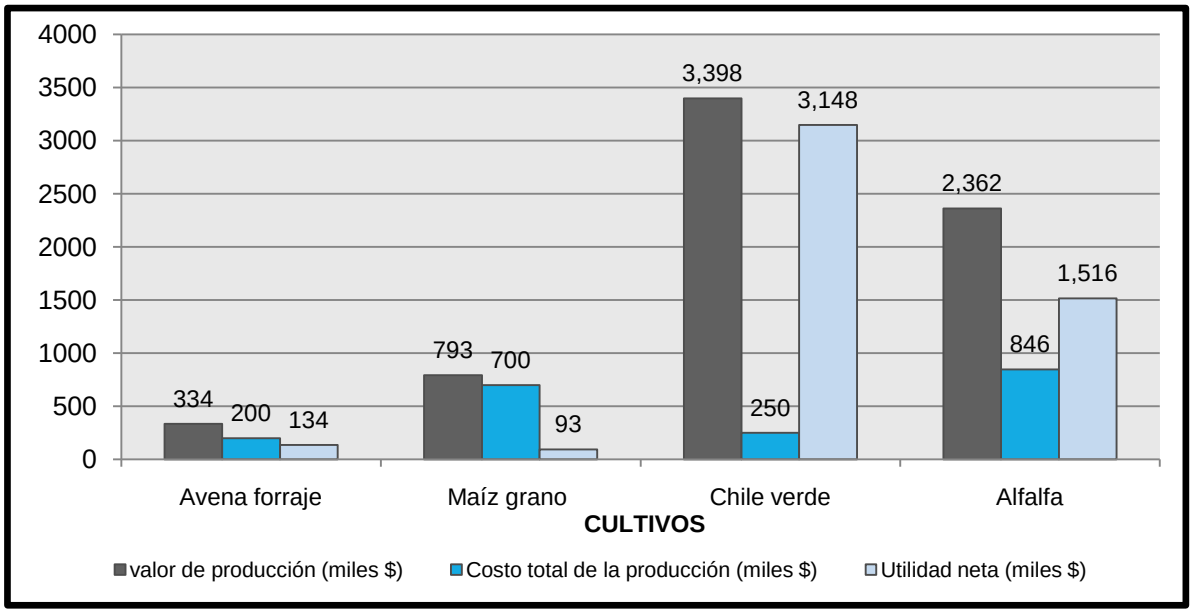
I.3.3 Utilidad de la producción

Derivado de la información estadística obtenida en el área de estudio, se elaboró la Gráfica 3, en la que se aprecia el valor por cultivo, el costo y la utilidad neta de la producción durante el año agrícola 2011, considerando los rendimientos actuales y las formas de producción agrícola de la unidad de riego (SAGARPA, 2011).

Se determina la utilidad total de la producción de $4'889,861pesos y la utilidad por hectárea de $ 172,677 pesos en la situación actual (sin proyecto) (Ver Subanexo A Tabla 3).

Según la gráfica, el cultivo de chile verde es el que tiene la mayor utilidad en la unidad. Es un ejemplo de que con cultivos como este se pueden obtener mayores beneficios a los productores.

Gráfica 3.
Utilidad de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.4 Oferta de agua para riego

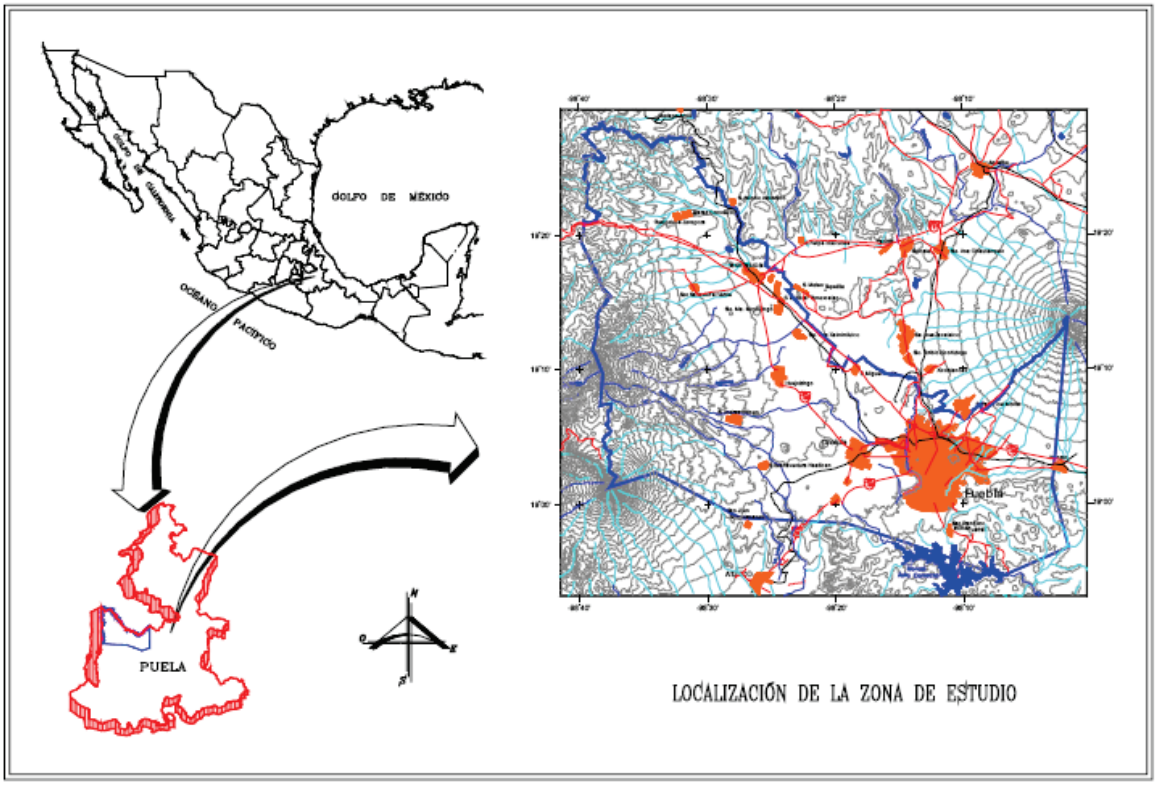
I.4.1 Sistema de cuerpos y fuentes de agua

El agua subterránea es la fuente principal de agua utilizada para riego dentro de las unidades del municipio, ya que de ella se extrae el agua para el riego de la mayoría de los cultivos agrícolas mediante pozos y norias.

En menor medida, se aprovecha el agua proveniente de los escurrimientos del río Atoyac, Puebla, que por medio de presas derivadoras se desvía parte del escurrimiento para utilizarlo en riego.

El municipio de San Martín Texmelucan se encuentra asentado sobre el acuífero denominado Valle de Puebla. Este acuífero presenta una recarga anual de 339.6 Mm^3, un volumen concesionado de agua subterráneas de 285.5 Mm^3, un volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos de 307 Mm^3 y una disponibilidad media anual de agua subterránea de 18.41 Mm^3. De estos datos se infiere que el acuífero se encuentra prácticamente en equilibrio (CONAGUA, 2009) (ver Ilustración 4).

Ilustración 4.
Localización del acuífero de Valle de Puebla



En el municipio se encuentran registradas 63 unidades de riego. De ellas, 46 tienen como fuente de abastecimiento pozos profundos, 13 cuentan con estructuras de derivación y 4 aprovechan manantiales. La mayoría de las unidades alimentadas con pozo profundo cuentan con sistemas de riego por aspersión y, según las estadísticas básicas de la SAGARPA, en el municipio se producen más de 50 variedades de cultivos, en su mayoría hortalizas (ver Ilustración 5).

Ilustración 5.
Cultivos de hortalizas producidos en las unidades de riego del municipio

I.4.2 Manejo del suelo y el agua

En la unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI, para la preservación de la tierra se aplican practicas mecanizadas, por lo que se llevan a cabo varias actividades dependiendo del cultivo. Entre ellas podemos citar las siguientes: subsuelo, barbecho, rastra, empareje, surcado, siembra y escarda. No se tiene presencia de drenes parcelarios ya que no se tiene niveles freáticos altos ni problemas de excesos de agua por inundaciones.

En la zona de estudio y particularmente en la unidad que nos ocupa, no se han realizado trabajos de nivelación ni se cuenta con equipos para hacerlo.

I.4.3 Infraestructura hidroagrícola

La infraestructura hidroagrícola de la unidad de riego en estudio se basa en un sistema de riego por aspersión. Las eficiencias del agua entregada a nivel parcela presentan una alta eficiencia de aplicación por este método, sin embargo, el

equipo tiene 15 años de servicio y requiere rehabilitación para mantener o incluso mejorar dicho desempeño.

En la Ilustración 6 se muestra la infraestructura que predomina en la unidad de riego.

Ilustración 6.
Infraestructura que predomina en la unidad de riego.

La eficiencia de un equipo de aspersión en buenas condiciones puede alcanzar hasta un 85%. Esta eficiencia se ve afectada cuando los equipos se deterioran y no tienen un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado y oportuno, en el caso de la unidad de riego analizada, se carece de financiamiento para comprar las piezas originales deterioradas y ellos mismos fabrican los implementos a utilizar, lo que irremediablemente se traduce en bajos rendimientos de las cosechas, pérdidas de agua y alto costo por consumo de energía eléctrica.

En la Ilustración 7 se muestra la localización del pozo de la unidad de riego y una aproximación de cómo se distribuye el agua dentro de la misma.

Ilustración 7.
Ubicación del pozo y las líneas principales de distribución del agua para riego

I.4.4 Disponibilidad de agua

Como se mencionó, la fuente del municipio de San Martín Texmelucan corresponde al acuífero denominado *Valle de Puebla*. De acuerdo con algunos trabajos recientes, este acuífero tiene una disponibilidad de agua 18.41 Mm^3, lo que indica que el municipio tiene volumen para nuevos aprovechamientos y requiere implementar un mejor sistema de medición, control de extracciones y manejo del acuífero para lograr mantener su sustentabilidad.

I.4.5 Demanda de agua

La demanda de agua para la actividad agrícola puede ser variable a lo largo del año de acuerdo con las estaciones del mismo, básicamente debido a la ocurrencia duración e intensidad de las precipitaciones y las pérdidas por evaporación.

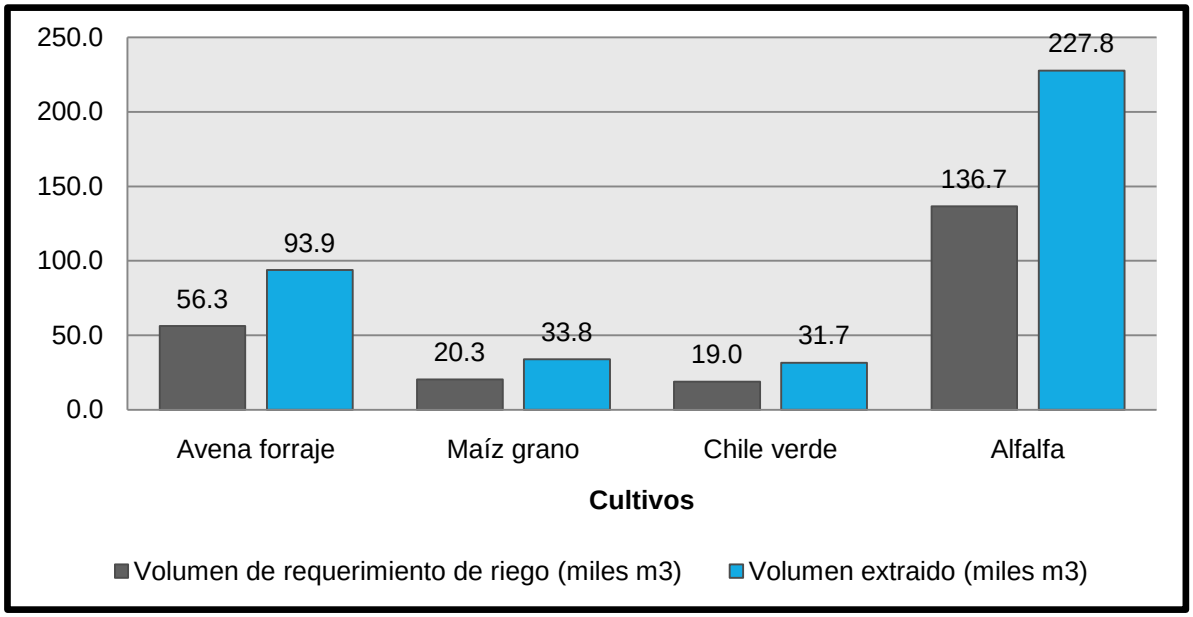
Las necesidades totales de agua de los cultivos (evapotranspiración potencial o uso consuntivo) están constituidas por la acumulación de las necesidades hídricas durante todo el ciclo de desarrollo de los cultivos. En regiones donde las precipitaciones son considerables, una parte de las necesidades de agua son aportadas por las lluvias. A la diferencia entre las necesidades hídricas totales y las precipitaciones efectivas se les conoce como necesidades de riego de los cultivos o requerimientos de riego de los cultivos.

Los requerimientos de riego de los cultivos establecidos en La unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI, se determinaron con el programa de cómputo CROPWAT, desarrollado por la división de suelos y aguas de FAO.

El volumen de requerimiento de riego estimado para los cultivos y para la superficie cultivada en la unidad de riego en estudio es del orden de 232,276 $m^{3.}$ En lo que respecta a la eficiencia global a nivel de unidad de riego, relacionando los requerimientos de riego y los volúmenes entregados a nivel de toma parcelaria, ésta fue de 60 %, (ver Tabla 4 Subanexo A).

En la Gráfica 4 se observa que el volumen requerido es menor que el volumen extraído. Esto se debe a que la aplicación del agua a nivel parcela tiene baja eficiencia y los cultivos que más demandan agua son la avena para forraje, el maíz grano y la alfalfa. Por esta razón, la superficie sembrada con estos tres cultivos deberá tener mayor asesoría y capacitación hidráulica y agrícola o proponer cultivos alternativos de mayor utilidad y menor consumo de agua, que en este caso podría ser el chile verde, que ya han comenzado a cultivar.

Gráfica 4.
Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia.



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.4.6 Distribución del agua

El gasto asignado a cada usuario de la unidad depende de la superficie agrícola para riego con la que cuenta y es autorizada. Este gasto es designado por la Comisión Nacional del Agua. En virtud que en la unidad de riego hay más de un usuario y las necesidades de riego son las mismas en tiempo para todos, la distribución del agua se tiene que llevar a cabo por tandeos, en los que se designan el o los días de riego para cada usuario de la sociedad.

I.4.7 Productividad neta media del agua

Con la información obtenida en el área de estudio se estimó el índice de productividad del agua, el cual se presenta en el Tabla 4.

Tabla 5.
Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios de 2011.

Ciclo agrícola	Superficie regada (ha)	Volumen bruto (m3)	Utilidad neta de la producción ($)	Índice de productividad neta del agua ($/m3)
2010-2011	171	290,345	4,889,861	16.8

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.5 Diagnóstico de la situación actual y posible solución

I.5.1 Diagnóstico de la situación actual

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede concluir lo siguiente respecto de la situación actual de la explotación agrícola en La unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI:

- En esta unidad de riego sí existe una organización entre los usuarios como lo establece la ley Agraria. Están constituidos como Sociedad de Producción Rural (SPR) de Responsabilidad Ilimitada (RI).
- La fuente de abastecimiento de agua en la unidad de riego es un pozo profundo, el consumo que registra de energía eléctrica es alto (13 a 16 mil pesos mensuales trabajando 12 hrs. al día).
- El pozo profundo que abastece la unidad de riego se ubica dentro del acuífero *Valle de Puebla*. Para el caso del municipio de San Martín Texmelucan, presenta un abatimiento del nivel estático de 1m, lo que sugiere una extracción mayor que la concesionada en todo el acuífero y que el estudio de CONAGUA que define la disponibilidad del mismo debe ser actualizado.
- En el estudio antes referido se señala que el acuífero Valle de Puebla presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 18.41 Mm^3. Todos los municipios que abarca el acuífero valle de Puebla se encuentran vedados, a excepción del de San Nicolás de los Ranchos, y todos ellos tienen una veda del tipo 1 (rígida) de acuerdo con la cual no es posible aumentar las extracciones.
- Si bien la superficie física total que se riega en la unidad No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI, es de 131 ha; en el ciclo perene se riegan 36 ha, 95 ha en primavera-verano y 40 ha en otoño-invierno, respectivamente. Esto representa un 30% de dobles cultivos.
- La superficie que se riega anualmente a nivel unidad es de 171 ha. Los cultivos más importantes por la superficie cultivada son: el maíz grano, avena y alfalfa, ocupando el 85% de la superficie total y consumiendo el

91% (355,460 m^3) del volumen de agua aplicada a nivel unidad de riego. En el resto de la superficie se siembran cultivos como: frijol y chile verde.

- La asignación del agua se hace en función de la superficie agrícola con la que cuenta cada uno de los usuarios y es distribuida por el método de tandeo, el cual consiste en asignar a cada usuario la fecha y el número de horas-riego con que su parcela será servida. La cuota de riego actual es de $72 pesos por hora por ha.
- El índice de productividad del agua en el acuífero es de 16.84 $/$m^3$, esto significa que por cada m^3 de agua aplicado se obtienen $16.84.

I.5.2 Optimización de la situación actual

En evaluación de proyectos se optimiza la situación actual para no atribuirle beneficios al proyecto que no le corresponden. De esta manera, la situación actual (sin proyecto) constituye la base para comparar con la situación optimizada (con proyecto).

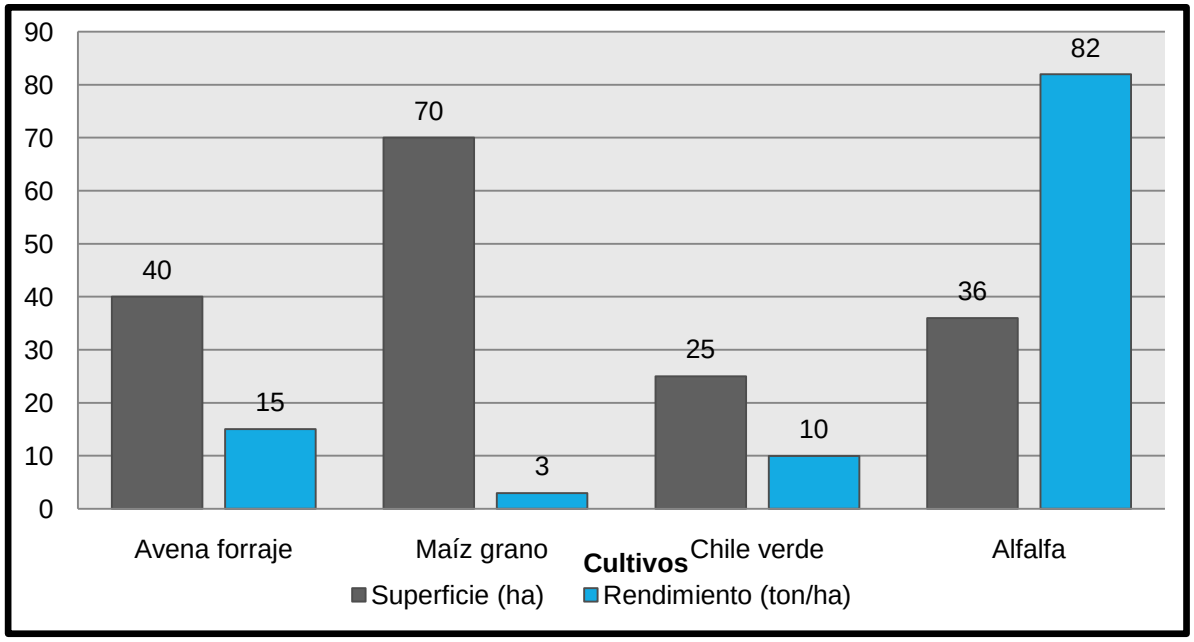
Para optimizar la situación actual se proponen las siguientes acciones:

24. Rehabilitar y dar mantenimiento oportuno y periódico a la infraestructura de riego.
25. Formular y acordar la reglamentación para el uso adecuado del agua de la fuente de abastecimiento.
26. Medición de los gastos y manejo de los mismos en la obra de cabeza y líneas de conducción.
27. Elaboración de un proyecto y ejecución de programas de mejora y conservación de la infraestructura.
28. La elaboración adecuada de calendarios de riego para el pronóstico de tiempo real de los riegos.
29. Uso oportuno de paquetes tecnológicos.
30. Asesoría técnica.
31. Organización para la comercialización.

Con las acciones antes planteadas se espera tener un impacto directo en el rendimiento de los cultivos, ya que el manejo adecuado de paquetes tecnológicos, la conservación de la infraestructura hidroagrícola, y el riego distribuido adecuadamente en el tiempo y el espacio conforme a los requerimientos de riego permiten el desarrollo óptimo de estos cultivos.

muestra, los rendimientos del maíz grano son bajos con respecto a productores del bajío (2.7 ton/ha) o de Sinaloa (6.9 ton/ha) y el rendimiento de alfalfa es bueno, sin embargo, se han reportado productores en San Luis Potosí que han alcanzado los 120 ton/ha en verde.

Gráfica 5.
Superficie sembrada y rendimientos de los cultivos (sin Proyecto)

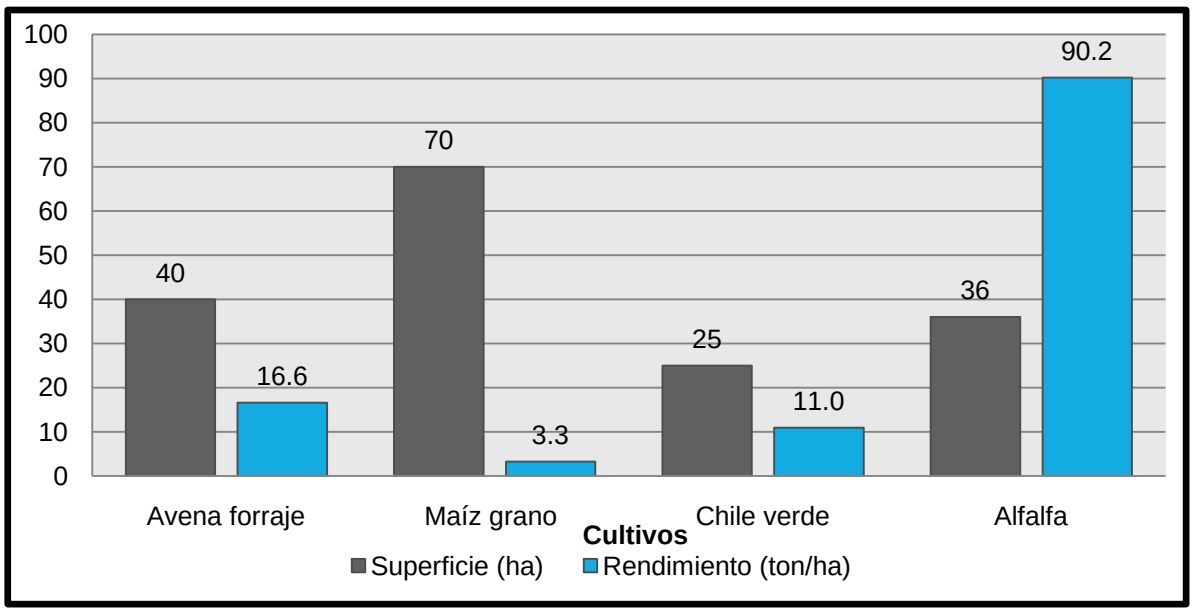


Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

La Gráfica 6 presenta un incremento en los rendimientos de los cultivos en una situación optimizada (con proyecto), es decir, implementando en la unidad mejoras en las prácticas hidráulicas y agrícolas, sembrando variedades mejoradas, aplicando fertilización adecuada y utilizando sistemas de riego presurizado. Con esto se incrementaría la producción, aumentaría la calidad de los productos agrícolas obtenidos y se mejorarían los rendimientos actuales en por lo menos 10%.

Del análisis de la Gráfica observamos que conservando la superficie de siembra se puede incrementar el rendimiento de los cultivos más producidos en la unidad de riego como es el caso del maíz grano, avena forrajera y la alfalfa, por consiguiente, el incremento en la producción y en utilidad obtenida.

Gráfica 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

En el Tabla 5 y 6 del Subanexo A se muestran los rendimientos, el valor de la producción y la utilidad neta de los cultivos en la situación actual y optimizada, respectivamente.

Se observa que hay un incremento en el rendimiento de los cultivos que se refleja en el valor de la utilidad neta que pasaría de $ 4’889,861 a $ 5’578,447 pesos.

Cabe mencionar que las acciones planteadas no impactan en el gasto extraído de la fuente de abastecimiento, por lo tanto, los niveles de agua en el pozo de la unidad de riego en estudio se mantienen igual, es decir, en la situación actual.

La proyección de la situación optimizada se estimó suponiendo un incremento en los rendimientos actuales de los cultivos mediante las acciones de mejoramiento planteados. El incremento en los rendimientos reflejará, respecto a la situación sin

proyecto, un aumento anual acumulado de los excedentes agrícolas derivado de las posibles medidas de optimización.

I.5.3 Identificación de soluciones

El acuífero donde se asienta la unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI, de acuerdo con los últimos estudios,[11] se encuentra casi en equilibrio, tendiendo a la sobreexplotación debido a la extracción de agua subterránea en grandes cantidades para los sectores público urbano y el agrícola.

La unidad de riego en cuestión presenta problemas de baja eficiencia del uso del agua para riego, baja producción y calidad de los productos agrícolas y, por consecuencia, un desarrollo económico muy lento en la región.

Por lo que se plantea:

- Reponer, rehabilitar y/o dar mantenimiento a la obra de cabeza
- Rehabilitar y/o dar mantenimiento al sistema de riego por aspersión
- Promover la asesoría y capacitación en el manejo del agua para riego y la producción agrícola
- Hacer factible a los usuarios el acceso al financiamiento por parte del gobierno e instituciones privadas.
- Promover entre los usuarios de la unidad la introducción de nuevos cultivos más redituables y que consuman menos agua.
- La tecnificación parcelaria mediante la instalación de sistemas de riego presurizados (aspersión).

I.5.4 Análisis de la propuesta

Con la propuesta anterior se busca mejorar la situación de la unidad de riego ya que se pretende:

3. Rehabilitar la fuente de abastecimiento y lograr las mejores eficiencias de extracción por kW consumido y disminuir el consumo y gasto de energía eléctrica.

[11] Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero (2114) Valle de Puebla

4. Modernización del sistema de riego por aspersión para hacer más eficiente el uso del agua en la parcela, lo que permitirá elevar la eficiencia del riego y con ello el ahorro de agua y energía eléctrica.

Una de las mayores preocupaciones de los usuarios de la unidad de riego son los altos cobros del consumo de la energía eléctrica mensual, lo que sugiere que algo está pasando en la obra de cabeza del pozo y se requiere investigar, ya que el desperfecto puede ser ocasionado porque el pozo requiera rehabilitación o por la baja eficiencia con que trabaja el equipo electromecánico.

Como se ha mencionado, en la unidad existe ya un sistema de riego por aspersión, por lo que sus utilidades netas ya se incrementaron con respecto a unidades donde utilizan el método de riego por gravedad. Sin embargo, el equipo tiene 15 años de operación y no se le ha dado el mantenimiento preventivo ni correctivo que requiere por falta de recursos financieros. Esto ha originado que dicho sistema de riego trabaje con baja eficiencia de entrega de agua y se refleje en bajos rendimientos de los cultivos sembrados.

Las dos causas de baja productividad mencionadas en el punto anterior influyen en el bienestar de los usuarios, quienes ven sus utilidades bajar cada ciclo agrícola. El propósito que se tiene con este proyecto es incrementar la eficiencia actual de 60% a una eficiencia del 85%, lo que permitirá ahorrar agua y con ello incorporar superficie agrícola que ya no se consideraba por no alcanzar el volumen suministrado por hectárea e introducir cultivos que generen mayor utilidad, incrementar los rendimientos o bien disminuir extracciones y frenar el abatimiento que se ha generado durante los últimos años.

Con este proyecto se pretende dar a conocer y aprovechar tecnologías agrícolas más adecuadas, evitar pérdidas de agua e incrementar los rendimientos de los cultivos y elevar el nivel de bienestar de los usuarios.

I.6 Propuesta de inversión

I.6.1 Inversión en infraestructura

Para la modernización de por lo menos dos unidades de riego en el municipio de San Martín Texmelucan se requiere una inversión de $4'578,250 a precios de 2011. El desglose de la inversión del componente principal de la obra se muestra en el Tabla 5.

Tabla 6.
Importe de la Inversión en la unidad de riego

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,268,250
Capitulo 6000	$2,310,000
TOTAL	$4,578,250

Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

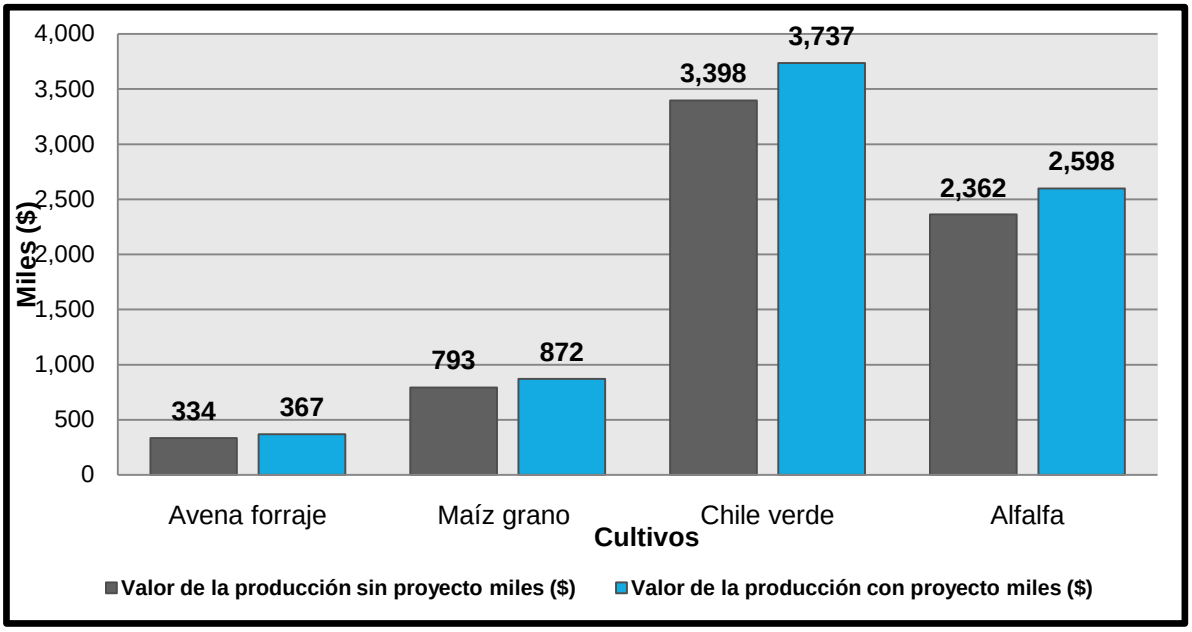
En la tabla anterior, el capitulo 2000 se refiere a la inversión en la infraestructura básica, el capitulo 3000 a los cursos y asesorías a los productores, el capitulo 5000 a la adquisición de equipos especializados y el capitulo 6000 a la elaboración de manuales y reglamentos (ver Subanexo B).

I.6.2 Generación de ingresos y ahorro

En cuanto a la generación de ingresos y ahorros del proyecto, por una parte, éstos se reflejarían en el incremento del rendimiento y, por ende, en el valor de la producción, (ver Gráfica 6 y Tabla 7 del Subanexo A).

En esta Gráfica se observa que al incrementar los rendimientos (10%) en cada cultivo, también se incrementa la producción y, por lo tanto, el valor de la producción, generando con esto que los productores obtengan mayores utilidades para mejorar su calidad de vida.

Gráfica 7.
Incremento y valor de la producción con proyecto.



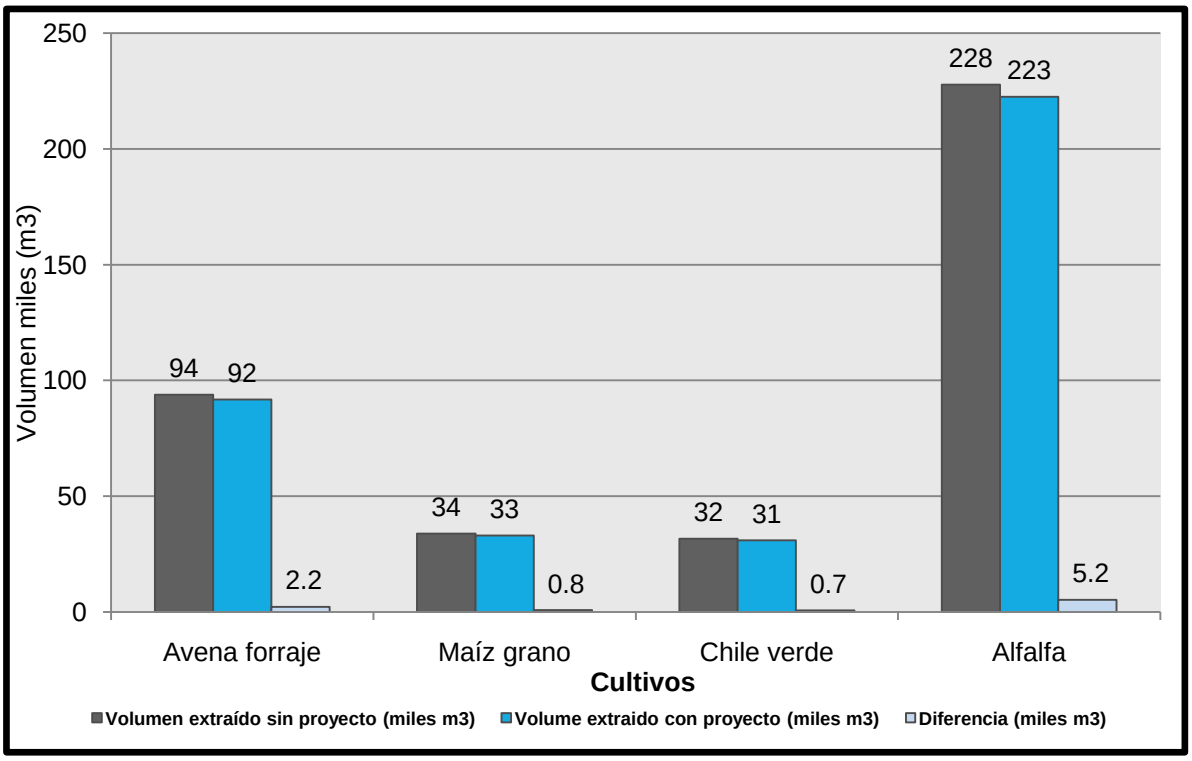
Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

I.6.3 Ahorro de volúmenes de agua

Para satisfacer, el padrón de cultivos y la superficie regable, actualmente se extrae un volumen de 387,127 m^3. Mejorando las eficiencias de conducción, distribución y aplicación, este volumen se reduce a 378,223 m^3, por lo que se ahorraría aproximadamente 8,904 m^3 (ver Gráfica 7 y tabla 8 del Subanexo A).

En esta Gráfica se observa el valor de la producción sin y con proyecto. Se aprecia que al incrementar los rendimientos (10%) en cada cultivo, también incrementa la producción y, por lo tanto, el valor de la producción, generando con esto que los productores obtengan mejorías en sus utilidades para lograr su sustentabilidad.

Gráfica 8.
Diferencia del volumen de extracción sin proyecto y con proyecto



Fuente: Elaboración propia (PADHPOT)

El volumen concesionado para el pozo 1 es de 234,000 m^3. De acuerdo con los cultivos establecidos, se requieren fisiológicamente 232,276 m^3 para cubrir sus ciclos vegetativos adecuadamente, generando una extracción de agua subterránea de 387,127 m^3.

I.7 Conclusiones y recomendaciones

-Se presentan altos costos de energía eléctrica por la extracción de agua para uso agrícola

-Existe baja eficiencia del sistema de riego por aspersión

-Se carece de capacitación y asesoría en cuanto a instalación, operación y manejo del sistema de riego por aspersión

-Se carece de apoyos financieros para adquirir nueva tecnología para hacer más productivo el campo

Recomendaciones

- Realizar las inversiones necesarias para lograr la sustentabilidad de la unidad de riego No. 1, San Martín Texmelucan SPR de RI y dos más con las mismas características del municipio de San Martín Texmelucan.

Tehuitzingo

I Diagnóstico de la situación actual y perspectivas

I.1 Descripción de la Unidad de Riego

Para llevar a cabo los trabajos del Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) en lo que respecta a las unidades de riego, uno de los municipios elegidos en Puebla fue Tehuitzingo y la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Ilimitada (SPR de RI), a la cual se realizará un diagnóstico general preliminar.

I.1.2 Antecedentes

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2006) reportó que en el municipio de Tehuitzingo existían 2 unidades de riego organizadas y 4 sin organizar. A continuación se muestran las características. (ver Tabla 1 y 2).

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Boqueroncitos	Almacenamiento
Axuchitlan	Planta de bombeo

Fuente: (CONAGUA, 2006)[12]

Tabla 2.
Unidades de riego sin organizar

Nombre	Tipo de aprovechamiento
San Juan D	Planta de bombeo
San Francisco A.	Planta de bombeo
Tejalpan	Planta de bombeo
La Colina	Pozo profundo

Fuente: (CONAGUA, 2006)[1]

De conformidad con lo establecido con el PADHPOT y debido al tiempo disponible, se pensó en elegir una unidad de riego que mostrara interés y

[12] Véase.- Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (organizadas y sin organizar).

disponibilidad para realizar los trabajos del diagnóstico y cumplir con los objetivos del programa. Después de entrevistarse con directivos de algunas unidades de riego del municipio, se determinó trabajar con La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI.

Esta unidad inició operaciones con la construcción de su fuente de agua (presa de almacenamiento Boqueroncitos) por parte de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), con el objetivo de sembrar maíz. Los usuarios de la unidad de riego Boqueroncitos y la zona de riego correspondiente sí están organizados de forma regular[13] en una Sociedad de Producción Rural (SPR de RI), cuyo objetivo es la operación, conservación y administración de la unidad, sin embargo, ésta presenta un abandono considerable.

La SPR de RI así conformada beneficia a 125 socios y 92 ha, aunque la superficie de la unidad en realidad son 262.5 ha, el resto está abandonada, al decir por los usuarios, por falta de agua. Se localiza en el cuadrante que forman las coordenadas 18º21'9.20" y 18º18'05.61" de Latitud Norte y 98º18'25.68" y 98º11'35.97" de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 1291 msnm,(Ver Ilustración1).

La problemática que presenta esta unidad de riego es la siguiente:

- El volumen agua almacenada en la presa no es suficiente para irrigar toda la superficie de la unidad disponible.
- Escaso financiamiento en la unidad de riego.
- Poca o nula asesoría y capacitación.
- Deterioro de la Infraestructura de riego.
- Necesidad de rehabilitación y mantenimiento de las obras de conducción, distribución y aplicación del agua de riego.

[13]Procedimiento jurídico para constituir empresas rurales de acuerdo con lo que establece la Ley Agraria en sus artículos 108, 109, 111 y112.

Ilustración 1.
Ubicación de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI

I.1.3 Superficie total, física, regable y regada

En el Tabla 3, se muestra la superficie física, regable y regada de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos.

Tabla 3.

Superficie física, regable y regada

Unidad de riego	Año	Superficie (ha)		
		Física	Regable	Regada
Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI	2011	262.5	262.5	92

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

La capacidad de la Presa según documentos es de 5 millones de m^3, sin embargo, el dato que se indica en volumen máximo para riego son 2.5 millones de m^3. Según comentarios de los usuarios, la presa estaba proyectada con mayores dimensiones pero la población de la Noria de Hidalgo se opuso a que su cementerio fuera cubierto por el vaso de almacenamiento. En los primeros años la presa se llenó, pero en los últimos 5 años ha operado únicamente uno de cada

dos años debido a la insuficiente cantidad de agua recolectada. Lo anterior ha limitado la superficie regable que en algunos años es de 125 ha y en otros de 92 ha.

I.1.4 Tenencia de la tierra

Toda la superficie que integra la unidad de riego es pequeña propiedad. En promedio cada productor tiene 2 ha de terreno agrícola y 0.5 de superficie bajo riego.

I.1.5 Título de concesión

La fuente de abastecimiento de agua de la unidad de riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos es superficial. Está constituida por los escurrimientos que se almacenan en la presa y provienen del río Los Malpasos. Dicha presa tiene una obra de toma con un volumen de extracción máximo de 700lps. La infraestructura de conducción está integrada por un canal principal revestido con una longitud de 16.5 km que conduce el agua a través de la zona de riego y la deposita en regaderas de tierra para la aplicación a los cultivos.

El número del título de concesión es 5PUE103062/18ABGR95 y está vigente, con un volumen concesionado de 1’379,940 m^3. Proporciona un gasto aproximado de 221lps cuando la presa tiene agua.

I.2 Infraestructura existente

I.2.1 Presa de almacenamiento

Las principales características de la fuente de abastecimiento de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI se presentan en la Ilustración 2 y Tabla 3.

Ilustración 2.
Foto la presa de almacenamiento Boqueroncitos, Tehuitzingo

Tabla 4.
Características de la presa de almacenamiento de la unidad de riego

PRESA DE ALMACENAMIENTO	
Concepto	Unidad de riego
	Para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI
Construido por	SARH
Año de construcción	1981
Superficie regable (ha)	262.5
Usuarios beneficiados	30
Capacidad de almacenamiento (m^3)	5,000,000
Volumen máximo para riego (m^3)	2,500,000
Volumen concesionado (m^3/año)	1,379,940
Volumen de extracción máximo (lps)	700
Gasto máximo (m^3/s)	5,000
Periodo de operación	Octubre-enero

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.2.2 Red de distribución y sus estructuras

La red de conducción de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI está integrada por un canal principal revestido de 16.5 km que prácticamente domina toda la superficie de la unidad de riego, una serie

de canales laterales revestidos cuya longitud es de 8km y otro no revestido de 3km, todas las regaderas son de tierra.

El canal revestido está en condiciones regulares y tiene una capacidad de conducir aproximadamente unos 20 lps, los canales laterales revestidos están en condiciones regulares de operación y los no revestidos están en malas condiciones de operación, por lo que se requieren revestir, las regaderas de tierra que forman la red de aplicación del agua a los cultivos a nivel parcela, por lo menos requieren ser limpiadas de maleza (actividad que realizan los productores frecuentemente) y en algunas partes ser construidas nuevamente (ver Ilustraciones 3,4 y 5).

Ilustración 3.
Obra de toma de la presa de almacenamiento Boqueroncitos

Ilustración 4.
Canal principal

Ilustración 5.
Canal principal

I.2.3 Red de drenaje y sus estructuras

La topografía de la zona de riego presenta buenas características para drenar los escurrimientos de la lluvia, ver Ilustración6.

Ilustración 6.
Topografía de la zona agrícola sin problemas de drenaje

I.2.4 Drenaje parcelario

El drenaje parcelario en la unidad de riego es natural, ya que las pendientes de las parcelas y las características físicas de los suelos (permeabilidad, textura, etc.), ayudan a no tener problemas importantes de drenaje.

I.2.5 Red de caminos y sus estructuras

La red de caminos dentro de la unidad de riego es de terracerías y se encuentran de regular a mal estado.

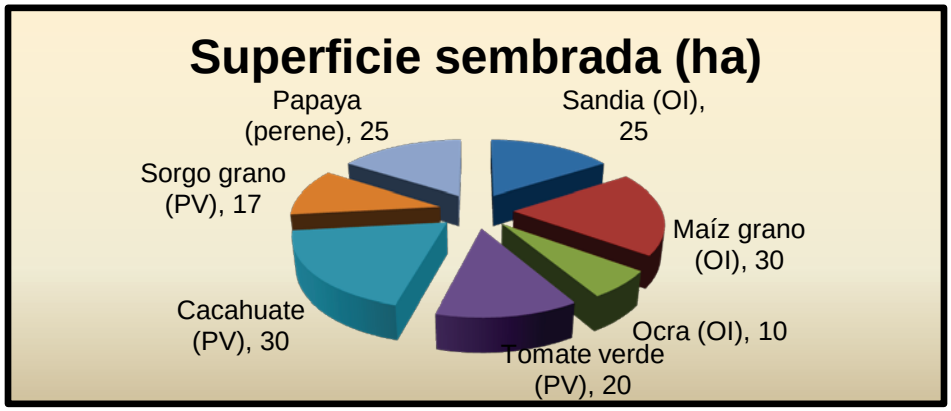
I.3 Producción agrícola y factores que inciden en la producción

I.3.1 Cultivos, superficie sembrada y cosechada por ciclo agrícola (Primavera Verano (PV), Otoño Invierno (OI) y perenes).

La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI cuenta con 262.5 ha regables pero sólo 92 ha se sembraron en el ciclo 2011-2012. El riego es por gravedad y su organización se basa en un acuerdo tomado en reunión de asamblea de la SPR antes de iniciar el ciclo agrícola. Por ser el riego con agua superficial no hay tarifas por este concepto, sólo si existen trabajos a realizar en la presa o a la largo del canal principal, todos deben aportar con trabajo o con dinero la cantidad necesaria para solventar los gastos, de otra forma no existen recursos para la operación, conservación y administración de la unidad.

Con el objetivo de ilustrar los beneficios que obtienen los productores, en la Gráfica 1, se presenta el padrón de cultivos correspondientes al 2011.

Gráfica 1.
Padrón de cultivos de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI

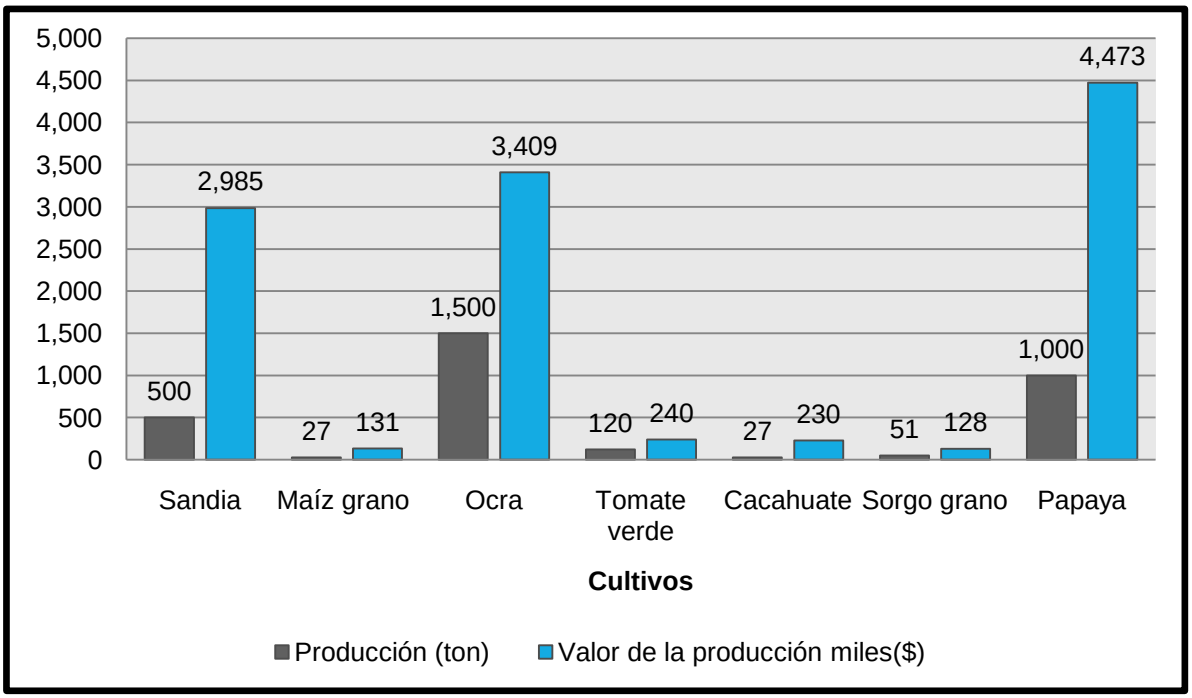


Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.3.2 Volumen y valor de la producción

En el Gráfica 2, se muestra la producción de acuerdo con los cultivos establecidos y el valor de la producción, donde se aprecia que la sandía, la ocra y la papaya son los cultivos más importantes para la unidad de riego debido al valor que representan.

Gráfica 2.
Valor de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

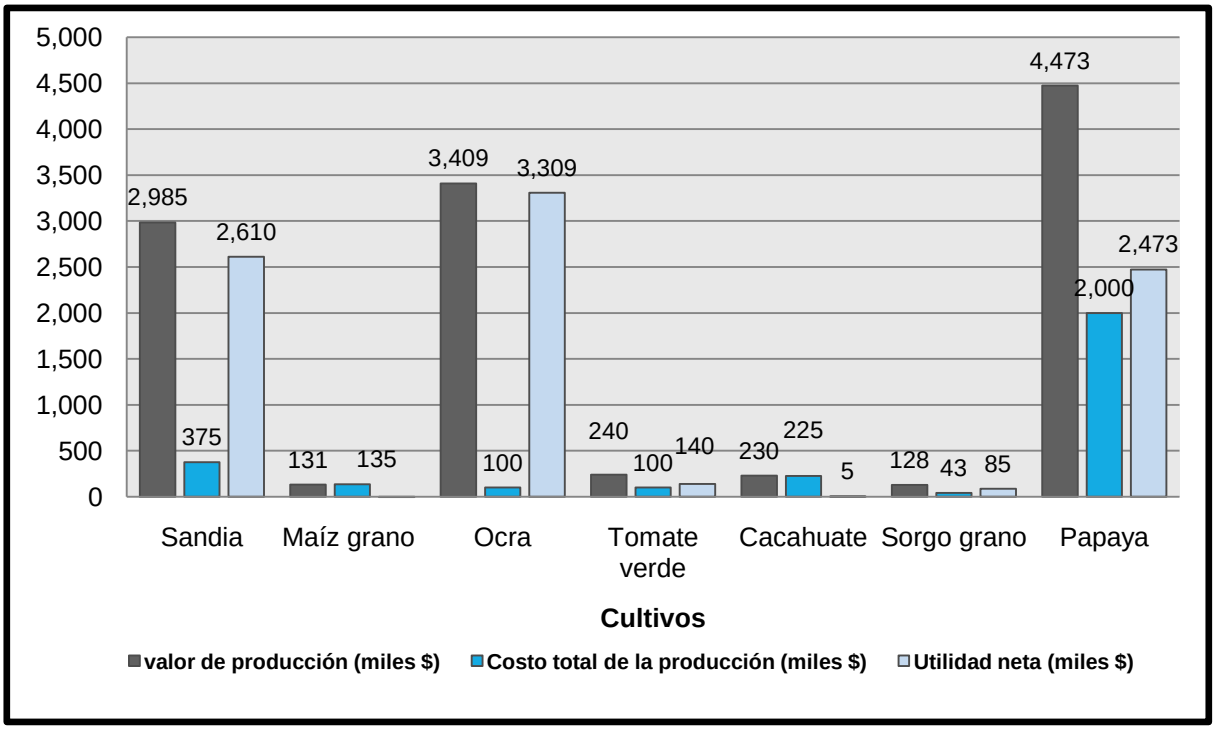
En la Tabla 2 del Subanexo C se muestra el valor de la producción y sus componentes de superficie, rendimiento y precio medio rural de cultivos puestos en la superficie agrícola de la unidad de riego durante el 2011. De la misma tabla se obtiene el valor de la producción, que es de $ 11’595,154 pesos.

I.3.3 Utilidad de la producción

Derivado de la información estadística obtenida en el área de estudio, se elaboró la Gráfica 3, en la que se aprecia el valor por cultivo, el costo y la utilidad neta de la producción durante el año agrícola 2011, considerando los rendimientos actuales y las formas de producción de la unidad de riego.

Se determina la utilidad total de la producción de $8’617,654 pesos y la utilidad por hectárea de $ 54,890pesos en la situación actual (sin proyecto) (ver Subanexo C Tabla 3).

Gráfica 3.
Utilidad de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.4 Oferta de agua para riego

I.4.1 Sistema de cuerpos y fuentes de agua

El municipio de Tehuitzingo se ubica dentro del área cuyo subsuelo aloja al acuífero denominado Atlixco-Izúcar de Matamoros (CONAGUA, 2009), La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI es irrigada por medio de agua superficial que es almacenada en una presa, posteriormente por medio de una obra de toma se distribuye el agua hacia la zona agrícola de la unidad.

Originalmente esta unidad de riego estaba conformada por una superficie regable de 262.5 ha, debido a la falta de agua la superficie se ha disminuido a 92 ha, teniendo como causa principal que el agua que almacena la presa no alcanza para irrigar más superficie. (Ver Ilustración7).

Ilustración 7.
Agua almacenada en la presa Boqueroncitos

En el municipio se reporta una unidad abastecida por presa de almacenamiento, cuatro por medio de derivaciones y una más por pozo profundo.

I.4.2 Manejo del suelo y el agua

El manejo del suelo en La Unidad de Riego es importante para los productores de la unidad, por lo que para la preservación de la tierra aplican algunas prácticas nuevas con maquinaria agrícola. Adicionalmente, se llevan a cabo varias actividades tradicionales y modernas dependiendo del cultivo. Entre éstas podemos citar las siguientes: subsuelo, barbecho, rastra, empareje, surcado, siembra y escarda. No se tiene presencia de drenes parcelarios ya que no se tiene niveles freáticos altos, ni problemas de excesos de agua por inundaciones.

En la zona de estudio no se han realizado trabajos de nivelación ni se cuenta con equipos para hacerlo, lo que constituiría una mejora sustancial para el manejo y ahorro del agua que se aplica a nivel parcelario.

I.4.3 Infraestructura hidroagrícola

La infraestructura hidroagrícola de la unidad de riego en estudio consta de una presa de almacenamiento, que por medio de una obra de toma se extrae agua con fines de riego para depositarla en un canal principal revestido y de ahí una serie de sublaterales hasta llegar a la zona agrícola de la unidad. Después, por medio de regaderas de tierra es aplicada el agua a nivel parcela.

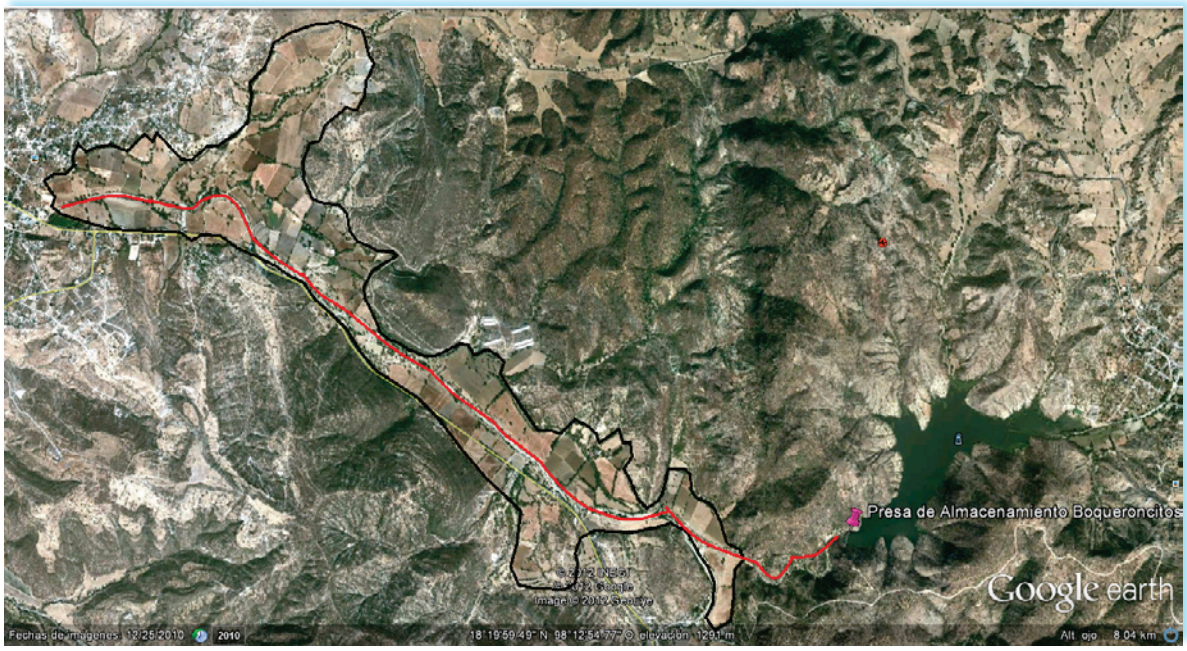
En la Ilustración 8 se muestra ésta infraestructura.

Ilustración 8.
Infraestructura que predomina en la unidad de riego.

La eficiencia de conducción del canal es de aproximadamente 55% y la eficiencia de las regaderas no revestidas es de 45% por ser de tierra y presentar obstrucciones por maleza.

En la Ilustración 9, se muestra la localización de la presa de almacenamiento de la unidad de riego y un aproximado de cómo se distribuye el agua dentro de la misma.

Ilustración 9.
Ubicación de la presa de almacenamiento Boqueroncitos y el canal de conducción del agua para riego



I.4.4 Disponibilidad de agua

Como se mencionó, en el municipio de Tehuitzingo el riego es por medio de canales y regaderas y su limitante es la lluvia. La disponibilidad de agua para riego es limitada, ya que está en función de la capacidad de almacenamiento de la presa Boqueroncitos y de la presencia e intensidad de las lluvias a lo largo del año. Los usuarios saben de la problemática y proponen a la CONAGUA la construcción de una obra de desvío y túnel para aprovechar el agua del río Las Calaveras para tener más volumen almacenado de manera que alcance para irrigar toda superficie agrícola de la unidad.

I.4.5 Demanda de agua

La oferta de agua puede ser variable de acuerdo a las estaciones del año, básicamente debido a las pérdidas por evaporación.

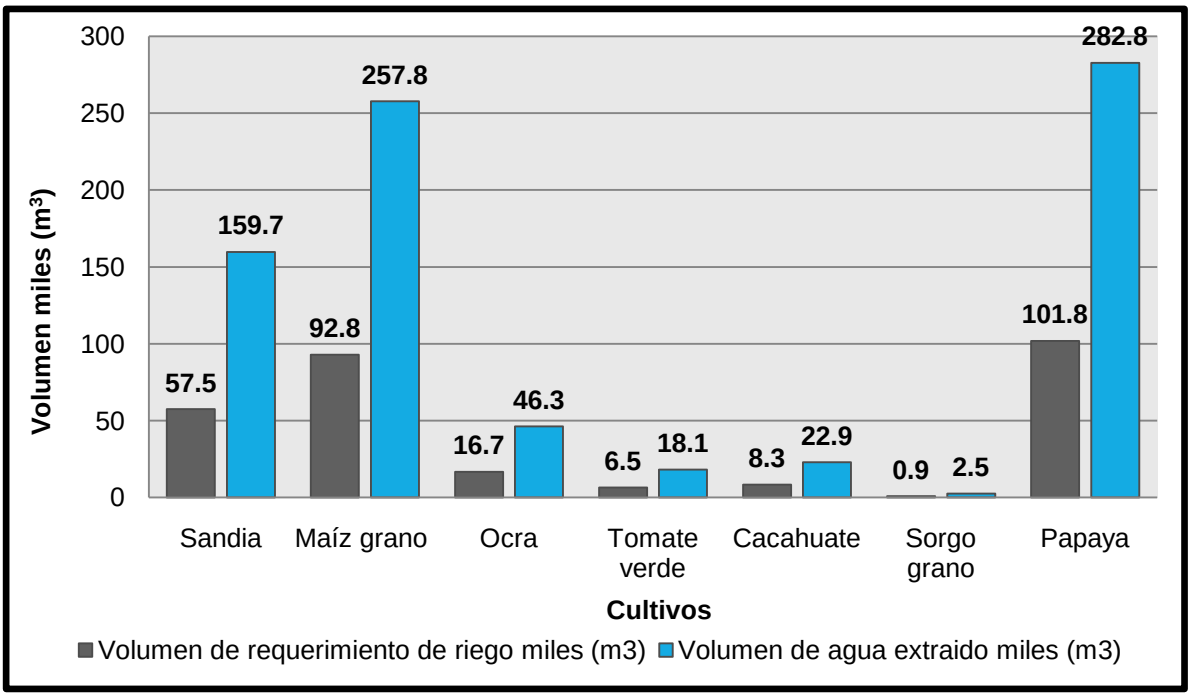
Las necesidades totales de agua de los cultivos (evapotranspiración potencial o uso consuntivo) constituyen la acumulación de las necesidades hídricas durante todo el ciclo de desarrollo. En regiones donde las precipitaciones son considerables, una parte de las necesidades de agua es aportada por las lluvias. A la diferencia entre las necesidades hídricas totales y las precipitaciones efectivas se les conoce como necesidades de riego o requerimiento de riego de los cultivos.

Los requerimientos de riego de los cultivos establecidos en La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI se determinaron con el programa de cómputo CROPWAT, desarrollado por la división de suelos y aguas de la FAO.

El volumen de requerimiento de riego estimado para los cultivos y para la superficie cultivada en la unidad en estudio es del orden de 284,404 $m^{3.}$ En lo que respecta a la eficiencia global a nivel de unidad de riego, relacionando los requerimientos de riego y los volúmenes entregados a nivel de toma parcelaria, ésta fue de 36%, (Ver Tabla 4 Subanexo C).

En la Gráfica 4 se tiene que el volumen requerido es menor que el volumen extraído. Esto se debe a que la aplicación del agua a nivel parcela tiene baja eficiencia y los cultivos que más demandan agua son la sandía, el maíz grano y la papaya, por lo tanto, la superficie sembrada con estos tres cultivos deben tener mejor asesoría y capacitación en materia hidráulica y agrícola o una propuesta de sustitución por cultivos alternativos.

Gráfica 4.
Volumen requerido y extraído de la unidad de riego



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.4.6 Distribución del agua

El gasto asignado a cada usuario depende de la superficie agrícola programada y autorizada para regar con la que cuenta. Este gasto es designado por la Comisión Nacional del Agua. En la unidad de riego la distribución del agua se lleva a cabo por tandeos, en los cuales se designa el o los días de riego para cada usuario de la sociedad.

I.4.7 Productividad neta media del agua

Con la información obtenida en el área de estudio, se estimó el índice de productividad del agua, el cual se presenta en la Tabla 4**.**

Tabla 5.
Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios de 2011.

Ciclo agrícola	Superficie regada (ha)	Volumen bruto (m3)	Utilidad neta de la producción ($)	Índice de productividad neta del agua ($/m3)
2010-2011	157	580,416.30	8,617,653.90	14.85

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.5 Diagnóstico de la situación actual y posible solución

I.5.1 Diagnóstico de la situación actual

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede concluir lo siguiente respecto de la situación actual de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI, en su explotación agrícola:

- En la unidad de riego están organizados los usuarios como Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Ilimitada (SPR de RI) según lo establece la ley Agraria.
- La fuente de abastecimiento de agua en la unidad de riego es una presa de almacenamiento
- La infraestructura hidroagrícola se integra de un canal principal revestido, canales sublaterales revestidos y no revestidos, y una serie de regaderas de tierra que llevan el agua hasta la parcela, además una serie de estructuras para manejar el agua dentro de la unidad.
- La presa de almacenamiento no abastece el volumen necesario para irrigar toda la superficie de la unidad, lo que reduce la superficie regable.
- La superficie física de la unidad es de 262.5 ha, la regable es de 262.5 y la sembrada durante el ciclo agrícola del 2011 es de 92 ha. Los cultivos que se presentan en la unidad son: sandía, maíz para grano, ocra, tomate verde, cacahuate, sorgo grano y papaya.
- La superficie que se riega anualmente a nivel unidad es de 157 ha, abarcando los dos ciclos agrícolas.
- Los cultivos más importantes por la superficie cultivada son: el maíz grano, cacahuate, sandía y papaya, ocupando el 72% de la superficie total y consumen el 92% (723,167m^3) del volumen de agua aplicada a nivel

unidad de riego. En el resto de la superficie se siembran cultivos como: ocra, sorgo grano y tomate verde.

- La asignación del agua se hace en función de la superficie agrícola con la que cuenta cada uno de los usuarios y es distribuido por el método de tandeo, el cual consiste en asignar a cada usuario la fecha y el número de horas-riego. Indebidamente no hay una cuota de riego por ser agua superficial.
- El índice de productividad del agua en la unidad es de 14.85 $/m^3$, esto significa que por cada m^3 de agua aplicado se obtienen $14.85.

I.5.2 Optimización de la situación actual

En evaluación de proyectos se optimiza la situación actual para no atribuirle beneficios al proyecto que no le corresponden. De esta manera, la situación actual (sin Proyecto) constituye la base para comparar con la situación optimizada (con proyecto).

Para optimizar la situación actual se proponen las siguientes acciones:

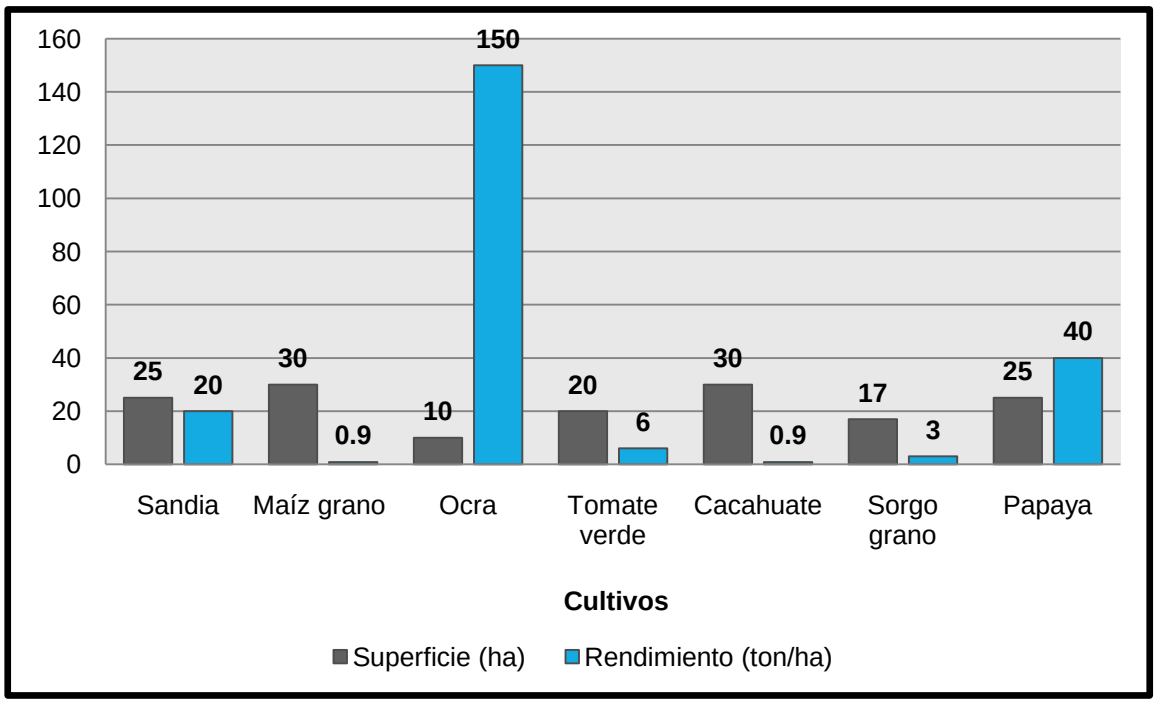
32. La reglamentación para el uso adecuado del agua de la fuente de abastecimiento.
33. Medición de los gastos y manejo de los mismos en la obra de cabeza y en la red de distribución.
34. La elaboración y supervisión en la ejecución de programas de mejora y conservación de la infraestructura.
35. Pronóstico en tiempo real de riego mediante la elaboración oportuna y adecuada de calendarios de riego.
36. Fomento, capacitación y asesoría en aplicación adecuado de paquetes tecnológicos.
37. Asesoría técnica.
38. Organización para la comercialización.

Con las acciones antes planteadas se espera tener un impacto directo en el rendimiento de los cultivos, ya que el manejo adecuado de paquetes

tecnológicos, la conservación de la infraestructura hidroagrícola y el riego distribuido adecuadamente en el tiempo y el espacio conforme a los requerimientos de riego permiten el desarrollo óptimo de éstos.

En la Gráfica 5 se observa el rendimiento de los cultivos en la situación actual. En el 2011 se sembraron 157 ha y los cultivos que más superficie ocuparon fueron la sandía (25 ha), el maíz grano (30 ha), el cacahuate (30 ha) y la papaya (25 ha). Como se puede observar, los rendimientos del maíz grano son bajos con respecto a productores del bajío (2.7 ton/ha) o de Sinaloa (6.9 ton/ha). La sandía y la papaya son cultivos que tienen buenos rendimientos con respecto a su superficie sembrada. La ocra es un cultivo nuevo sembrado en la unidad con buenos rendimientos y utilidades por hectárea sembrada, con un mercado seguro ya que se siembra por contrato con una empresas canadienses.

Gráfica 5.
Superficie sembrada y rendimientos de los cultivos (sin Proyecto)



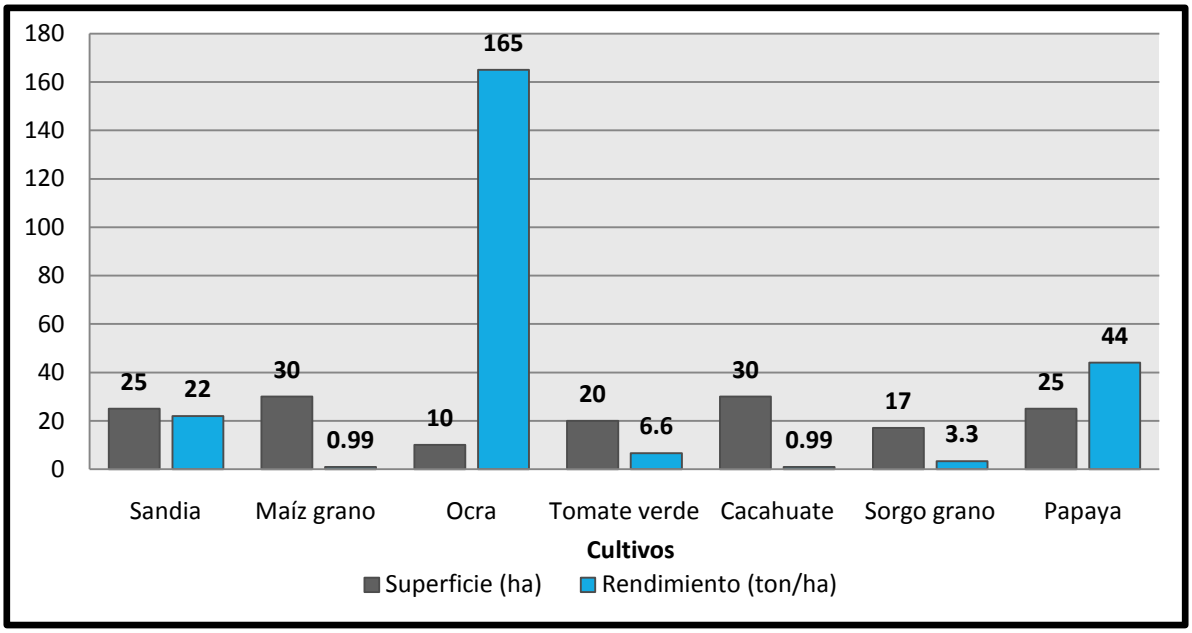
Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

La Gráfica 6 presenta un incremento en los rendimientos de los cultivos en una situación optimizada (con proyecto), es decir, implementando en la unidad

mejoras en las practicas hidráulicas y agrícolas, sembrando variedades mejoradas, aplicando fertilización adecuada y mejorando el riego por gravedad, permitiendo incrementar la producción y mejorando la calidad de los productos agrícolas obtenidos. Con estas acciones se puede mejorar la producción en por lo menos un 10% en sus rendimientos.

Del análisis de la Gráfica observamos que conservando la superficie de siembra se puede incrementar el rendimiento (10%) de los cultivos más producidos en la unidad de riego, como es el caso de la sandía, maíz grano, ocra, cacahuate y la papaya, por consiguiente el incremento en la producción y en la utilidad obtenida.

Gráfica 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

En el Tabla 5 y 6del Subanexo C se muestran los rendimientos, el valor de la producción y la utilidad neta de los cultivos en la situación actual y optimizada, respectivamente. Se observa que hay un incremento en el rendimiento de los cultivos que se refleja en el valor de la utilidad neta que pasaría de $8’617,654a $9’777,169 pesos.

Cabe mencionar que las acciones planteadas no impactan en el gasto extraído de la fuente de abastecimiento y tampoco aumentan la superficie regada. Por lo tanto, los niveles de agua en el pozo de la unidad de riego en estudio se mantienen igual, es decir, en la situación actual.

En este sentido, la proyección de la situación optimizada se estimó suponiendo un incremento en los rendimientos actuales de los cultivos mediante las acciones de mejoramiento planteados. El incremento en los rendimientos reflejará, para la situación sin proyecto, un aumento anual acumulado de los excedentes agrícolas derivado de las posibles medidas de optimización.

I.5.3 Identificación de soluciones

El acuífero donde se asienta La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI, de acuerdo con los últimos estudios, se encuentra con déficit (CONAGUA, 2009), la fuente es por agua superficial y no alcanza para regar.

La unidad de riego en cuestión presenta problemas de baja eficiencia del uso del agua para riego, baja producción y calidad de los productos agrícolas y, por consecuencia, un deteriorado desarrollo económico.

Para revertir esta situación se plantea:

- Realizar una toma directa y túnel en la barranca Las Calaveras para auxiliar el abasto de la presa Boqueroncitos.
- Elaborar el proyecto y un programa para la rehabilitación de la infraestructura de conducción, distribución y aplicación del agua.
- Promover la asesoría y capacitación en la producción agrícola y en el manejo del agua para riego.
- Capacitar y asesorar a los usuarios en el acceso al financiamiento por parte del gobierno e instituciones privadas.
- Promover entre los usuarios de la unidad la introducción de nuevos cultivos más redituables y que consuman menos agua.

I.5.4 Análisis de la propuesta

El propósito de inducir la transformación tecnológica y productiva dentro de la unidad de riego y mejorar la eficiencia del uso del agua, es asegurar la

disponibilidad de ésta para riego de los cultivos que se establecen en cada ciclo agrícola, debido que no se puede cambiar la forma de riego de gravedad por uno presurizado por los costos que esto implicaría. Por esta razón, se trata de almacenar más volumen e incrementar las eficiencias de conducción y aplicación del agua a nivel parcela, de manera que se logre hacer más eficiente el uso del agua e incrementar la producción y utilidades en los productores.

Con estas acciones a emprender se pretende incrementar la eficiencia actual de 36% a una eficiencia del 52%, lo que permitirá ahorrar agua y con ello posiblemente incorporar nueva superficie agrícola con riego dentro de la unidad, introducir cultivos que generen mayor utilidad, estabilizar y en su caso incrementar los rendimientos o bien frenar el abandono de la tierra cultivable generado durante los últimos años.

El volumen concesionado para la presa de almacenamiento es de 1'379,940 m^3. De acuerdo con los cultivos establecidos en el ciclo analizado se requieren fisiológicamente 284,404 m^3 para cubrir sus ciclos vegetativos adecuadamente, generando una extracción de agua superficial de 790,011m^3.

Con este proyecto se pretende aprovechar mejores tecnologías agrícolas, incrementar los rendimientos de los cultivos y elevar el nivel de bienestar de los usuarios.

I.6 Propuesta de inversión

I.6.1 Inversión en infraestructura

Para incrementar el almacenamiento de agua en la presa y el mejoramiento de la conducción y aplicación del agua de riego la inversión es de $12'205,250. El desglose de la inversión del componente de la obra se muestra en la Tabla 5.

Tabla 6.
Importe de la Inversión en la unidad de riego a precios de 2011.

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,707,750
Capitulo 6000	$9,497,500
TOTAL	**$12,205,250**

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

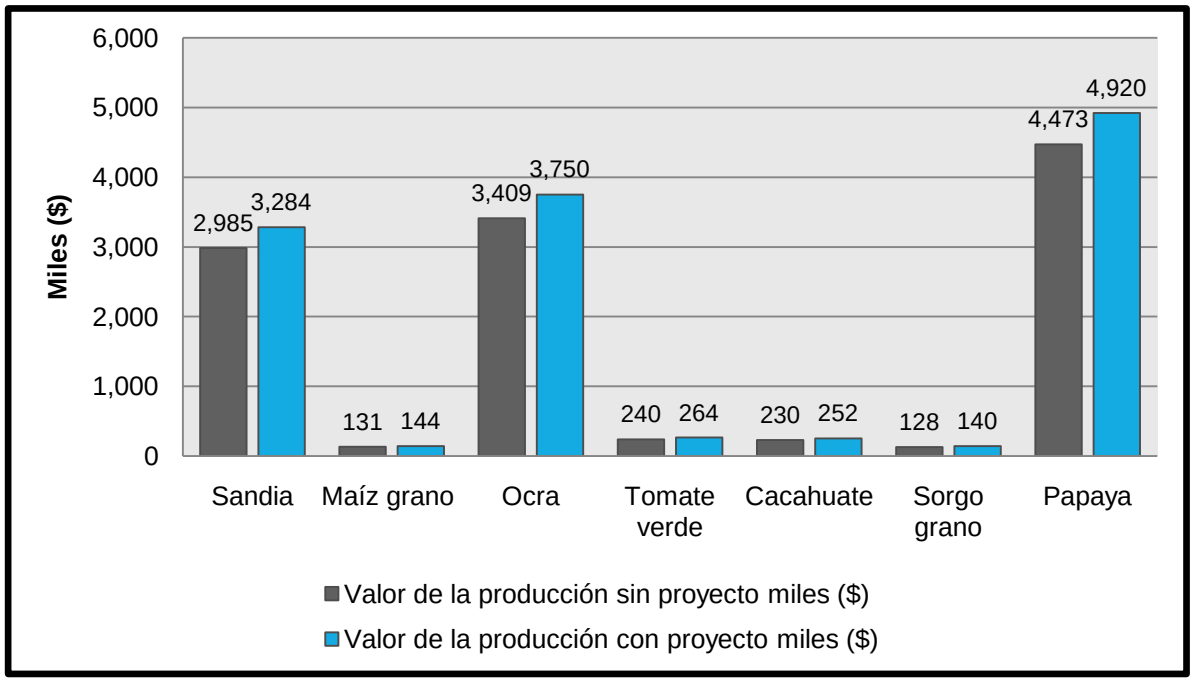
En la tabla anterior, el capitulo 3000 se refiere a la inversión en asesorías y cursos y el capitulo 6000 es inversión en infraestructura (ver Subanexo D).

I.6.2 Generación de ingresos y ahorro

En cuanto a la generación de ingresos y ahorros del proyecto, por una parte éstos se reflejarían en el incremento del rendimiento, y por ende en el valor de la producción, (ver Gráfica 6 y Tabla 7 del Subanexo C).

En esta Gráfica se observa el valor de la producción sin y con proyecto. Se aprecia que al incrementar los rendimientos (10%) en cada cultivo, también incrementa la producción y, por lo tanto, el valor de la producción, generando con esto que los productores obtengan mejorías en sus utilidades para lograr su sustentabilidad.

Gráfica 7. Comparación del valor de la producción sin y con proyecto incrementando 10% de los rendimientos



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

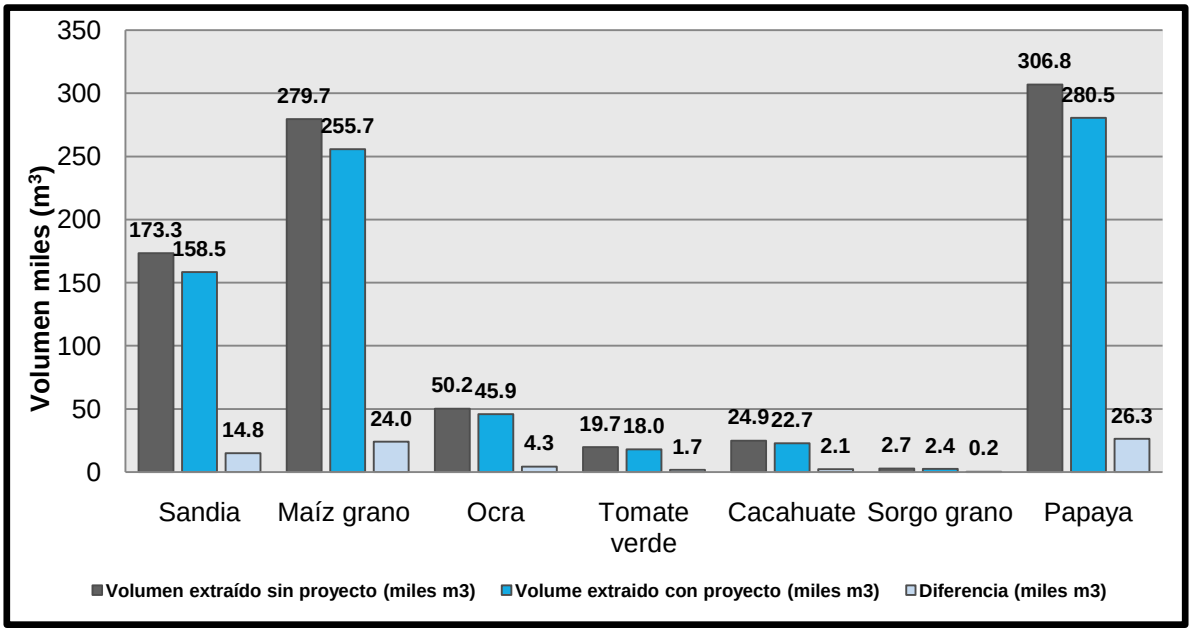
I.6.3 Ahorro de volúmenes de agua

Para satisfacer, el padrón de cultivos y la superficie regable, actualmente se extrae un volumen de 857,155 m^3, mejorando las eficiencias de conducción, distribución

y aplicación se reduce a 783,741 m^3, por lo que se ahorraría aproximadamente 73,414 m^3 (ver Gráfica 7 y tabla 8 del Subanexo C).

En la Gráfica 7 se tiene que los volúmenes extraídos sin proyecto son mayores en cada cultivo que los volúmenes extraídos con proyecto y, por consiguiente, existe un ahorro de volumen de extracción. Este volumen permanecerá en el acuífero ayudando a estabilizarlo, por lo que desde este punto de vista se justificaría la inversión en La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI.

Gráfica 8.
Diferencia del volumen de extracción sin proyecto y con proyecto



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.7 Conclusiones y recomendaciones

-El volumen almacenado en la presa es insuficiente para regar toda la superficie de la unidad.

-Se carece de capacitación y asesoría en cuanto al mejoramiento del riego por gravedad.

-Se carece de apoyos financieros para adquirir nueva tecnología para hacer más productivo el campo.

- En la unidad de riego se carece de tecnología y buenas prácticas agrícolas.

Recomendaciones

- Realizar las inversiones necesarias para lograr la sustentabilidad de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI.

Bibliografía

Colegio de Postgraduados. (1998). Diagnóstico Preliminar sobre superficies regables y volúmenes requeridos en las UR. Montecillo, México, México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (Organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0). México, Distrito Federal, México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver. 2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (Ver. 2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2000). Tecnificación de Unidades de Riego en México. México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, Acuifero (2023), Valle de Puebla, Puebla . México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca . México, D.F, México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca . México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca. México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la diponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2103) Atlixco-Izucar de Matamoros, Puebla. México, D.F., México.

SAGARPA. (2011). SIAP- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquer. México, D.F., México.

SAGARPA. (2011). SIAP- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, D.F., México.

Alexander, F. J. (2003). Bases teoricas de la organización de unidades de riego de México. Zacatecas, Zacatecas, México.

Posgraduados, C. d. (2000). Diagnóstico preliminar sobre superficies regables en las unidades de riego organizadas y sin organizar. montecillo, México, México.

Subanexo A.

Tabla 1.
Padrón de cultivos sembrados en la unidad de riego durante el 2011

Cultivo	Superficie sembrada (ha)
Otoño-Invierno	
Avena	40
Subtotal	40
Primavera -verano	
Maíz grano	70
Chile verde	25
Subtotal	95
Perenes	
Alfalfa	36
Subtotal	36
Total	171

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 2.
Valor de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)	PMR ($/ton)	Valor de la producción (miles de $)
	Sembrada	Cosechada				
Avena	40	40	15.1	602	555	334
Maíz grano	70	70	2.98	209	3,800	793
Chile verde	25	25	9.97	249	13,631	3,398
Alfalfa	36	36	82.0	2,952	800	2,362
Total	171	171		4,012		6,886

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 3.
Utilidad de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie cosechada (ha)	Producción				Utilidad neta por ha ($/ha)
		(ton)	Valor ($)	Costo total ($)	Utilidad neta ($)	
Avena forraje	40	602	334,037	200,000	134,037	3,351
Maíz grano	70	209	792,680	700,000	92,680	1,324
Chile verde	25	249	3,397,544	250,000	3,147,544	125,902
Alfalfa	36	2,952	2,361,600	846,000	1,515,600	42,100
Total	171	4,012	6,885,861	1,996,000	4,889,861	172,677

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 4.
Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia (situación actual).

Cultivo	Superficie (ha)	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación (mm)	Prec. Efec (mm)	Req.Riego* (mm)	Volumen de requerimiento de riego (m3)	Eficiencia (%)	Lamina neta de riego (mm)	Volumen de agua extraído (m3)
Avena forraje	40	299	373	229	141	56,320	1	235	93,867
Maíz grano	70	389	713	422	29	20,300	1	48	33,833
Chile verde	25	430	569	372	76	19,000	1	127	31,667
Alfalfa	36	848	824	657	380	136,656	1	633	227,760
Total	171	1,965	2,479	1,679	625	232,276		1,042	387,127

Fuente: Elaboración propia **(PADHPOT)**

* El cálculo del requerimiento de riego se realizó por medio del programa CROPWAT 8.0 para Windows (recomendado por FAO) es un programa informático para el cálculo de los necesidades de agua de los cultivos y riego basado en datos de suelo, clima y cultivos. Además, el programa permite el desarrollo de calendarios de riego para las diferentes gestiones y el cálculo del

régimen de abastecimiento de agua para diferentes patrones de cultivos. Debido a la gran cantidad de variables para el cálculo de la evapotranspiración y a lo restringido de los datos meteorológicos disponibles a nivel México, los resultados de requerimiento de riego pueden variar, pero siempre será mejor tener una aproximación que no contar con nada en algunas regiones del país.

Tabla 5.
Rendimiento de los cultivos con la situación actual (sin proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Avena forraje	40	15	555	602	334,037	200,000	134,037
Maíz grano	70	3	3,800	209	792,680	700,000	92,680
Chile verde	25	10	13,631	249	3,397,544	250,000	3,147,544
Alfalfa	36	82	800	2,952	2,361,600	846,000	1,515,600
Total	171			4,012	6,885,861	1,996,000	4,889,861

Fuente: Elaboración propia **(PADHPOT)**

Tabla 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Avena forraje	40	16.6	555	663	367,441	200,000	167,441
Maíz grano	70	3.3	3,800	229	871,948	700,000	171,948
Chile verde	25	11.0	13,631	274	3,737,299	250,000	3,487,299
Alfalfa	36	90.2	800	3,247	2,597,760	846,000	1,751,760
Total	171			4,413	7,574,447	1,996,000	5,578,447

Fuente: Elaboración propia **(PADHPOT)**

Tabla 7.

Valor de la producción sin y con proyecto (incremento del rendimiento 10%)

Cultivos	Valor de la producción sin proyecto miles ($)	Valor de la producción con proyecto miles ($)
Avena forraje	334	367
Maíz grano	793	872
Chile verde	3,398	3,737
Alfalfa	2,362	2,598
Total	6,886	7,574

Fuente: Elaboración propia **(PADHPOT)**

Tabla 8.

Diferencia del volumen de extracción sin y con proyecto

Cultivo	Volumen extraído sin proyecto (miles m3)	Volumen extraído con proyecto (miles m3)	Diferencia (miles m3)
Avena forraje	93.9	91.7	2.2
Maíz grano	33.8	33.1	0.8
Chile verde	31.7	30.9	0.7
Alfalfa	227.8	222.5	5.2
Total	387.1	378.2	8.9

Fuente: Elaboración propia **(PADHPOT)**

Subanexo B. Inversiones a realizarse en 2 Unidades de Riego en el municipio de San Martín Texmelucan

Resumen de inversión de San Martín Texmelucan

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,268,250
Capitulo 6000	$2,310,000
TOTAL	**$4,578,250**

4. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 1ra. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Curso sobre Planeación de la operación de las fuentes de abastecimiento	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Curso de Programación del riego	Evento	4	$13,700	$54,800		$18,267		$18,267		$18,267				
Curso sobre distribución del agua	Evento	4	$13,700	$54,800		$18,267		$18,267		$18,267				
Curso sobre la operación y mantenimiento de equipos de bombeo	Evento	3	$13,700	$41,100	$13,700	$13,700	$13,700							
Curso de Elaboración de programas de conservación	Evento	4	$13,700	$54,800		$27,400	$27,400							
Curso de Seguimiento y control de los programas de conservación	Evento	3	$13,700	$41,100		$20,550	$20,550							
Curso para la gestión de proyectos	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso de análisis e integración de la cuota por servicio de riego	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									

Curso sobre riego presurizado	Evento	4	$16,100	$64,400		$21,467	$21,467	$21,467						
Curso de operación de redes de baja presión	Evento	4	$16,100	$64,400		$21,467	$21,467	$21,467						
Curso de operación y evaluación de sistemas de riego por gravedad	Evento	3	$16,100	$48,300		$16,100	$16,100	$16,100						
Curso uso y aplicación de plaguicidas y de fertilizantes	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Curso de Fertirrigación	Evento	4	$13,700	$54,800	$18,267	$18,267	$18,267							
Curso para la Introducción de cultivos alternos	Evento	3	$13,700	$41,100	$13,700	$13,700	$13,700							
Organización legal de usuarios de la unidad de riego	Asesoría	2	$7,000	$14,000	$4,667	$4,667	$4,667							

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 2da. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Asesoría en operación de infraestructura hidroagrícola	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en conservación de obras, maquinas y equipos de la unidad	Asesoría	2	$10,000	$20,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000
Asesoría en la administración de la unidad de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas hidráulicas del sistema de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas agrícolas e introducción de nuevos cultivos	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Canalizar a usuarios de la unidad a los Programas de gobierno que ofrecen financiamientos	Asesoría	2	$5,000	$10,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000
Proyectos de comercialización de productos (acopio, selección, empaque, almacenaje, distribución y venta).	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de	programa	2	$150,000	$300,000	$150,000	$150,000								

alta eficiencia														
Programa de adquisición de medidor volumétrico e instalación en la fuente de abastecimiento	programa	2	$100,000	$200,000	$100,000	$100,000								
Proyecto para elaborar planos y padrón de la unidad	Expediente	2	$21,000	$42,000	$21,000	$21,000								
Elaboración de un sistema de información geográfica con la información obtenida	Programa	2	$30,000	$60,000		$60,000								
Proyecto para determinar el funcionamiento actual del pozo	Expediente	2	$50,000	$100,000		$50,000	$50,000							
Proyecto para determinar la eficiencia de los equipos electromecánicos	Expediente	2	$50,000	$100,000			$50,000	$50,000						
Proyecto para determinar las eficiencias de conducción, distribución y aplicación del agua de riego	Expediente	2	$20,000	$40,000		$20,000	$20,000							
Proyecto de análisis de la situación de producción agrícola en la unidad	Expediente	2	$30,000	$60,000	$30,000	$30,000								
Análisis a detalle sobre la calidad de agua de riego y de las propiedades físicas y químicas del suelo	Expediente	6	$60,000	$360,000		$144,000		$54,000	$54,000	$54,000	$54,000			
Proyecto de compactación de áreas agrícolas y reconversión de cultivos	Proyecto	2	$10,000	$20,000		$20,000								
Programa de rehabilitación del sistema de riego por aspersión	Proyecto	2	$10,000	$20,000	$20,000									
Estudio de mercado para determinar la potencialidad económica de la región	Expediente	2	$30,000	$60,000		$30,000	$30,000							
Elaborar manuales y reglamentos internos de operación, conservación y administración de la unidad de riego	Manual	4	$30,000	$120,000		$40,000	$40,000	$40,000						
TOTAL		**89**		**$2,268,250**	**$440,917**	**$901,383**	**$403,850**	**$245,567**	**$74,000**	**$96,533**	**$74,000**	**$6,000**	**$20,000**	**$6,000**

1. Inversión en infraestructura (Capitulo 6000)

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Infraestructura básica.	Unidad	Cantidad	PU	Costo aproximado	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2
Programa de rehabilitación del pozo, video del estado físico del ademe, limpieza y mantenimiento a la columna de bombeo, mantenimiento y/o trabajos mayores al equipo de bombeo.	programa	2	$500,000	$1,000,000	$500,000	$500,000								
Programa de rehabilitación del sistema de riego por aspersión para 131 ha	hectáreas	131	$10,000	$1,310,000	$655,000	$655,000								
Total				**$2,310,000**	**$1,155,000**	**$1,155,000**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**

Subanexo C

Tabla1.
Padrón de cultivos de La Unidad de Riego durante el 2011

Cultivo	Superficie sembrada (ha)
Otoño-Invierno	
SandiaSandía	25
Maíz grano	30
Ocra	10
Subtotal	65
Primavera -verano	
Tomate verde	20
Cacahuate	30
Sorgo grano	17
Subtotal	67
Perenes	
Papaya	25
Subtotal	25
Total	157

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 2.
Valor de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)	PMR ($/ton)	Valor de la producción ($)
	Sembrada	Cosechada				
SandiaSandía	25	25	20	500	5,970	2,985,000
Maíz grano	30	30	1	27	4,856	131,104
Ocra	10	10	150	1,500	2,273	3,409,050
Tomate verde	20	20	6	120	2,000	240,000
Cacahuate	30	30	1	27	8,500	229,500
Sorgo grano	17	17	3	51	2,500	127,500
Papaya	25	25	40	1,000	4,473	4,473,000
Total	157	157		3,225		11,595,154

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 3.
Utilidad de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie cosechada(ha)	Producción				Utilidad neta por ha ($/ha)
		(ton)	Valor ($)	Costo total ($)	Utilidad neta ($)	
SandiaSandía	25	500	2,985,000	375,000	2,610,000	104,400
Maíz grano	30	27	131,104	135,000	-3,896	-130
Ocra	10	1,500	3,409,050	100,000	3,309,050	330,905
Tomate verde	20	120	240,000	100,000	140,000	7,000
Cacahuate	30	27	229,500	225,000	4,500	150
Sorgo grano	17	51	127,500	42,500	85,000	5,000
Papaya	25	1,000	4,473,000	2,000,000	2,473,000	98,920
Total	157	3,225	11,595,154	2,977,500	8,617,654	54,890

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 4.
Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia (situación actual).

Cultivo	Superficie (ha)	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación (mm)	Prec. Efec (mm)	Req.Riego* (mm)	Volumen de requerimiento de riego (m3)	Eficiencia (%)	Lamina neta de riego (mm)	Volumen de agua extraído (m3)
SandiaSandía	25	281	101	54	230	57,500	0.36	639	159,722
Maíz grano	30	337	41	27	309	92,790	0.36	859	257,750
Ocra	10	263	231	155	167	16,660	0.36	463	46,278
Tomate verde	20	470	755	515	33	6,520	0.36	91	18,111
Cacahuate	30	302	517	343	28	8,250	0.36	76	22,917
Sorgo grano	17	327	685	460	5	884	0.36	14	2,456
Papaya	25	851	824	657	407	101,800	0.36	1,131	282,778
Total	157	2,830	3,154	2,211	1,178	284,404		3,273	790,011

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

* El cálculo del requerimiento de riego se realizó por medio del programa CROPWAT 8.0 para Windows (recomendado por FAO) es un programa

informático para el cálculo de los necesidades de agua de los cultivos y riego basado en datos de suelo, clima y cultivos. Además, el programa permite el desarrollo de calendarios de riego para las diferentes gestiones y el cálculo del régimen de abastecimiento de agua para diferentes patrones de cultivos. Debido a la gran cantidad de variables para el cálculo de la evapotranspiración y a lo restringido de los datos meteorológicos disponibles a nivel México, los resultados de requerimiento de riego pueden variar, pero siempre será mejor tener una aproximación que no contar con nada en algunas regiones del país.

Tabla 5.
Rendimiento de los cultivos con la situación actual (sin proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
SandiaSandía	25	20	5,970	500	2,985,000	375,000	2,610,000
Maíz grano	30	1	4,856	27	131,104	135,000	-3,896
Ocra	10	150	2,273	1,500	3,409,050	100,000	3,309,050
Tomate verde	20	6	2,000	120	240,000	100,000	140,000
Cacahuate	30	1	8,500	27	229,500	225,000	4,500
Sorgo grano	17	3	2,500	51	127,500	42,500	85,000
Papaya	25	40	4,473	1,000	4,473,000	2,000,000	2,473,000
Total	157			3,225	11,595,154	2,977,500	8,617,654

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
SandiaSandía	25	22	5,970	550	3,283,500	375,000	2,908,500
Maíz grano	30	1	4,856	30	144,214	135,000	9,214
Ocra	10	165	2,273	1,650	3,749,955	100,000	3,649,955
Tomate verde	20	7	2,000	132	264,000	100,000	164,000
Cacahuate	30	1	8,500	30	252,450	225,000	27,450
Sorgo grano	17	3	2,500	56	140,250	42,500	97,750
Papaya	25	44	4,473	1,100	4,920,300	2,000,000	2,920,300
Total	157			3,548	12,754,669	2,977,500	9,777,169

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 7.
Valor de la producción sin y con proyecto (incremento del rendimiento 10%)

Cultivos	Valor de la producción sin proyecto miles ($)	Valor de la producción con proyecto miles ($)
SandiaSandía	2,985	3,284
Maíz grano	131	144
Ocra	3,409	3,750
Tomate verde	240	264
Cacahuate	230	252
Sorgo grano	128	140
Papaya	4,473	4,920
Total	11,595	12,755

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 8.
Diferencia del volumen de extracción sin y con proyecto

Cultivo	Volumen extraído sin proyecto (m^3)	Volumen extraído con proyecto (m^3)	Diferencia (m^3)
SandiaSandía	173,297	158,455	14,843
Maíz grano	279,656	255,704	23,952
Ocra	50,211	45,910	4,300
Tomate verde	**19,650**	17,967	1,683
Cacahuate	24,864	22,735	2,130
Sorgo grano	2,664	2,436	228
Papaya	306,811	280,534	26,278
Total	857,155	783,741	73,414

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Subanexo D. Inversiones a realizarse en la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Boqueroncitos SPR de RI

Resumen de inversión Tehuitzingo	
Concepto	**Monto estimado**
Capitulo 3000	$2,707,750
Capitulo 6000	$9,497,500
TOTAL	**$12,205,250**

5. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 1ra. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Curso sobre Planeación de la operación de las fuentes de abastecimiento	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Curso de Programación del riego	Evento	5	$13,700	$68,500		$22,833		$22,833		$22,833				
Curso sobre distribución del agua	Evento	5	$13,700	$68,500		$22,833		$22,833		$22,833				
Curso sobre la operación y mantenimiento de equipos de bombeo	Evento	6	$13,700	$82,200	$27,400	$27,400	$27,400							
Curso de Elaboración de programas de conservación	Evento	5	$13,700	$68,500		$34,250	$34,250							
Curso de Seguimiento y control de los programas de conservación	Evento	5	$13,700	$68,500		$34,250	$34,250							
Curso para la gestión de proyectos	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso de análisis e integración de la cuota por servicio de riego	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso sobre riego presurizado	Evento	5	$16,100	$80,500		$26,833	$26,833	$26,833						
Curso de operación de redes de baja presión	Evento	5	$16,100	$80,500		$26,833	$26,833	$26,833						
Curso de operación y evaluación de sistemas de riego por gravedad	Evento	5	$16,100	$80,500		$26,833	$26,833	$26,833						
Curso uso y aplicación de plaguicidas y de fertilizantes	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Curso de Fertirrigación	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Curso para la Introducción de cultivos alternos	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 2da. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Organización legal de usuarios de la unidad de riego	Asesoría	1	$7,000	$7,000	$2,333	$2,333	$2,333							
Asesoría en operación de infraestructura hidroagrícola	Asesoría	1	$10,000	$10,000	$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000	
Asesoría en conservación de obras, maquinas y equipos de la unidad	Asesoría	1	$10,000	$10,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000
Asesoría en la administración de la unidad de riego	Asesoría	1	$10,000	$10,000	$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000	
Asesoría en buenas prácticas hidráulicas del sistema de riego	Asesoría	1	$10,000	$10,000	$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000	
Asesoría en buenas prácticas agrícolas e introducción de nuevos cultivos	Asesoría	1	$10,000	$10,000	$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000	
Canalizar a usuarios de la unidad a los Programas de gobierno que ofrecen financiamientos	Asesoría	1	$5,000	$5,000		$1,000		$1,000		$1,000		$1,000		$1,000
Proyectos de comercialización de productos (acopio, selección, empaque, almacenaje, distribución y venta).	Asesoría	1	$10,000	$10,000	$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000	
Programa de adquisición de estructuras aforadoras para determinar gastos a nivel parcela	programa	4	$200,000	$800,000		$400,000		$400,000						
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia	programa	1	$150,000	$150,000	$75,000	$75,000								
Proyecto para elaborar planos y padrón de la unidad	Expediente	1	$21,000	$21,000	$10,500	$10,500								
Elaboración de un sistema de información geográfica con la información obtenida	Programa	1	$30,000	$30,000		$30,000								
Proyecto para determinar las eficiencias de conducción, distribución y aplicación del agua de riego	Expediente	1	$20,000	$20,000		$10,000	$10,000							

Proyecto de análisis de la situación de producción agrícola en la unidad	Expediente	1	$30,000	$30,000	$15,000	$15,000								
Análisis a detalle sobre la calidad de agua de riego y de las propiedades físicas y químicas del suelo	Expediente	10	$60,000	$600,000		$240,000		$90,000	$90,000	$90,000	$90,000			
Proyecto de compactación de áreas agrícolas y reconversión de cultivos	Proyecto	1	$10,000	$10,000		$10,000								
Estudio de mercado para determinar la potencialidad económica de la región	Expediente	1	$30,000	$30,000		$15,000	$15,000							
Elaborar manuales y reglamentos internos de operación, conservación y administración de la unidad de riego	Manual	2	$30,000	$60,000		$20,000	$20,000	$20,000						
TOTAL		**91**		**$2,707,750**	**$244,617**	**$1,144,233**	**$325,067**	**$639,167**	**$100,000**	**$138,667**	**$100,000**	**$3,000**	**$10,000**	**$3,000**

2. Inversión en infraestructura (Capitulo 6000)

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Infraestructura básica.	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Programa de rehabilitación del canal principal, revestimiento, reparación, limpieza y obra (Tehuitzingo)	km	**16.5**	$295,000	$4,867,500		$2,433,750		$2,433,750						
Programa de rehabilitación de la red de distribución canales sublaterales (Tehuitzingo)	km	**8**	$295,000	$2,360,000		$1,180,000		$1,180,000						
Programa de revestimiento de la red de distribución canales sublaterales (Tehuitzingo)	km	**3**	$590,000	$1,770,000		$885,000		$885,000						
Programa de rehabilitación de la red de aplicación del agua a nivel parcela (regaderas de tierra) reparación y limpieza (Tehuitzingo)	Programa	**1**	$500,000	$500,000		$250,000		$250,000						
Total		**28.5**		**$9,497,500**	$0	$4,748,750	$0	$4,748,750	$0	$0	$0	$0	$0	$0

Anexo 18. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Tlaxcala

Anexo 18. Diagnóstico de las Unidades de Riego seleccionadas en Tlaxcala

El Carmen Tequexquitla

I Diagnóstico de la situación actual y perspectivas

I.1 Descripción de la Unidad de Riego

Para llevar a cabo los trabajos del Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) en lo que respecta a las unidades de riego, uno de los municipios elegidos en Tlaxcala fue El Carmen Tequexquitla y la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C, en el cual se realizó un diagnóstico preliminar.

I.1.2 Antecedentes

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2006) reportó que para el municipio de El Carmen Tequexquitla existían 11 unidades de riego organizadas y 5 sin organizar. Éstas presentan las siguientes características (ver Tabla 1 y 2).

Tabla 1.
Unidades de riego organizadas

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Soledad 1	Pozo profundo
Soledad 2	Pozo profundo
Soledad 3	Pozo profundo
Tequexquitla # 3	Pozo profundo
Tequexquitla # 5	Pozo profundo
Tequexquitla 1	Pozo profundo
Tequexquitla 2	Pozo profundo
Tequexquitla 4	Pozo profundo
Vicente Guerrero 1	Pozo profundo
Vicente Guerrero 1 bis	Pozo profundo
Vicente Guerrero 2	Pozo profundo

Fuente: (CONAGUA, 2006)[14]

[14] Véase.-Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (organizadas y sin organizar)

Tabla 2.
Unidades de riego sin organizar

Nombre	Tipo de aprovechamiento
Tequexquitla # 3	Pozo profundo
Tequexquitla # 5	Pozo profundo
Vicente Guerrero # 3	Pozo profundo
Vicente Gro. # 2	Pozo profundo
Vicente Gro. 1 Bis	Pozo profundo

Fuente: (CONAGUA, 2006)[1]

Se eligió una unidad de riego que mostrara interés y disponibilidad para realizar los trabajos de diagnóstico, que pudieran cumplir con los objetivos del programa. De acuerdo con entrevistas sostenidas con algunos directivos de las unidades de riego del municipio se determinó trabajar con la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C.

Esta unidad, como las demás del municipio, inició operaciones con la perforación del pozo por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), siendo su objetivo la siembra de maíz y alfalfa. Los usuarios de la unidad de riego están organizados en una Asociación Civil (A.C) de forma regular[15], rotándose el cargo directivo cada tres años.

La unidad de riego así conformada integra a 66 socios y cuenta con 85 ha. Se localiza en el cuadrante que forman las coordenadas19°21'7.61" y19°19'40.18" de Latitud Norte y 97°36'6.30" y 97°35'57.12" de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 2355 msnm,(Ver Ilustración 1).

La principal problemática que presenta la unidad de riego es la siguiente:

1. No tienen acceso a ningún financiamiento.
2. Carecen de asesoría y capacitación hidráulica y agrícola.
3. No existe un mercado organizado para la venta de productos.

[1] Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (organizadas y sin organizar)

[15]Procedimiento jurídico para constituir empresas rurales de acuerdo con lo que establece la Ley Agraria en sus artículos 108, 109, 111 y 112.

Ilustración 1.
Ubicación de la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C.

1.3 Superficie total, física, regable y regada

En el Tabla 3 se muestra la superficie física, regable y regada de Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C.

Tabla 3.
Superficie física, regable y regada

Unidad de riego	Año	Superficie (ha)		
		Física	Regable	Regada
Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C.	2011	85	85	85

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.1.4 Tenencia de la tierra

La superficie que integra la unidad de riego es ejidal y en promedio cada productor tiene 1.25 ha.

I.1.5 Título de concesión

La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C., tiene como fuente de abastecimiento un pozo profundo que aprovecha las aguas subterráneas del acuífero de la región, las coordenadas de ubicación del pozo son 19^0 20′ 46.8″ N y 97^0 37′ 00.9″ W. La concesión está vigente con número 04TLX102624/18MDL08 y establece un volumen aprobado de 459,000 m^3 por año. El pozo actualmente proporciona un gasto de aproximadamente 70lps (ver Ilustración 2).

Ilustración 2.

Foto del pozo 1 de la unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla, A.C.

I.2 Infraestructura existente

I.2.1 Pozo profundo

Las principales características de la fuente de abastecimiento de la unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C., puede verse en la Tabla 4.

Tabla 4.

Características principales en la obra de cabeza de la unidad de riego

POZO PROFUNDO	
Concepto	**Unidad de riego**
	Para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C.
Construido por	SRH
Superficie regable (ha)	85
Usuarios beneficiados	66
Volumen concesionado (m3/año)	459,000.00
Volumen de extracción (m3/ año)	Variable
Gasto actual (lps) (2010)	70
Profundidad del nivel estático (m)	6
Profundidad del nivel dinámico (m)	9
PERFORACIÓN	
Profundidad (m)	94
Diámetro (pulg)	14
Estado físico (B, R o M)*	M
ADEME	
Material	Acero
Profundidad	80
Diámetro (pulg)	12
Estado físico (B, R o M)*	M
BOMBA	
Tipo	BTV
Marca	No se sabe
Potencia (HP)	125
Tiempo de bombeo (horas/día)	No funciona
Diámetro de succión (pulg)	10
Diámetro de descarga (pulg)	10
Estado físico (B, R o M)*	R

MOTOR	
Tipo (Combustión interna o eléctrico)	E
Marca	No se sabe
Potencia (HP)	125
Estado físico (B, R o M)*	R
INSTALACIONES Y DISPOSITIVOS	
Material de caseta	Ladrillo
Tipo de medidor volumétrico	No sirve
Arrancador (HP)	150
Estado físico (B, R o M)*	M

* Estado físico B= Bueno R= Regular M=Malo

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.2.2 Red de distribución y sus estructuras

El sistema de riego que utiliza la unidad es por aspersión, es decir, la red de conducción, distribución y aplicación se hace por medio de tuberías y su cobertura se extiende a las 5 ha (ver Ilustración 3).

Ilustración 3.

Sistema de riego por aspersión

I.2.3 Red de drenaje y sus estructuras

La topografía de la zona de riego presenta buenas características para drenar oportunamente los escurrimientos de la lluvia.

I.2.4 Drenaje parcelario

El drenaje parcelario en la unidad de riego es natural, ya que las pendientes y las características físicas de los suelos (permeabilidad, textura, etc.) ayudan a no tener problemas importantes de drenaje.

I.2.5 Red de caminos y sus estructuras

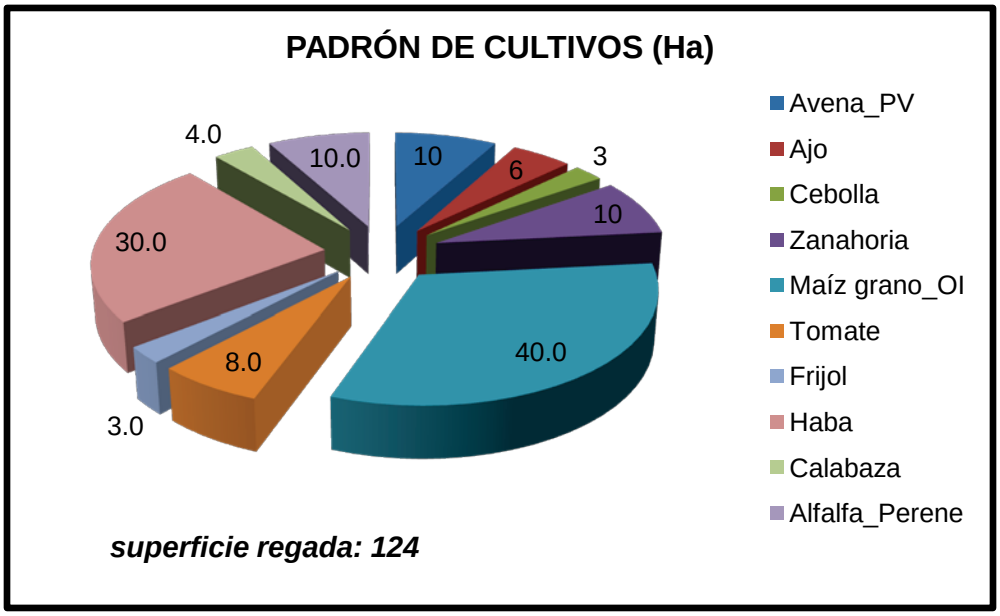
La red de caminos dentro de la unidad de riego son terracerías y se encuentran de regular a mal estado.

I.3 Producción agrícola y factores que inciden en la producción

I.3.1 Cultivos, superficie sembrada y cosechada por ciclo agrícola (Primavera-Verano (PV), Otoño-Invierno (OI) y perenes).

La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C. cuenta con 85 ha físicas y de éstas las 85 ha son regables. Durante el año 2011 se sembraron avena, ajo, cebolla, zanahoria, maíz grano, tomate, frijol, haba, calabaza y alfalfa, ocupando una superficie de 124 ha por el ciclo agrícola anual, lo que significa que hay una repetición del 45.9%(Ver Gráfica 1):

Gráfica 1.
Padrón de cultivos de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C.

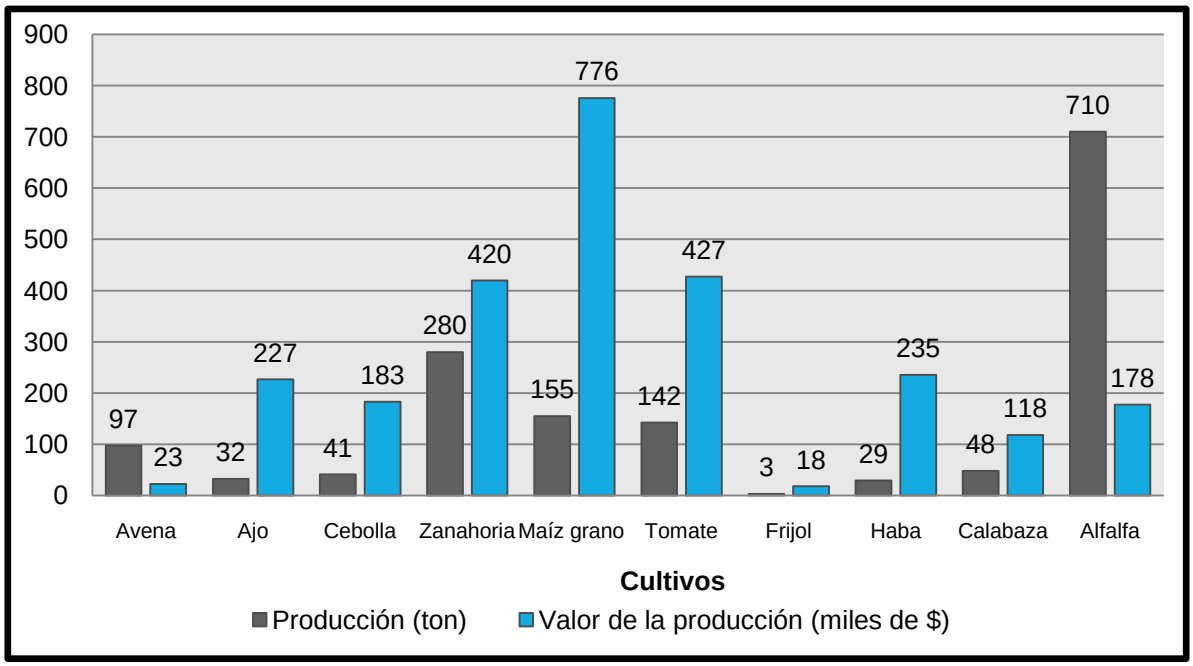


Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.3.2 Volumen y valor de la producción

En el Gráfica 2 se muestra la producción de acuerdo con los cultivos establecidos y el valor de la producción, donde se aprecia que en la unidad se siembran hortalizas. Sin embargo el maíz grano, la zanahoria y el tomate son de los cultivos más importantes para la unidad de riego debido al valor que representan.

Gráfica 2.
Valor de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

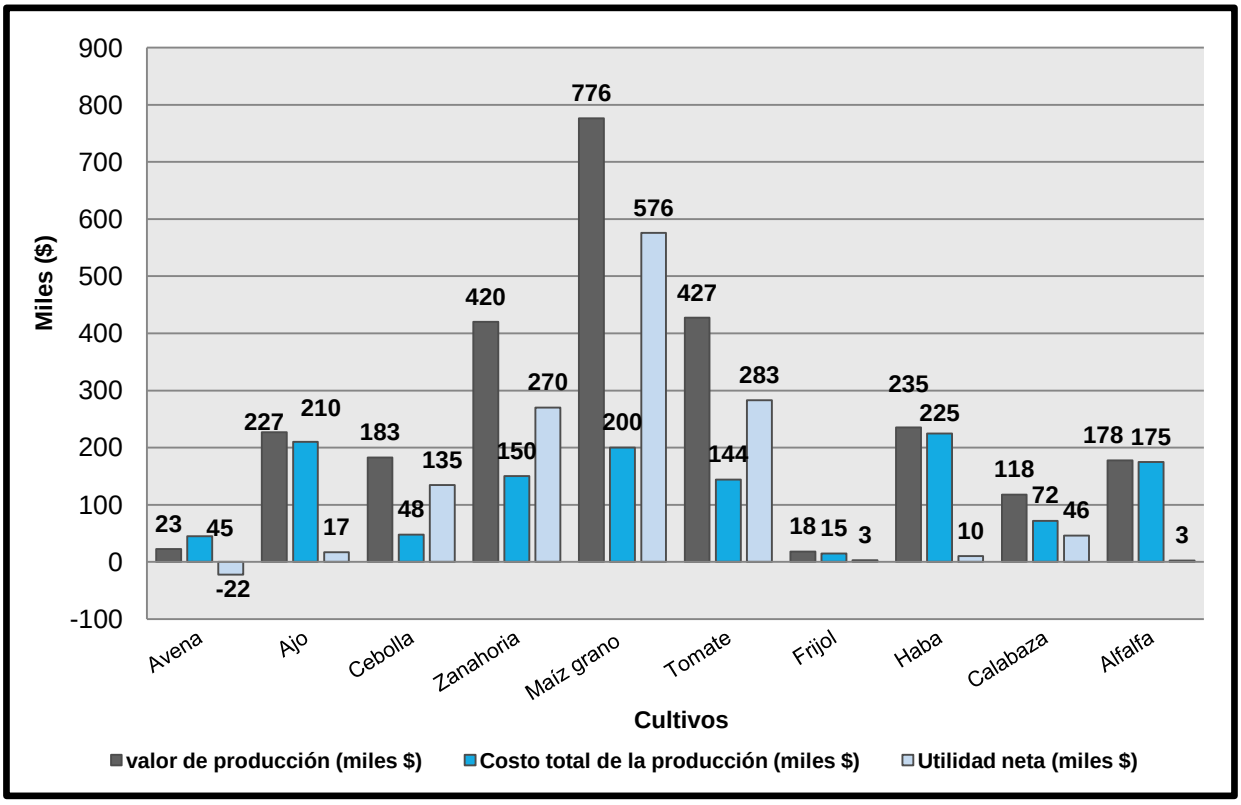
En el Tabla 2 del Subanexo A se muestra el valor de la producción y sus componentes de superficie, rendimiento y precio medio rural de cultivos sembrados de la unidad de riego durante el 2011. De la misma Tabla, se obtiene el valor de la producción, que es de $ 2'604,301 pesos.

I.3.3 Utilidad de la producción

Derivado de la información estadística obtenida en el área de estudio, se elaboró la Gráfica 3, en la que se aprecia por el valor cultivo, el costo y la utilidad neta de la producción durante el año agrícola 2011 considerando los rendimientos actuales y las formas de producción agrícola de la unidad de riego. Con esta información se obtuvo una utilidad total de la producción de $1'320,301 pesos y la utilidad por hectárea de $ 135,413 pesos en la situación actual (sin proyecto) (Ver Subanexo A Tabla 3).

De la misma gráfica se aprecia que los cultivos que más utilidad tuvieron fueron maíz grano, tomate y zanahoria.

Gráfica 3.
Utilidad de la producción a precios de 2011



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.4 Oferta de agua para riego

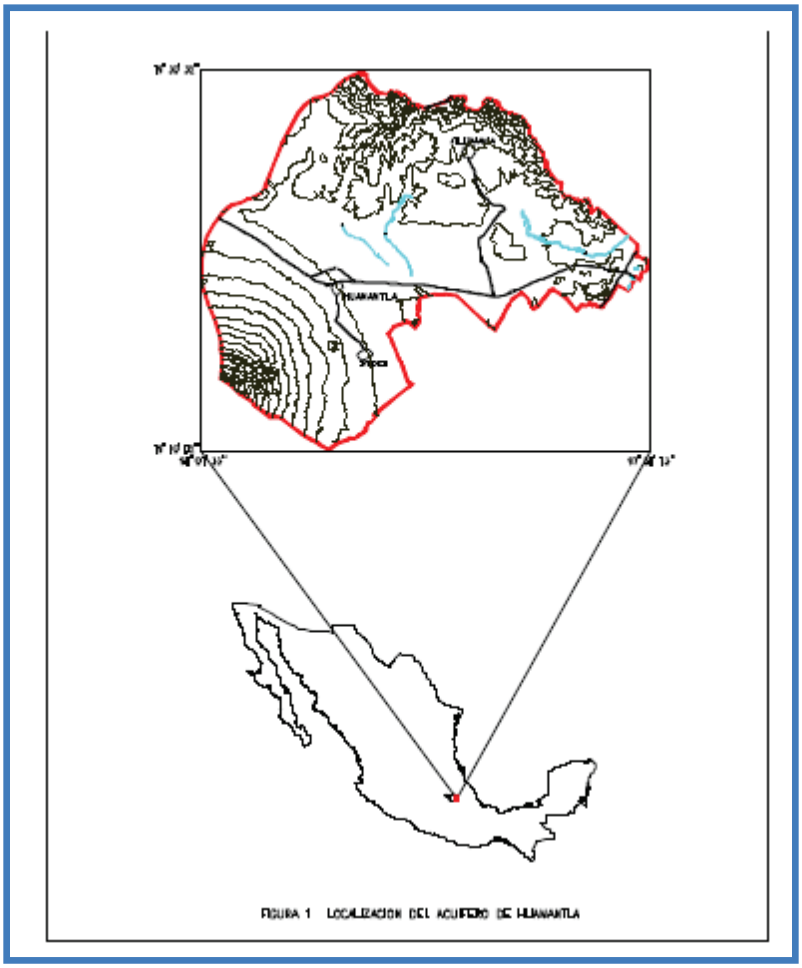
I.4.1 Sistema de cuerpos y fuentes de agua

El agua subterránea es la fuente principal utilizada para riego en el municipio, ya que en él se extrae el agua para el riego de la mayoría de los cultivos agrícolas mediante pozos.

El municipio del Carmen Tequexquitla, se encuentra asentado sobre el acuífero denominado Acuífero de Huamantla, el cual presenta una recarga anual de 98.3 Mm^3, un volumen concesionado de agua subterráneas de 51.70 Mm^3, un volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos de 58.5 Mm^3 y una disponibilidad media anual de agua subterránea de 26.09 Mm^3. De estos

datos se infiere que el acuífero se encuentra sobreexplotado (CONAGUA, 2009)(ver Ilustración 4).

Ilustración 4.
Localización del acuífero de Huamantla



En el municipio se encuentran registradas 16 unidades de riego. Sus fuentes de abastecimiento son pozos profundos y cuentan con sistemas de riego por aspersión. Según las *Estadísticas Básicas de la SAGARPA,* en el municipio se producen varios cultivos que van desde hortalizas a granos básicos (Ver Ilustración 5).

Ilustración 5.
Cultivo de ajos en La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C.

I.4.2 Manejo del suelo y el agua

Para la preservación del suelo en la unidad de riego se aplican prácticas nuevas. Las actividades que se realizan dependen del cultivo, entre éstas podemos citar las siguientes: subsuelo, barbecho, rastra, empareje, surcado, siembra y escarda (se utiliza parcialmente maquinaria). No se tiene presencia de drenes parcelarios ya que no se tiene niveles freáticos altos, ni problemas de excesos de agua por inundaciones.

En la zona de estudio no se han realizado trabajos de nivelación parcelaria ni se cuenta con equipos para hacerlo.

I.4.3 Infraestructura hidroagrícola

La infraestructura hidroagrícola de la unidad de riego en estudios se basa en un sistema de riego por aspersión. El agua entregada a nivel parcela presenta una alta eficiencia de aplicación por este método, sin embargo, el equipo debe contar con un buen plan de mantenimiento preventivo y correctivo para alcanzar dicho desempeño y esto no se observa en todos los casos.

En la Ilustración 6 se muestra la infraestructura que predomina en la unidad de riego.

Ilustración 6.
Infraestructura que predomina la unidad de riego.

La eficiencia de un equipo de aspersión en buenas condiciones alcanza hasta un 85%. Esta eficiencia se ve afectada cuando los equipos se deterioran y no tienen un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado. En el caso de esta unidad de riego en particular, se carece de financiamiento para comprar las piezas originales y los mismos usuarios fabrican los implementos a utilizar. Esto se traduce en pérdidas de agua, bajos rendimientos de las cosechas y altas tarifas en el consumo de energía eléctrica.

En la Ilustración 7 se muestra la localización del pozo de la unidad de riego y un aproximado de cómo se distribuye el agua dentro de la misma.

Ilustración 7.
Ubicación del pozo y la red de distribución del agua para riego

I.4.4 Disponibilidad de agua

Como se mencionó anteriormente, el municipio del Carmen Tequexquitla se ubica dentro del *acuífero de Huamantla*. De acuerdo con algunos trabajos recientes, este acuífero tiene una disponibilidad de agua de 26.09 Mm^3, lo que indica que el municipio tiene volumen para nuevos aprovechamientos y requiere implementar una operación medida y controlada de las extracciones al acuífero para lograr su sustentabilidad (CONAGUA, 2009).

I.4.5 Demanda de agua

La oferta de agua puede ser variable de acuerdo con la ocurrencia de precipitaciones en cada una de las estaciones del año y también debido a las pérdidas por evaporación. Las necesidades totales de agua de los cultivos (evapotranspiración potencial o uso consuntivo) están constituidas por la acumulación de las necesidades hídricas durante todo el ciclo de desarrollo de los cultivos. En regiones donde las precipitaciones son considerables, una parte de las necesidades de agua son aportadas por las lluvias. A la diferencia entre las

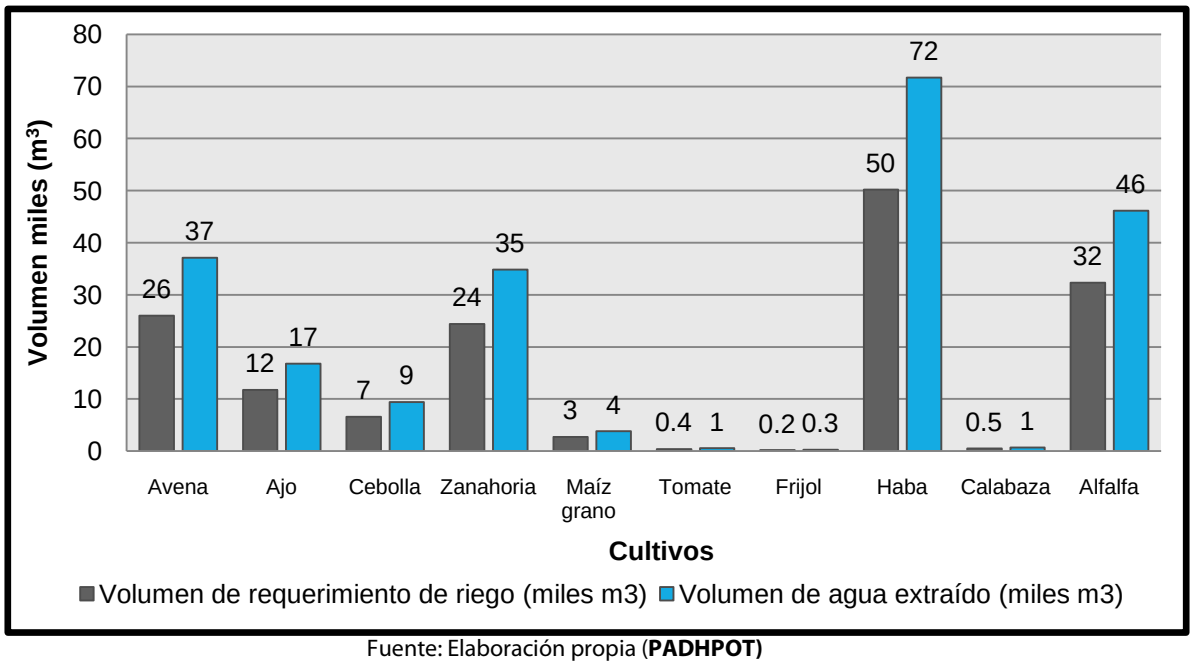
necesidades hídricas totales y las precipitaciones efectivas se les conoce como necesidades o requerimiento de riego de los cultivos.

Los requerimientos de riego de los cultivos establecidos en La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C. se determinaron con el programa de cómputo CROPWAT, desarrollado por la división de suelos y aguas de FAO.

El volumen de requerimiento de riego estimado para los cultivos y para la superficie cultivada es del orden de 154,891m^3. En lo que respecta a la eficiencia global a nivel de unidad de riego, relacionando los requerimientos de riego y los volúmenes entregados a nivel de toma parcelaria, ésta fue de 70% (ver Tabla 4 Subanexo A).

En la Gráfica 4 se observa que el volumen requerido es menor que el volumen extraído. Esto se debe a que la aplicación del agua a nivel parcela tiene baja eficiencia y los cultivos que más demandan agua son la avena, la zanahoria, el haba y la alfalfa. Por esta razón, los usuarios que siembran estos cuatro cultivos deberán tener mayor asesoría y capacitación hidráulica y agrícola o buscar las sustituciones de estos productos iguales o más rentables.

Gráfica 4.
Volumen requerido y extraído de la unidad de riego



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.4.6 Distribución del agua

El gasto asignado a cada usuario depende de la superficie agrícola con la que cuenta. Este gasto es designado por la Comisión Nacional del Agua. Ya que en la unidad de riego hay más de un usuario, la distribución del agua se lleva a cabo por tandeos, mediante el cual se designa el o los días de riego para cada usuario de la sociedad.

I.4.7 Productividad neta media del agua

Con la información obtenida en el área de estudio se estimó el índice de productividad del agua, el cual se presenta en el Tabla 5.

Tabla 5.
Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios de 2011.

Ciclo agrícola	Superficie regada (ha)	Volumen bruto (m3)	Utilidad neta de la producción ($)	Índice de productividad neta del agua ($/m3)
2010-2011	171	221,273	1,320,301	6

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.5 Diagnóstico de la situación actual y posible solución

I.5.1 Diagnóstico de la situación actual

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede concluir lo siguiente respecto a la situación actual de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C., en su explotación agrícola:

- Los usuarios de esta unidad de riego están organizados como lo establece la ley Agraria. En este caso, como una Asociación Civil (AC).
- La fuente de abastecimiento de agua en la unidad de riego es a través de un pozo profundo. El consumo que registran de energía eléctrica, varía entre 4 a 5 mil pesos mensuales por 12 hrs de trabajo diario
- El pozo profundo que abastece la unidad de riego se ubica dentro del *Acuífero de Huamantla*, para el caso del Carmen Tequexquitla, presenta un abatimiento del nivel estático de 0.33m.
- El acuífero de Huamantla presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 26.09 Mm^3, por lo que este acuífero no se encuentra sobre explotado
- La superficie física total que se riega en La Unidad para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C., es de 85 ha y se organiza de la siguiente manera: en el ciclo perene se riegan 10 ha,85 ha en el ciclo primavera-verano y29 ha en otoño-invierno, respectivamente.
- La superficie que se riega anualmente a nivel unidad es de 124 ha.
- Los cultivos más importantes por la superficie cultivada son: el maíz grano, haba, zanahoria, avena y alfalfa, ocupando el 80.6% de la superficie total y consumen el 87.5% (193,614m^3) del volumen de agua aplicada a nivel unidad de riego. En el resto de la superficie se siembran cultivos como: ajo, cebolla, calabaza, tomate y frijol
- La asignación del agua se hace en función de la superficie agrícola con la que cuenta cada uno de los usuarios y es distribuida por el método de

tandeo, el cual consiste en asignar a cada usuario la fecha y el número de horas-riego, la cuota de riego actual es de $105 pesos por hora por ha.

- El índice de productividad del agua en el acuífero es de 5.97 $/m^3, esto significa que por cada m^3 de agua aplicado se obtienen $5.67

I.5.2 Optimización de la situación actual

En evaluación de proyectos se optimiza la situación actual para no atribuirle beneficios al proyecto que no le corresponden. De esta manera, la situación actual (sin proyecto) constituye la base para comparar con la situación optimizada (con proyecto).

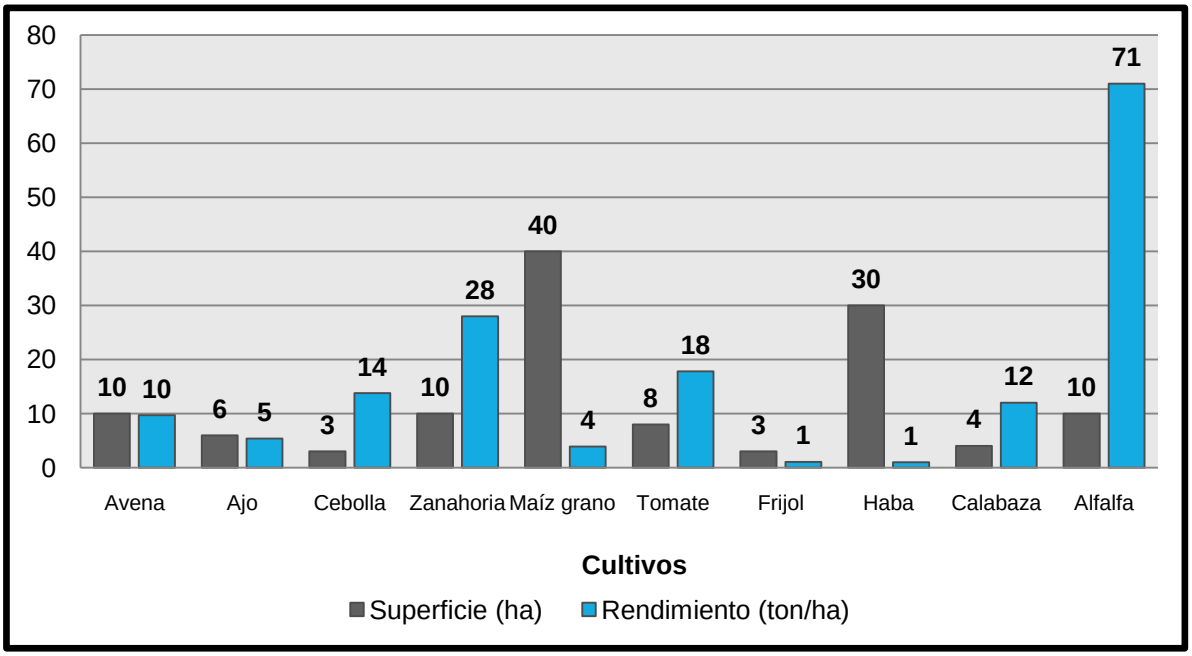
Para optimizar la situación actual se proponen las siguientes acciones:

39. Rehabilitación y mantenimiento periódico de la infraestructura de riego.
40. La reglamentación para el uso adecuado del agua de la fuente de abastecimiento.
41. Medición de los gastos y manejo de los mismos en la obra de cabeza.
42. La elaboración del proyecto y la ejecución del programa de mejora y conservación de la infraestructura.
43. Elaboración oportuna y cuidadosa de calendarios de riego para el pronóstico en tiempo real de riego.
44. Promover en el uso adecuado de paquetes tecnológicos, asesorando y capacitando a los productores.
45. Asesoría técnica.
46. Organización para la comercialización.

Con las acciones antes planteadas se espera tener un impacto directo en el rendimiento de los cultivos a través del manejo adecuado de paquetes tecnológicos, la conservación de la infraestructura hidroagrícola y el riego distribuido adecuadamente en el tiempo y el espacio conforme a los requerimientos de riego para cada producto.

En la Gráfica 5 se observa el rendimiento de los cultivos en la situación actual. En el 2011 se sembraron 124 ha. Los cultivos que más superficie ocuparon fueron el maíz grano (40 ha) y el haba (30 ha). Como se muestra, los rendimientos del maíz grano son moderados con respecto a productores de Sinaloa (6.9 ton/ha). El rendimiento de alfalfa es bueno, sin embargo, se han reportado productores en San Luis Potosí que han alcanzado los 120 ton/ha en verde.

Gráfica 5.
Superficie sembrada y rendimientos de los cultivos (sin Proyecto)

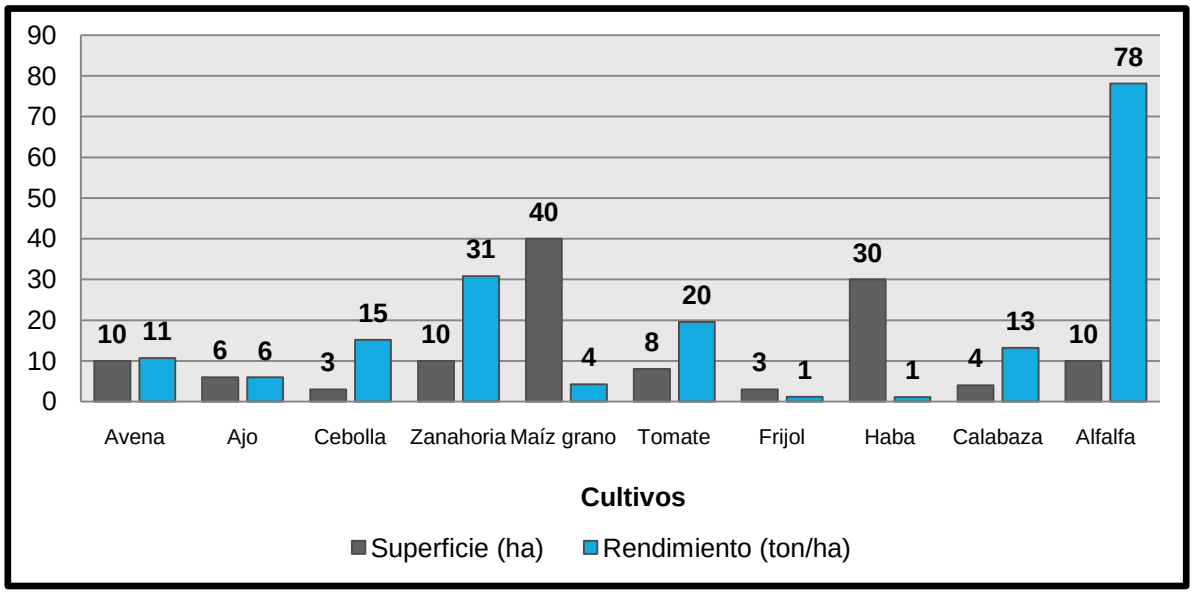


Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

La Gráfica 6 presenta un incremento en los rendimientos de los cultivos en una situación optimizada (con proyecto), es decir, implementando en la unidad mejoras en las prácticas hidráulicas y agrícolas, sembrando variedades mejoradas, aplicando fertilización adecuada y utilizando sistemas de riego presurizado. Con estas acciones se incrementaría la producción, mejoraría la calidad de los productos agrícolas obtenidos y, por consiguiente, se lograría aumentar el rendimiento de la producción en al menos 10%.

Del análisis de la Gráfica observamos que conservando la superficie de siembra se puede incrementar el rendimiento de los cultivos más producidos en la unidad de riego, como es el caso del maíz grano, haba, zanahoria, tomate y la alfalfa, por consiguiente, el incremento en la producción y en la utilidad obtenida.

Gráfica 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

En el Tabla 5 y 6del Subanexo A, se muestran los rendimientos, el valor de la producción y la utilidad neta de los cultivos en la situación actual y optimizada, respectivamente.

Se observa que hay un incremento en el rendimiento de los cultivos que se refleja en el valor de la utilidad neta que pasaría de $1’320,301 a $$1’580,731 pesos.

Cabe mencionar que las acciones planteadas no impactan en el gasto extraído de la fuente de abastecimiento, por lo tanto, los niveles de agua en el pozo de la unidad de riego en estudio se mantienen igual, es decir, en la situación actual.

La proyección de la situación optimizada se estimó suponiendo un incremento en los rendimientos actuales de los cultivos mediante las acciones de mejoramiento planteadas. El incremento en los rendimientos reflejará, para la situación sin

proyecto un aumento anual acumulado de los excedentes agrícolas derivado de las posibles medidas de optimización.

I.5.3 Identificación de soluciones

El acuífero donde se asienta La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C., de acuerdo con los últimos estudios (CONAGUA, 2009), tendiendo a la sobreexplotación debido a la extracción de agua subterránea en grandes cantidades para los sectores público urbano y el agrícola.

La unidad de riego en cuestión presenta problemas de baja eficiencia del uso del agua para riego, baja producción y calidad de los productos agrícolas y, por consecuencia, un lento y deteriorado desarrollo económico en la región, por lo que se plantea:

- Reponer, rehabilitar y/o dar mantenimiento periódico a la obra de cabeza
- Rehabilitar y/o dar mantenimiento al sistema de riego por aspersión
- Promover la asesoría y capacitación en el manejo del agua para riego y la producción agrícola
- Tener acceso al financiamiento por parte del gobierno e instituciones privadas.
- Promover entre los usuarios de la unidad la introducción de nuevos cultivos más redituables y que consuman menos agua.

I.5.4 Análisis de la propuesta

Con la propuesta anterior se busca mejorar la situación optimizada del proyecto, ya que con obras físicas se pretende:

5. Rehabilitar la fuente de abastecimiento y lograr las mejores eficiencias de extracción por kW consumido
6. Modernización del sistema de riego por aspersión para hacer más eficiente el uso del agua en la parcela, lo quepermitirá elevar la eficiencia del riego y con ello el ahorro de agua y mejorar los ingresos.

Una de las preocupaciones de los usuarios de la unidad de riego son los altos cobros del consumo de la energía eléctrica mensual, lo que sugiere que algo está pasando en la obra de cabeza del pozo y se requiere investigar, pues el desperfecto puede ser ocasionado por un pozo que requiera rehabilitación o por la baja eficiencia con que trabaja el equipo electromecánico.

Como se ha mencionado, en la unidad existe ya un sistema de riego por aspersión, por lo que sus utilidades netas ya se incrementaron con respecto a unidades donde utilizan el método de riego por gravedad, sin embargo, el equipo tiene 15 años de operación y no se la ha dado el mantenimiento preventivo ni correctivo que requiere por falta de recursos financieros, lo que ha originado que trabaje con baja eficiencia de entrega de agua, lo que se refleja en bajos rendimientos de los cultivos sembrados.

Las dos causas de baja productividad mencionadas en el punto anterior influyen en el bienestar de los usuarios, quienes ven sus utilidades bajar cada ciclo agrícola. El propósito que se tiene con este proyecto es incrementar la eficiencia actual de 70% a un del 85%, lo que permitirá ahorrar agua y con ello incorporar superficie agrícola que ya no se consideraba, introducir cultivos que generen mayor utilidad, incrementar los rendimientos o bien disminuir extracciones y frenar el abatimiento que se ha generado durante los últimos años.

Se pretende además aprovechar mejores tecnologías agrícolas, incrementar los rendimientos de los cultivos y elevar el nivel de bienestar de los usuarios.

I.6 Propuesta de inversión

I.6.1 Inversión en infraestructura

Para la modernización de por lo menos dos unidades de riego en el municipio del Carmen Tequexquitla se requiere una inversión de $4’207,750 a precios de 2011. El desglose de la inversión del componente principal de la obra se muestra en el Tabla 6.

Tabla 6.
Importe de la Inversión en la unidad de riego a precios de 2011.

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,357,750
Capitulo 6000	$1,850,000
TOTAL	**$4,207,750**

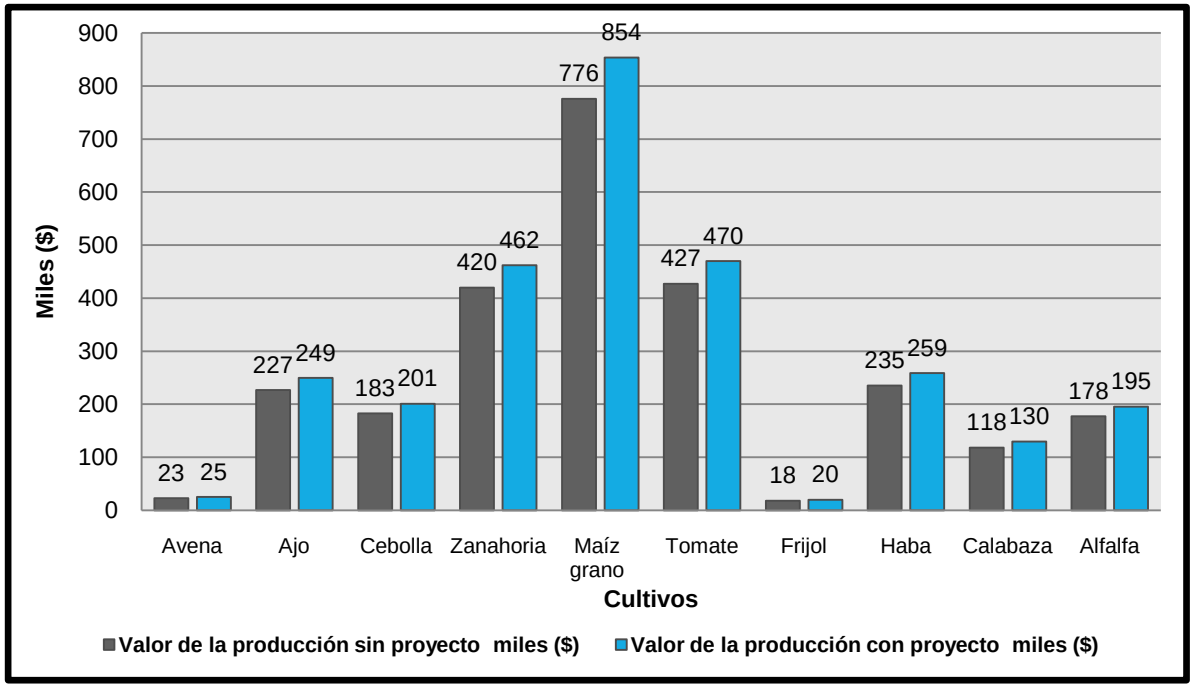
En la tabla anterior, el capitulo 3000 se refiere a la inversión en asesorías y cursos y el capitulo 6000 es inversión en infraestructura (ver Subanexo B).

I.6.2 Generación de ingresos y ahorro

En cuanto a la generación de ingresos y ahorros del proyecto, por una parte éstos se reflejarían en el incremento del rendimiento y, por ende, en el valor de la producción, (ver Gráfica 6 y Tabla 7 del Subanexo A).

En esta Gráfica se observa el valor de la producción sin y con proyecto. Se aprecia que al incrementar los rendimientos (10%) en cada cultivo, también incrementa la producción y, por lo tanto, el valor de la producción, generando con esto que los productores obtengan mejorías en sus utilidades para lograr su sustentabilidad.

Gráfica 7.
Comparación del valor de la producción sin y con proyecto incrementando 10% de los rendimientos



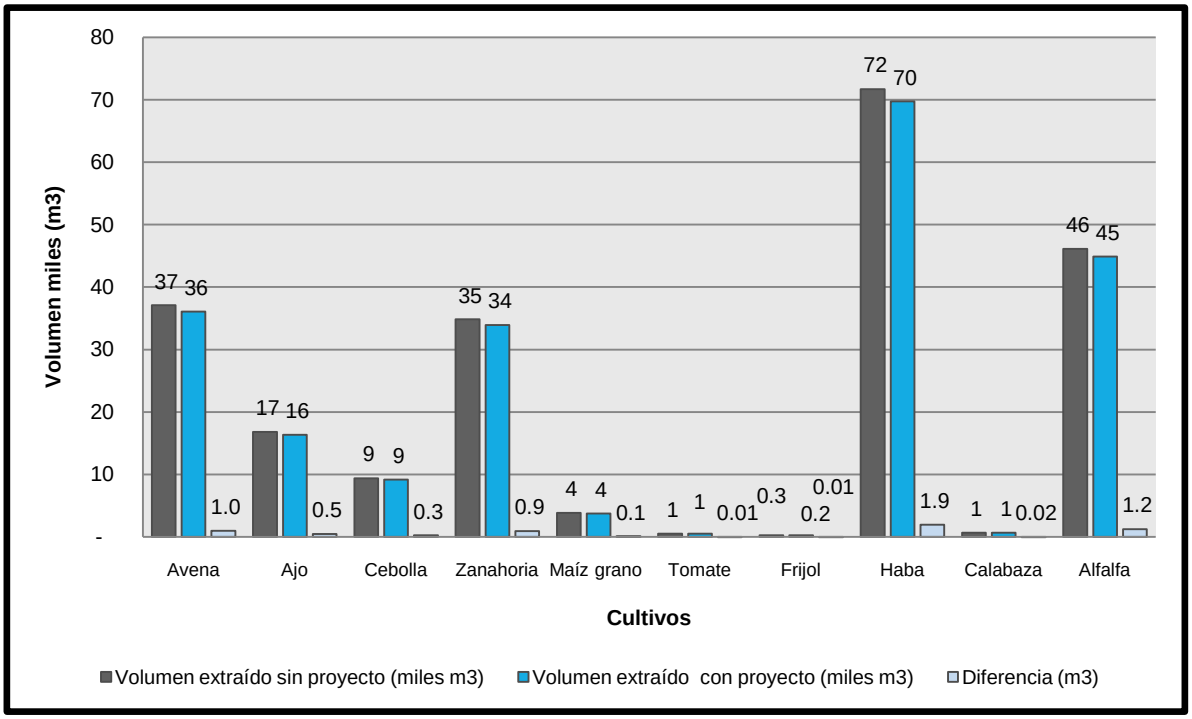
I.6.3 Ahorro de volúmenes de agua

Para satisfacer el padrón de cultivos y la superficie regable, actualmente se extrae un volumen de 221,000 m^3. Mejorando las eficiencias de conducción, distribución y aplicación este volumen se reduce a 215,000 m^3, por lo que se ahorraría aproximadamente 6,000m^3 (ver Gráfica 7 y tabla 8 del Subanexo A).

En la Gráfica 7 se tiene que los volúmenes extraídos sin proyecto son mayores en cada cultivo, que los volúmenes extraídos con proyecto y por consiguiente existe un ahorro de volumen de extracción. Este volumen permanecerá en el acuífero ayudando a estabilizarlo, por lo que desde este punto de vista se justificaría la inversión en La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C. y otras dos más del mismo municipio.

El volumen concesionado para el pozo 1 es de 459,000 m^3. De acuerdo con los cultivos establecidos, se requieren fisiológicamente 154,891 m^3 para cubrir sus ciclos vegetativos adecuadamente, sin embargo, por la eficiencia con que operan los equipos (70%), actualmente se genera una extracción de agua subterránea de 221,273m^3. Aparentemente el volumen de extracción es menor que el concesionado, por lo que se requiere un análisis más detallado en la unidad de riego para conocer la superficie sembrada, la superficie cosechada, los rendimientos más apegados a la realidad, la producción obtenida en cada ciclo agrícola, sus costos de producción reales y sus precios de venta actualizados. Esta información se obtendrá en las siguientes etapas del proyecto, visitando a más productores y consultando otras fuentes de estadísticas agrícolas en el estado de Tlaxcala.

Gráfica 8.
Diferencia del volumen de extracción sin proyecto y con proyecto



Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

I.7 Conclusiones y recomendaciones

- Se presentan altos costos de energía eléctrica por la extracción de agua para uso agrícola

- Existe baja eficiencia del sistema de riego por aspersión

- Se carece de capacitación, asesoría en cuanto al manejo del sistema de riego por aspersión

- Se carece de apoyos financieros para adquirir nueva tecnología para hacer más productivo el campo

- No se disponen de un estudio de mercado para vender sus productos

Recomendaciones

- Realizar las inversiones necesarias para lograr una mejoría sin descuidarla sustentabilidad ambiental de La Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Tequexquitla pozo 1, A.C y una unidad más con las mismas características.

Bibliografía

Colegio de Postgraduados. (1998). Diagnóstico Preliminar sobre superficies regables y volúmenes requeridos en las UR. Montecillo, México, México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0) (Organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver 2.0). México, Distrito Federal, México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver. 2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (Ver. 2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver. 2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2006). Sistema de Información de Unidades de Riego (ver2.0) (organizadas y sin organizar). México, D.F., México.

CONAGUA. (2000). Tecnificación de Unidades de Riego en México. México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, Acuifero (2023), Valle de Puebla, Puebla . México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca . México, D.F, México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca . México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2025) Valles Centrales, Oaxaca. México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2903) Huamantla, Tlaxcala. México, D.F., México.

CONAGUA. (2009). Actualización de la diponibilidad media anual de agua subterránea, acuífero (2103) Atlixco-Izucar de Matamoros, Puebla. México, D.F., México.

SAGARPA. (2011). SIAP- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquer. México, D.F., México.

SAGARPA. (2011). SIAP- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, D.F., México.

Alexander, F. J. (2003). Bases teoricas de la organización de unidades de riego de México. Zacatecas, Zacatecas, México.

Posgraduados, C. d. (2000). Diagnóstico preliminar sobre superficies regables en las unidades de riego organizadas y sin organizar. montecillo, México, México.

Subanexo A.

Tabla 1.
Padrón de cultivos sembrados en la unidad de riego durante el 2011

Cultivo	Superficie sembrada (ha)
Otoño-Invierno	
Avena	10
Ajo	6
Cebolla	3
Zanahoria	10
Subtotal	**29**
Primavera -verano	
Maíz grano	40
Tomate	8
Frijol	3
Haba	30
Calabaza	4
Subtotal	**85**
Perenes	
Alfalfa	10
Subtotal	**10**
Total	**124**

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

Tabla 2.
Valor de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie (ha)		Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)	PMR ($/ton)	Valor de la producción ($)
	Sembrada	Cosechada				
Avena	10	10	9.7	97	234	22,761
Ajo	6	6	5.4	32	7,000	226,800
Cebolla	3	3	13.8	41	4,427	182,863
Zanahoria	10	10	28.0	280	1,500	420,000
Maíz grano	40	40	3.9	155	5,000	776,000
Tomate	8	8	17.8	142	3,000	427,200
Frijol	3	3	1.1	3	5,500	17,985
Haba	30	30	1.0	29	8,000	235,200
Calabaza	4	4	12.0	48	2,450	117,992
Alfalfa	10	10	71.0	710	250	177,500
Total	**124**	**124**		**1,539**		**2,604,301**

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT**)

Tabla 3.
Utilidad de la producción (sin proyecto) a precios de 2011

Cultivo	Superficie cosechada(ha)	Producción				Utilidad neta por ha ($/ha)
		(ton)	Valor ($)	Costo total ($)	Utilidad neta ($)	
Avena	10	97	22,761	45,000	-22,239	-2,224
Ajo	6	32	226,800	210,000	16,800	2,800
Cebolla	3	41	182,863	48,000	134,863	44,954
Zanahoria	10	280	420,000	150,000	270,000	27,000
Maíz grano	40	155	776,000	200,000	576,000	14,400
Tomate	8	142	427,200	144,000	283,200	35,400
Frijol	3	3	17,985	15,000	2,985	995
Haba	30	29	235,200	225,000	10,200	340
Calabaza	4	48	117,992	72,000	45,992	11,498
Alfalfa	10	710	177,500	175,000	2,500	250
Total	124	1,539	2,604,301	1,284,000	1,320,301	135,413

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 4.
Requerimientos de riego, lámina neta y eficiencia (situación actual).

Cultivo	Superficie (ha)	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación (mm)	Prec. Efec (mm)	Req.Riego* (mm)	Volumen de requerimiento de riego (m^3)	Eficiencia (%)	Lamina neta de riego (mm)	Volumen de agua extraído (m^3)
Avena	10	399	269	173	260	25,970	0.70	371	37,100
Ajo	6	325	212	178	196	11,754	0.70	280	16,791
Cebolla	3	320	212	132	219	6,582	0.70	313	9,403
Zanahoria	10	319	97	86	244	24,390	0.70	348	34,843
Maíz grano	40	350	667	448	7	2,680	0.70	10	3,829
Tomate	8	463	667	495	5	376	0.70	7	537
Frijol	3	312	587	412	6	177	0.70	8	253
Haba	30	360	417	221	167	50,190	0.70	239	71,700
Calabaza	4	455	729	503	12	472	0.70	17	674
Alfalfa	10	796	795	638	323	32,300	0.70	461	46,143
Total	124	4,098	4,652	3,286	1,438	154,891		2,055	221,273

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

* El cálculo del requerimiento de riego se realizó por medio del programa CROPWAT 8.0 para Windows (recomendado por FAO) es un programa informático para el cálculo de los necesidades de agua de los cultivos y riego basado en datos de suelo, clima y cultivos. Además, el programa permite el desarrollo de calendarios de riego para las diferentes gestiones y el cálculo del régimen de abastecimiento de agua para diferentes patrones de cultivos. Debido a la gran cantidad de variables para el cálculo de la evapotranspiración y a lo restringido de los datos meteorológicos disponibles a nivel México, los resultados de requerimiento de riego pueden variar, pero siempre será mejor tener una aproximación que no contar con nada en algunas regiones del país.

Tabla 5.
Rendimiento de los cultivos con la situación actual (sin proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Avena	10	9.7	234	97	22,761	45,000	-22,239
Ajo	6	5.4	7,000	32	226,800	210,000	16,800
Cebolla	3	13.8	4,427	41	182,863	48,000	134,863
Zanahoria	10	28.0	1,500	280	420,000	150,000	270,000
Maíz grano	40	3.9	5,000	155	776,000	200,000	576,000
Tomate	8	17.8	3,000	142	427,200	144,000	283,200
Frijol	3	1.1	5,500	3	17,985	15,000	2,985
Haba	30	1.0	8,000	29	235,200	225,000	10,200
Calabaza	4	12.0	2,450	48	117,992	72,000	45,992
Alfalfa	10	71.0	250	710	177,500	175,000	2,500
Total	124			1,539	2,604,301	1,284,000	1,320,301

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 6.
Rendimiento de los cultivos con la situación optimizada (con proyecto)

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (ton/ha)	PMR ($/ton)	Producción			Utilidad Neta ($)
				Ton	Valor ($)	Costo ($)	
Avena	10	10.7	234	107	25,037	45,000	-19,963
Ajo	6	5.9	7,000	36	249,480	210,000	39,480
Cebolla	3	15.1	4,427	45	201,149	48,000	153,149
Zanahoria	10	30.8	1,500	308	462,000	150,000	312,000
Maíz grano	40	4.3	5,000	171	853,600	200,000	653,600
Tomate	8	19.6	3,000	157	469,920	144,000	325,920
Frijol	3	1.2	5,500	4	19,784	15,000	4,784
Haba	30	1.1	8,000	32	258,720	225,000	33,720
Calabaza	4	13.2	2,450	53	129,791	72,000	57,791
Alfalfa	10	78.1	250	781	195,250	175,000	20,250
Total	124			1,693	2,864,731	1,284,000	1,580,731

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 7.
Valor de la producción sin y con proyecto (incremento del rendimiento 10%)

Cultivos	Valor de la producción sin proyecto miles ($)	Valor de la producción con proyecto miles ($)
Avena	23	25
Ajo	227	249
Cebolla	183	201
Zanahoria	420	462
Maíz grano	776	854
Tomate	427	470
Frijol	18	20
Haba	235	259
Calabaza	118	130
Alfalfa	178	195
Total	2,604	2,865

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Tabla 8.
Diferencia del volumen de extracción sin proyecto y con proyecto

Cultivo	Volumen extraído sin proyecto (miles m3)	Volumen extraído con proyecto (miles m3)	Diferencia (m^3)
Avena	37	36	1.0
Ajo	17	16	0.5
Cebolla	9	9	0.3
Zanahoria	35	34	0.9
Maíz grano	4	4	0.1
Tomate	1	1	0.0
Frijol	0	0	0.0
Haba	72	70	1.9
Calabaza	1	1	0.0
Alfalfa	46	45	1.2
Total	**221**	**215**	**6**

Fuente: Elaboración propia (**PADHPOT)**

Subanexo B. Inversiones a realizarse en 2 Unidades de Riego en el municipio de El Carmen Tequexquitla

Resumen de inversión del Carmen Tequexquitla

Concepto	Monto estimado
Capitulo 3000	$2,357,750
Capitulo 6000	$1,850,000
TOTAL	**$4,207,750**

6. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 1ra. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Curso sobre Planeación de la operación de las fuentes de abastecimiento	Evento	6	$13,700	$82,200	$27,400	$27,400	$27,400							
Curso de Programación del riego	Evento	6	$13,700	$82,200		$27,400		$27,400		$27,400				
Curso sobre distribución del agua	Evento	5	$13,700	$68,500		$22,833		$22,833		$22,833				
Curso sobre la operación y mantenimiento de equipos de bombeo	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Curso de Elaboración de programas de conservación	Evento	6	$13,700	$82,200		$41,100	$41,100							
Curso de Seguimiento y control de los programas de conservación	Evento	5	$13,700	$68,500		$34,250	$34,250							
Curso para la gestión de proyectos	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									
Curso de análisis e integración de la cuota	Evento	0.5	$13,050	$6,525	$6,525									

por servicio de riego														
Curso sobre riego presurizado	Evento	6	$16,100	$96,600		$32,200	$32,200	$32,200						
Curso de operación de redes de baja presión	Evento	6	$16,100	$96,600		$32,200	$32,200	$32,200						
Curso de operación y evaluación de sistemas de riego por gravedad	Evento	5	$16,100	$80,500		$26,833	$26,833	$26,833						
Curso uso y aplicación de plaguicidas y de fertilizantes	Evento	6	$13,700	$82,200	$27,400	$27,400	$27,400							
Curso de Fertirrigación	Evento	6	$13,700	$82,200	$27,400	$27,400	$27,400							

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 2da. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Curso para la Introducción de cultivos alternos	Evento	5	$13,700	$68,500	$22,833	$22,833	$22,833							
Organización legal de usuarios de la unidad de riego	Asesoría	2	$7,000	$14,000	$4,667	$4,667	$4,667							
Asesoría en operación de infraestructura hidroagrícola	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en conservación de obras, maquinas y equipos de la unidad	Asesoría	2	$10,000	$20,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000
Asesoría en la administración de la unidad de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Asesoría en buenas prácticas hidráulicas del sistema de riego	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	

Asesoría en buenas prácticas agrícolas e introducción de nuevos cultivos	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Canalizar a usuarios de la unidad a los Programas de gobierno que ofrecen financiamientos	Asesoría	2	$5,000	$10,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000		$2,000
Proyectos de comercialización de productos (acopio, selección, empaque, almacenaje, distribución y venta).	Asesoría	2	$10,000	$20,000	$4,000		$4,000		$4,000		$4,000		$4,000	
Programa de sustitución de equipos electromecánicos de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia	programa	2	$150,000	$300,000	$150,000	$150,000								
Programa de adquisición de medidor volumétrico e instalación en la fuente de abastecimiento	programa	2	$100,000	$200,000	$100,000	$100,000								
Proyecto para elaborar planos y padrón de la unidad	Expediente	2	$21,000	$42,000	$21,000	$21,000								
Elaboración de un sistema de información geográfica con la información obtenida	Programa	2	$30,000	$60,000		$60,000								
Proyecto para determinar el funcionamiento actual del pozo	Expediente	2	$50,000	$100,000		$50,000	$50,000							
Proyecto para determinar la eficiencia de los equipos electromecánicos	Expediente	2	$50,000	$100,000			$50,000	$50,000						
Proyecto para determinar las eficiencias de conducción, distribución y aplicación del agua de riego	Expediente	2	$20,000	$40,000		$20,000	$20,000							
Proyecto de análisis de la situación de producción agrícola en la unidad	Expediente	2	$30,000	$60,000	$30,000	$30,000								

1. Inversión en cursos y asesoría (capítulo 3000) 3ra. parte

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Análisis a detalle sobre la calidad de agua de riego y de las propiedades físicas y químicas del suelo	Expediente	2	$60,000	$120,000		$48,000		$18,000	$18,000	$18,000	$18,000			
Proyecto de compactación de áreas agrícolas y reconversión de cultivos	Proyecto	2	$10,000	$20,000		$20,000								
Proyecto de diseño de un sistema de riego por aspersión considerando cultivos, manejo eficiente del agua y rendimientos esperados	Proyecto	2	$10,000	$20,000	$20,000									
Estudio de mercado para determinar la potencialidad económica de la región	Expediente	2	$30,000	$60,000		$30,000	$30,000							
Elaborar manuales y reglamentos internos de operación, conservación y administración de la unidad de riego	Manual	4	$30,000	$120,000		$40,000	$40,000	$40,000						
TOTAL		**108**		**$2,357,750**	**$486,583**	**$924,350**	**$509,117**	**$255,467**	**$38,000**	**$74,233**	**$38,000**	**$6,000**	**$20,000**	**$6,000**

2. Inversión en infraestructura (Capitulo 6000)

					Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Infraestructura básica.	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Costo aproximado**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 1**	**Sem 2**
Programa de rehabilitación del pozo, video del estado físico del ademe, limpieza y mantenimiento a la columna de bombeo, mantenimiento y/o trabajos mayores al equipo de bombeo.	programa	2	$500,000	$1,000,000	$500,000	$500,000								
Programa de rehabilitación del sistema de riego por aspersión para 85 ha	hectáreas	85	$10,000	$850,000	$425,000	$425,000								
Total				**$1,850,000**	$925,000	$925,000	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

PADHPOT

Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

Anexos 20 al 22

Generales

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

PADHPOT

Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

Anexo 20. Directorio de Instituciones aliadas

Anexo 20. Directorio de Instituciones aliadas

Estado	Institución	Contacto	Cargo	Correo electrónico	Teléfono	Dirección
Oaxaca	**Cámara de Diputados**	Narcedalia Ramírez Pineda	Diputada Federal	narcedalia.ramirez@congreso.gob.mx	50 36 00 00 Ext. 56225	
Oaxaca	**Comisión Estatal del Agua**	Jocelyn Arango Castillejos	Secretaria Particular Del Director General	reynarevilla@oaxaca.gob.mx	(951) 5016900	Centro Administrativo del Poder Ejecutivo y Judicial, Gral. Porfirio Díaz. Av. Gerardo Pandal Graff No. 1, Reyes Mantecón, San Bartolo Coyotepec. Oaxaca.
Oaxaca		Sergio Rodrigo Rolando García Varela	Director General	rolandogarcia@oaxaca.gob.mx	(951) 5016900	Centro Administrativo del Poder Ejecutivo y Judicial, Gral. Porfirio Díaz. Av. Gerardo Pandal Graff No. 1, Reyes Mantecón, San Bartolo Coyotepec. Oaxaca.
Oaxaca		Rubén Ríos Ángeles		ceadirgral@oaxaca.gob.mx	(951) 5016900 Ext. 22502	
Oaxaca	**CONAGUA**	Manuel Jacob Velásquez Rodríguez	Director de infraestructura hidroagrícola, Organismo de Cuenca Pacífico Sur	manuel.velasquez@conagua.gob.mx, jacobo630@hotmail.com	(951) 51 395 41 Cel. 951 11 711 20 Fax. (951) 51 514 34	Emilio Carranza 201, Nivel 2, Col. Reforma, Oaxaca de Juárez, Oax. CP. 68050
Oaxaca	**Instituto de la Naturaleza y la Sociedad de Oaxaca A.C. (Proyecto Aguaxaca)**	Ecólogo Juan José Consejo	Director	inso@prodigy.net.mx; jjconsejo@hotmail.com	(951) 51 4 64 90, 51 6 79 26	M. Bravo 210-Altos, Col. Centro, Ciudad de Oaxaca, C.P. 68000
Oaxaca	**Secretaría de las Infraestructuras y Ordenamiento Territorial Sustentable del Estado de Oaxaca**	Netzahualcóyotl Salvatierra López	Secretario de las Infraestructuras y Ordenamiento Territorial Sustentable del Estado de Oaxaca	netza.salvatierra@oaxaca.gob.mx	019 51 501 69 00 Ext. 25002	
Oaxaca	**SEDAFP Oaxaca**	Ing. Jorge Octavio Carrasco Altamirano	Secretario de Producción	jorgecarrasco@oaxaca.gob.mx	50 169 00 Ext. 25502 y 25503 / 045 951 234 8099 /	Ciudad Judicial Edificio F, Heliodoro Charis Castro, 2° nivel, Av.

					045 951 228 7489	Gerardo Pandal Graff, No.1 Reyes Mantecón, San Bartolo Coyotepec, CP. 71257, Oaxaca, Oax.
Oaxaca		Ing. Hilda Gutiérrez Velasco	Secretaria Técnica de la Subsecretaría de Producción		Cel. 044 951 11 38 086 / 01 951 50 169 00 ext. 25 503 y 25 288.	Ciudad Judicial Edificio F, Heliodoro Charis Castro, 2° nivel, Av. Gerardo Pandal Graff, No.1 Reyes Mantecón, San Bartolo Coyotepec, CP. 71257, Oaxaca, Oax.
Oaxaca	**Foro Oaxaqueño del Agua (FOA)**	Carlos Gilberto Plascencia Fabila		forooaxaquenodelagua@gmail.com / sanpabloetla@yahoo.com.mx	(951) 51.60.08 1 / (951) 50.46.62 0	M. Bravo 210-Altos, Col. Centro, Ciudad de Oaxaca, C.P. 68000

Municipio	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
Zimatlán de Álvarez	Alfredo Bravo Espinoza	Jefe del Departamento de Riego	50.16.90.0 ext. 25256	bravoea@gmail.com
Zimatlán de Álvarez	Torino Morales	Presidente de consejo legislativo	(951)25.65.21.9	
Zimatlán de Álvarez	Erasto Leim Gómez	Presidente unidad de el potrero no. 21	(951)57.15.27.7	
Zimatlán de Álvarez	Ing. José Moisés Villalobos Sánchez	Encargado del Área de Desinfección de la CEA		m.yolo@hotmail.com
Zimatlán de Álvarez	José Fermín Hernández	Jefe de oficina y coordinación de apoyo a organismos operadores		
Zimatlán de Álvarez	Lic. Cristóbal Ciprian García	Analista Organismos Operadores		cipriancristobal@yahoo.com
Zimatlán de Álvarez	Timoteo Cruz Arango	Regidor de Hacienda	(951)19.97.16.8	
Zimatlán de Álvarez	Fidel Bernardino Quevedo Castillo	Director del Sistema de Agua Potable	(951)12.99.81.9	
Zimatlán de Álvarez	Raymundo Cuevas Martínez	Comisario Ejidal		
Zimatlán de Álvarez	Manuel Salvador	Tesorero Comisaría Ejidal	(951)22.49.61.7	
Zimatlán de Álvarez	Said García García	Depto. Técnico Presidencia	(951)17.04.08.0	
Zimatlán de Álvarez	Gerardo Nivón Cruz	Director de Productora Agrícola SEDAFP	(951)11.93.52.9	gerardonivon@live.com
Zimatlán de Álvarez	Humberto Hernández Ramírez	Auxiliar SAPAZ	(951)19.93.13.9	

Entidad	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
Ocotlán de Morelos	Adalberto García	Jefe de Proyecto	(951)51.43.4	adalberto.garcia@conagua.gob.mx
Ocotlán de Morelos	Alfredo Bravo E.	Jefe del Depto. de Riego	50.16.90.0 ext.25256	bravoea@gmail.com
Ocotlán de Morelos	Francisco Javier Márquez Serrelangue	Coordinador del Organismo Operador CEA	(951)56.92.39.7 / (951)50.16.90.0 ext. 22752	javiermarquez83@hotmail.com
Ocotlán de Morelos	Sergio Gerardo Aguirre	Director de Servicios Municipales	(044.951)30.76.41.1	serch0121@hotmail.com
Ocotlán de Morelos	Arq. Juan Patiño Gómez	Reg. de obras	(951)16.95.02.5	efox@hotmail.com

Entidad	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
San Francisco Telixtlahuaca	David García de la Rosa	Regidor de Hacienda	(951)11.05.49.9	
San Francisco Telixtlahuaca	Alfredo Bravo E.	Jefe de Departamento de Riego	50.16.90.0 ext. 25256	bravoea@gmail.com
San Francisco Telixtlahuaca	Tomas Cortes Ruíz	Jefe de Proyecto	(951)51.51.43.4	tomas.cortes@conagua.gob.mx
San Francisco Telixtlahuaca	José Moisés Villalobos	Encargado del Área de Desinfección	(951)13.12.39.0	m_yelo@hotmail.com
San Francisco Telixtlahuaca	Esteban Olvera Pérez	Administrador SAP	(951)13.60.80.9	telixsap@yahoo.com
San Francisco Telixtlahuaca	Eliseo López Gómez	Director de Desarrollo		
San Francisco Telixtlahuaca	Celestino Juan López	Presidente municipal	(951)22.87.51.3	municipio_telix_2011@hotmail.com
San Francisco Telixtlahuaca	Hipólito Pedro Flores Ramírez	Campesino	(951)10.78.771	
San Francisco Telixtlahuaca	Ángel Cruz Ramos	Profesor	(951)52.84.845	
San Francisco Telixtlahuaca	Agustín García Flores	Profesor	(951)52.84.559	
San Francisco Telixtlahuaca	Noé López Velázquez	Campesino	(951)21.08.238	
San Francisco Telixtlahuaca	Felipe Flores Ramos	Campesino	52.84.962	
San Francisco Telixtlahuaca	Luis Leonel Caballero Vázquez	Campesino		
San Francisco Telixtlahuaca	Uriel Cruz García	Comerciante	(951)54.40.128	
San Francisco Telixtlahuaca	Misael Jiménez de la Rosa	Profesor	(951)11.05.499	
San Francisco Telixtlahuaca	Liberty Méndez López	Alcalde municipal	(951)23.46.083	mlibertyl@hotmail.com
San Francisco Telixtlahuaca	María E. Juárez Vázquez	Directora de Reglamentos	(951)18.36.378	
San Francisco Telixtlahuaca	Juan Cruz Juárez	Regidor de Salud	(951)23.45.957	escorpion_2591@hotmail.com
San Francisco Telixtlahuaca	Luis Alberto Ocampo Caballero	Personal Técnico SEDAFP, Depto. De Riego Agrícola	(951)12.39.874	dicks_1811@hotmail.com
San Francisco Telixtlahuaca	Maribel E. Santiago García	Secretaría municipal	(951)23.45.904	municipio_telix_2011@hotmail.com
San Francisco Telixtlahuaca	Víctor Hugo López Chávez	Contratista	(951)16.06.921	

San Francisco Telixtlahuaca	Jaime López Gómez	Concejo de Vigilancia	(951)14.66.682	
San Francisco Telixtlahuaca	Abel López Gómez	Primer secretario de consejo		
San Francisco Telixtlahuaca	Cesar Mendoza Díaz	Regidor Ecología	(951)11.19.957	
San Francisco Telixtlahuaca	Francisco Abraham Bautista	Regidor de Obras	(951)23.45.902	
San Francisco Telixtlahuaca	Bernardino Cruz López	Comisario de Bienes Comunales	(951)18.80.17.7	

Estado	Institución	Contacto	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Dirección
Puebla	**Comisión Estatal de Agua y Saneamiento**	Fernando Loyola Vargas	Coordinador Técnico	fernando.loyola@puebla.gob.mx / floyola@yahoo.com.mx	237 20 99 y 237 25 71 ext. 109	31 Oriente No. 21, Col. Huexotitla, CP 72530, Puebla, Pue.
Puebla		Jaime Joel Gutiérrez Arroyo	Administrador General	jaime.gutierrez@puebla.gob.mx	404 77 84 Conmutador. 237 20 99 y 237 25 71 ext. 115 Cel. 22.2260.0634	31 Oriente No. 21, Col. Huexotitla, CP 72530, Puebla, Pue.
Puebla		Estefanía Martínez Tavera	Directora de Planeación	estefania.martinez@puebla.gob.mx, estefmtzt@hotmail.com	237 20 99 y 237 25 71 ext. 117	31 Ote. No. 21 Col. Huexotitla. CP. 72530, Puebla, Pue.
Puebla		Amy Louise Camacho	Secretaria de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla	sandybadillo@gmail.com	01222 777 5614 y 31	
Puebla		Manuel Urquiza Estrada	Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla	MUrquiza@soapap.gob.mx	222) 354 4271	
Puebla		Rubén Ríos		riosan03@yahoo.com.mx, jriosan@prodigy.net.mx	(951) 117 3286	
Puebla		Jesús López Robles	Nuevo Director del CEA			
Puebla	**Alternativas y Procesos de Participación Social**	Jorge Antonio Márquez Bazán		jorgemarquez@alternativas.org.mx	01 238 371 22 95 / 25 50 / 25 33	Vicente Guerrero 141, San Lorenzo Teotipilco, Tehuacan, Puebla

Entidad	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
Izúcar de Matamoros	Bernardo Emilio Morales Vargas	Dir. De Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial	045.222.54.10.12.5	mylo88@hotmail.com
Izúcar de Matamoros	Cesar Pablo Romero	Director de Obra Pública	(243)10.01.12.5 / (243)10.33.63.5	degarm22@hotmail.com
Izúcar de Matamoros	Cesar Solís Gómez	Director de Proyectos	23.72.09.9 ext. 126 / 045.222.27.09.66.0	ceasproyectos@yahoo.com.mx
Izúcar de Matamoros	José M. Tapia Sol	Auxiliar de Desarrollo	(243)43.49.51.4	jued253@yahoo.com.mx
Izúcar de Matamoros	Arturo Medel Merino	Director del Sistema	(243)43.60.53.9	
Izúcar de Matamoros	Agustín Fernández Martínez	Depto. Operativo	(243)43.60.53.9	org.agustin_fernandez@hotmail.com
Izúcar de Matamoros	Jorge Luis Vargas	Difusión Cultura de Agua	(243)11.30.70.4	
Izúcar de Matamoros	Gumaro Benítez Mantilla	Supervisor SDIR	(243)10.04.90.9	gubema11@hotmail.com
Izúcar de Matamoros	Dr. Armando Enrique Navarro Frométa	Secretario Académico	(243)10.64.99.4 / (243)43.63.89.4 ext. 319	navarro48_99@yahoo.com

Entidad	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
San Martín Texmelucan	Modesto Galoa Benítez	Asuntos …	48.45.90	
San Martín Texmelucan	Rosa Tapia Azotla	Responsable de Cultura del Agua	10.95.30.0	conagua_texmelucan@hotmail.com
San Martín Texmelucan	Javier Cosca	Director CEAS	23.72.09.9 ext. 204	cosca.javier@hotmail.com
San Martín Texmelucan	Laura Roldan	Directora de Comunicación Social	13.50.65.9	laura-roldan@live.com
San Martín Texmelucan	Mercedes Botello	Regidora de Salud	(222)44.45.05.5	bar-ba-ra3000@hotmail.com
San Martín Texmelucan	Raymundo Martínez Morales	Director General Organismo Operador	(248)48.40.89.6	soapafex@prodigy.net.mx
San Martín Texmelucan	Lucio Madrid Ramos	Pte. Conago de Productores Agrícolas	(248)12.92.69.4	

Entidad	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
Tehuitzingo	Jesús Alcaide Bermejo	Presidente Municipal	01(275).43.25.110	
Tehuitzingo	Arq. Emmanuel Ramírez Cuervo	Auxiliar en la Dirección de Obras Públicas	01(275).10.02.263	fabuapsoccer@hotmail.com
Tehuitzingo	Roberto Ramírez Guerrero	Auxiliar de Agua Potable	01(275).10.43.382	
Tehuitzingo	Nahúm A. Escamilla P.	Director de Agua Potable y Alcantarillado	01(275).10.02.072	
Tehuitzingo	Víctor M. Palma Arellano	Auxiliar de Agua Potable y Alcantarillado	01(275).10.32.026	
Tehuitzingo	Ramiro González C.	Sistema Operativo de Agua Potable		
Tehuitzingo	Eva Bello Ambrosio	Encargada de la Biblioteca	01(275).10.48.758	
Tehuitzingo	Vianey Ruíz Díaz	Regidora de Salud	01(275).10.40.416	Navi16_8@hotmail.com
Tehuitzingo	Antonio Gracia Hernández	Pte. De la Presa Boqueroncitos	01(275).43.25.049	
Tehuitzingo	Norberto Juan Bermejo	Secc. 4ta.		
Tehuitzingo	Yuridia Bravo Vaquero	Regidora de Educación	01(275).43.25.113 / 10.29.748	yur_bravo@hotmail.com
Tehuitzingo	Ciro García Merino	Contralor Municipal	01(275).10.22.741	ciro_141205@hotmail.com
Tehuitzingo	Sigfrido Dávila Méndez	Auxiliar Obras Públicas	01(275).10.35.546	seveisik@hotmail.com

Entidad	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
Cuetzalan del Progreso	Arturo Baez Carmona	Presidente Municipal	01(233).33.10.527 / 072	
Cuetzalan del Progreso	José Ortega Arrollo	Ciudadano	01(233).33.10.993	je_guru@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	Nataniel Martínez Ángeles	Dir. Del Museo Regional	045.233.10.42.711	colmahuistic@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	Nayely Hernández Pestaña	Coordinadora de Comunicación Social	222.42.62.444	yane.20@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	Silvestre Baltasar Olava	Profesor		silvestre.bo@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	Jacinta Teresa Hernández	Dir. Deportes del Ayuntamiento	01(233).10.79.174	jcy14@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	Jorge Báez Rodríguez	Ganadero	01(233).10.25.020	vaquerito-2011@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	Orlando Jiménez Guzmán	Ciudadano	01(233).10.29.409	m_tauro104@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	Edgardo Ramiro López	Profesor	01(233).10.83.531	pinsiz@hotmail.com
Cuetzalan del Progreso	José Babines	Dir. De Comunicación Social	01(233).11.13.802	jabape@gmail.com
Cuetzalan del Progreso	Lucio Juárez Hernández	Ciudadano	01(233).10.41.409	
Cuetzalan del Progreso	Ing. Carlos Lauro Sofo Cera	Auxiliar de Ecología	01(233).10.39.976	
Cuetzalan del Progreso	Jorge Flores López	Sub…	01(233).10.17.502	flolop22@hotmail.com

Estado	Institución	Contacto	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Dirección
Tlaxcala	**Comisión Estatal del Agua**	Aldo Lima Carrillo	Director	aldolimc@hotmail.com, info@ceat.gob.mx	(246) 46 222 58 y 46 281 48	Margen izquierdo del Río Zahuapan, s/n. San Hipólito Chimalpa, Tlaxcala, Tlax, CP. 90112
Tlaxcala		Guillermo Moctezuma Campos		g.moctezuma@ceat.gob.mx	(246) 46 222 58	
Tlaxcala		M.V.Z. Alberto Vázquez Díaz	Jefe de Planeación	ceatlax@hotmail.com	(246) 46 222 58 y 46 281 48	Margen izquierdo del Río Zahuapan, s/n. San Hipólito Chimalpa, Tlaxcala, Tlax, CP. 90112
Tlaxcala		Marco Antonio Sánchez Pulido	Jefe de Proyectos Sánchez Pulido	ceatlax@hotmail.com	(246) 222 58 y 46 281 48	Margen izquierdo del Río Zahuapan, s/n. San Hipólito Chimalpa, Tlaxcala, Tlax, CP. 90112
Tlaxcala	**Coordinación General de Ecología**	Alma Lucía Arzaluz Alonso	Coordinadora		4650900 ext. 1702, Fax 4625275	Jardín Botánico, Ixtulco, Tlax.
Tlaxcala		Juan Vázquez Márquez		fontlax@yahoo.com	01 246 466 03 56	
Tlaxcala	**SEFOA**	Carlos Jovany Cabrera		ingcarlosjcm@hotmail.com	246.11.07.588	
Tlaxcala	**Coitlax**	María de Lourdes Hernández		lourher@yahoo.com	246.46.45.233 ext. 145	
Tlaxcala				guillermo.dux@gmail.com	Cel. 247 100 82 37	

Entidad	Nombre	Cargo	Teléfono	Correo Electrónico
El Carmen Tequexquitla	Ramón Hernández Camacho	Obras Públicas		ramonhernandezc_9@hotmail.com
El Carmen Tequexquitla	Guillermo Moctezuma Campos	Capacitador Municipal	(246)46.22.25.8 / (247)10.08.23.7	gmoctezuma@ceat.gob.mx; guillermo.dux@gmail.com
El Carmen Tequexquitla	Cesar Sánchez López	Subdirector agua potable	(276)10.93.90.1	cesar.san15@hotmail.com
El Carmen Tequexquitla	Melquiades Espinoza Vega	Consejo de vigilancia		
El Carmen Tequexquitla	Nicolasa Santamaría Hernández	Regidora de educación y D.H.	(276)11.00.104	nicol_06sanchez@hotmail.com
El Carmen Tequexquitla	M.C. Ismael Quintero Hernández	Presidente Municipal Constitucional	(276)47.75.16.5 / cel. 27.61.00.60.73	isma75mx@yahoo.com.mx
El Carmen Tequexquitla	José Vélez López	Comisario Ejidal	(276)10.79.589	
El Carmen Tequexquitla	Eliseo Montiel Salazar	Vigilante Ambiental Tlaxcala	247.10.01.954	
El Carmen Tequexquitla	Ismael Barrera Valerio	Encargado de Agua Potable	(276)10.84.045	
El Carmen Tequexquitla	Ansony Rojas Montero	Auxiliar agua potable	(276)10.28.051	hanson_ans@hotmail.com
El Carmen Tequexquitla	Lic. Pilar Hernández Palacios	Regidora de Hacienda	(276)10.26.211	pily_455@hotmail.com
El Carmen Tequexquitla	Delfino Esparza Martínez	Regidor de Gobernación	(276)10.87.190	delfin_emo2@hotmail.com
El Carmen Tequexquitla	Isaías Cucto Aguilar	Representante Red Urgra	247.10.01.954	
El Carmen Tequexquitla	Yolanda Nieves Santamaría	Regidora de Bienes Patrimoniales	247.10.55.809	anelisa-917@hotmail.com
El Carmen Tequexquitla	Marcelina Calle López	Regidora de Obra Pública y Ecología	(276)10.99.773	chelacalle@hotmail.com

Institución	Contacto	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Dirección
Colegio de Postgraduados	Enrique Palacios Vélez		epalacio@colpos.mx	58046800	
Facultad de Economía	Rosa Carmina Ramírez Contreras	Profesora	rebacaar@economia.unam.mx	56 22 20 89 Ext. 101	
	Lorena Gómez Pineda	Asesora del Secretario General de la Fac. de Economía	lorenagomezpineda@gmail.com	56 22 20 89 Ext. 101 y 105	
	Eduardo Vega López	Secretario General de la Facultad de Economía	eduardov@economia.unam.mx	56 22 21 04	
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales	María Luisa Torregrosa	Profesora Investigadora	mltorre@flacso.edu.mx	30 00 02 00 ext. 273	Carretera al Ajusco 377, col. Héroes de Padierna, Del. Tlalpan, México D.F. C.P.14200
Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca	Gabriela Torresarpi de Pascal	Directora General	gatopa@yahoo.com	01951 514 8115 y 514 8116 ext. 110	Reforma No. 403, Centro, C.P.68000
Fundación UNAM	Araceli Rodríguez González	Secretaria General	roferaraceli@gmail.com; asaraya55@yahoo.com.mx		
	Rafael Moreno Valle	Presidente	r_morenovalle@emva.com.mx		
Instituto de Geografía	Armando Peralta Higuera	Coordinador de vinculación	higuera@servidor.unam.mx, aperalta@igg.unam.mx	5622 43 39 al 41, Fax: 5616 21 45	Circuito Exterior, s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP. 04510
	Gabriela Gómez Rodríguez		gabyg@igg.unam.mx	55.59.04.41.66 / ext. 45517	Circuito Exterior, s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP. 04511
Instituto de Ingeniería	Adalberto Noyola Robles	Director	noyola@pumas.iingen.unam.mx	56233601 ext. 33601	
	Víctor Franco	Subdirector de Hidráulica y Ambiental	vfr@pumas.iingen.unam.mx	56233664 ext. 33664	
	Juan Javier Carrillo Sosa			56 23 36 00 Ext. 8635	
Proyecto de la Red del Agua UNAM	Fernando González Villarreal	Coordinador Técnico	fgv@pumas.iingen.unam.mx	56233663 ext. 33663	
	Malinali Domínguez Mares	Coordinadora Ejecutiva	MDominguezM@iingen.unam.mx	52(55) 5623 3500 Ext. 1523	
PUMAGUA	Dr. Rafael Val Segura	Coordinador ejecutivo	RValS@iingen.unam.mx	56 23 35 00 ext. 1520	
	Mtra. Cecilia Lartigue Baca	Coordinadora de Comunicación y Participación	clartigue@yahoo.co.uk; clartigueb@iingen.unam.mx	56 23 35 00 Ext. 1526	

Institución	Contacto	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Dirección
Banco Mundial	Ing. Alejandra Ortiz Gómez	Gerente del Sector Hidráulico	aortiz@worldbank.org		
Banco Mundial	Alexandra Ortiz Gómez	Gerente del Sector Hídrico	aortiz@worldbank.org	54 80 42 39	Insurgentes Sur 1605, piso 24, San José Insurgentes, 03900
Consultor Internacional	Manuel Contijoch		mcontijoch49@gmail.com		
FAO	Eduardo Menocal		FAO-MX@fao.org	24579971	Farallon No. 130, Col. Jardines del Pedregal C.P. 01900
FAO	Nuria Urquía		FAO-MX@fao.org	24579971	Farallon No. 130, Col. Jardines del Pedregal C.P. 01901
FAO	Jonathan Martínez	Oficial del Programa	jonathan.martinez@fao.org	24579970	Farallon No. 130, Col. Jardines del Pedregal C.P. 01901
PNUD	Magdy Martínez-Solimán	Representante Residente del PNUD	magdy.martinez-soliman@undp.org		
Naciones Unidas México	Teresa E. Saavedra Vázquez	Coordinador Estatal de Tabasco Programa Conjunto de Agua y Saneamiento	teresa.saavedra@undp.org.mx	044.99.31.44.62.37	Ernesto Malda 408 piso 5, 86080 Villahermosa, Tabasco
UNESCO	Ainara Estévez	Sector de Planificación Estratégica	a.estevez-vallarta@unesco.org	36.01.16.50 / 52	Presidente Masaryk no. 526, 3er. Piso, col. Polanco

Anexo 21. Rubros y subrubros integrantes de los programas de inversión general base y anuales

Anexo 21. Rubros y subrubros integrantes de los programas de inversión general base y anuales

1. **<u>Acciones básicas de apoyo en materia de usos urbanos y domésticos del agua</u>**
   - 1.1. Calificación, capacitación y certificación de personal de los gobiernos municipales que operarán el programa.
   - 1.2. Propuesta de adecuación de la Ley Estatal del Agua
   - 1.3. Reglamento de usos municipales del agua
   - 1.4. Formalización del Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOMAPAS) como un Organismo Público Descentralizado.
   - 1.5. Estructura de Junta de Gobierno y Consejo Consultivo ciudadano del OOMPAS
   - 1.6. Reglamento de Construcción Municipal
   - 1.7. Padrón de usuarios georeferenciado del OOMAPAS
   - 1.8. Página Web del OOMAPAS
   - 1.9. Catastro de infraestructura de redes de agua potable, de alcantarillado y de reuso.
   - 1.10. Proyección poblacional y de demandas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (APAyS), definición de consumos, eficiencias reales y déficits probables en el corto, medio y largo plazo.
   - 1.11. Definición de sectores y subsectores hidrométricos
   - 1.12. Metodología para establecimiento e incremento de tarifas por servicios
   - 1.13. Campaña para el mejoramiento de la cultura del agua y del pago por servicios
   - 1.14. Catálogo de cuentas y establecimiento de sistemas contables y financieros para los OOMAPAS.
   - 1.15. Establecimiento de sistema comercial para los OOMAPAS
   - 1.16. Capacitación y actualización de personal directivo y operadores de los OOMAPAS.
   - 1.17. Manual de prácticas mínimas de operación de los sistemas de APAyS

1.18. Manual de prácticas mínimas de operación en sistemas de desinfección de agua potable.

1.19. Manual de contingencias hídricas de los sistemas de APAyS del Municipio (Plan de Seguridad del Agua).

1.20. Establecimiento y pruebas del Observatorio Hídrico urbano en el Municipio

2. <u>Acciones básicas de apoyo en Unidades de Riego</u>

2.1. Calificación, capacitación y certificación de miembros de las asociaciones de usuarios de las Unidades de Riego que operarán el programa.

2.2. Actualización del inventario de Unidades de Riego en el Municipio

2.3. Proyección de dispersión y variación de demandas

2.4. Capacidad actual y potencial de las fuentes actuales

2.5. Establecimiento de sistema para levantamiento de parámetros e información agropecuaria por ciclo agrícola.

2.6. Manual de buenas prácticas hidráulicas

2.7. Manual de buenas prácticas agrícolas y pecuarias.

2.8. Catastro de pozos y equipos electromecánicos en el medio rural.

2.9. Establecimiento de metodología y especificaciones para medición anual de caudales, niveles estáticos, consumos energéticos unitarios y toma de muestras y análisis de agua en los pozos para riego del Municipio.

2.10. Cursos de actualización de operadores de equipos electromecánicos y de riego presurizado.

2.11. Adecuación de normas de operación para programas de apoyo a la producción de SAGARPA.

2.12. Curso de actualización para beneficiarios de programas de apoyo de SAGARPA y CONAGUA.

2.13. Definición y factibilidad de nuevas fuentes

2.14. Establecimiento y pruebas del Observatorio Hídrico urbano en el Municipio

3. <u>Acciones estructurales en materia de usos urbanos y domésticos del agua</u>

3.1 Establecimiento de macromedición a corto plazo

3.2 Establecimiento de micromedición a medio y largo plazo

3.3 Verificación y reemplazo de sistemas de desinfección

3.4 Revisión estructural, de funcionamiento hidráulico de tanques y proyectos de rehabilitación.

3.5 Diseño y establecimiento de sectores y sub sectores hidrométricos

3.6 Establecimiento de programas de sectorización y control de presiones en sistemas de agua potable.

3.7 Definición y rehabilitación de áreas aportadoras de aguas residuales y subcolectores y colectores.

3.8 Revisión estructural, de funcionamiento hidráulico y rehabilitación de acueductos.

3.9 Revisión estructural y de funcionamiento hidráulico de válvulas y cruceros y rehabilitación o sustitución de las mismas.

3.10 Revisión electromecánica de equipos; proyecto de rehabilitación o adecuación y su ejecución.

4. <u>Acciones estructurales en materia de usos agropecuarios del agua</u>

4.1. Revisión estructural y de funcionamiento electromecánico de pozos y rehabilitación o sustitución de las mismas.

4.2. Revisión de funcionamiento de sistemas de riego por aspersión

4.3. Revisión de funcionamiento de redes de distribución por canales, proyecto y ejecución de rehabilitación

4.4. Proyecto piloto de riego de frutales por goteo

4.5. Revisión estructural y de funcionamiento hidráulico, de Presas de almacenamiento y derivación existentes y anteproyecto para su rehabilitación o sustitución.

5. <u>Acciones normativas básicas de apoyo en materia de Conservación y Saneamiento de Cuenca de los Ríos Atoyac, Tlaxcala y Puebla y Atoyac, Oaxaca</u>

5.1 Recabación y clasificación de la información relativa a descargas, muestreos, análisis, caracterización de aguas, declaraciones de convenios, estudios; etc

5.2 Formulación, calibración y operación de modelos de simulación hidrológicos y de calidad del agua.

5.3 Definición de volúmenes y calidades de agua por tramos de cada escurrimiento.

5.4 Formulación, revisión y correcciones de formato de convenios de conservación y saneamiento de cauces entre estados y en su caso entre municipios.

5.5 Firma de convenios.

6. Acciones normativas básicas de apoyo en materia del Observatorio Hídrico

7. Indirectos para dirección, coordinación, asesoría y supervisión

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Red del Agua UNAM

PADHPOT

Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala

Anexo 22. Presupuesto general del programa
(Archivo disponible sólo en versión electrónica)