

70
2 ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA,
ECONOMICA, FINANCIERA E
INSTITUCIONAL PARA EL MEJORAMIENTO
DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE
TUXPAM (DE RODRIGUEZ CANO)
VERACRUZ"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

C A R M E N Y O L A N D A O R O Z C O A L V A R E Z

DIRECTOR DE TESIS: M. EN I. VICTOR FRANCO



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**EL PRESENTE TRABAJO SE IMPRIMIÓ CON EL APOYO DE
LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

Señorita
CARMEN YOLANDA OROZCO ALVAREZ
Presente.

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-073/96

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **M.I. VICTOR FRANCO**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA, ECONOMICA, FINANCIERA E INSTITUCIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE TUXPAM (DE RODRIGUEZ CANO) VERACRUZ"

INTRODUCCION

- I. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO**
- II. DEFINICION DE DATOS DE PROYECTO**
- III. DESCRIPCION, DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES**
- IV. PROGRAMA DE ACCIONES Y OBRAS**
- V. RESULTADOS DEL ANALISIS FINANCIERO Y EVALUACION ECONOMICA**
- VI. RECOPIACION DE INFORMACION**
- VII. METODOLOGIA EMPLEADA PARA LA DEFINICION DE DATOS DE PROYECTO**
- VIII. DESCRIPCION, DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES**
- IX. PROGRAMA DE ACCIONES Y OBRAS**
- X. DESCRIPCION DEL ANALISIS FINANCIERO Y LA EVALUACION ECONOMICA**
- XI. CONCLUSIONES**

BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitario, a 20 de mayo de 1996.
EL DIRECTOR.

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*jbr

*A la memoria de mis queridos y
entrañables Abuelos:
Luis y Carmen
cuyo ejemplo ha sido la base para
regir mi vida.*

*Con todo mi amor y profundo
agradecimiento, para quien ha sido
mi guía y apoyo en todo momento:*

Yolanda

*José Luis, que este esfuerzo te sirva
como ejemplo para tu superación.*

*Agradezco a Carmen, Soluro,
Martha, Ana, Alicia, Oscar, Norma
y Renato, con quienes he
compartido la satisfacción de ver
concluida esta mola.*

*Agradezco al M. en I. Victor
Franco, su desinteresada ayuda o
incondicional apoyo.
Particularmente por haberme
brindado el privilegio de su
amistad.*

*Mención especial por su apoyo,
lealtad y comprensión a Carlos.*

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA,
ECONOMICA, FINANCIERA E INSTITUCIONAL
PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE
AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y
SANEAMIENTO
DE TUXPAM (DE RODRIGUEZ CANO)
VERACRUZ”**

INDICE

	pag.
Introducción	1.
1. Descripción del Área en Estudio	2.
1.1. Entorno físico	2.
1.2. Entorno socioeconómico	4.
2. Definición de Datos de Proyecto	7.
2.1. Perfil demográfico y tendencias de crecimiento	7.
2.2. Análisis de los consumos	10.
2.3. Cálculo de la dotación y proyección de las demandas	13.
3. Descripción, Diagnóstico y Recomendaciones	15.
3.1. Sistema de agua potable	15.
3.1.1. Captación	15.
3.1.2. Líneas de conducción	16.
3.1.3. Estructuras especiales	17.
3.1.4. Almacenamiento y regulación	17.
3.1.5. Desinfección	18.
3.1.6. Red de distribución	19.
3.1.7. Tomas	20.
3.2. Sistema de alcantarillado	22.
3.2.1. Descargas domiciliarias	22.
3.2.2. Red de alcantarillado	22.
3.2.3. Rebombeos	23.

8. Descripción, Diagnóstico y Recomendaciones	67.
8.1. Sistema de agua potable	67.
8.1.1. Captación.....	67.
8.1.2. Conducción.....	68.
8.1.3. Estructuras especiales.....	69.
8.1.4. Almacenamiento y regulación.....	69.
8.1.5. Desinfección.....	70.
8.1.6. Red de distribución.....	70.
8.2. Sistema de alcantarillado y saneamiento	71.
8.3. Organismo Operador	74.
8.3.1. Sistema Comercial.....	75.
8.3.2. Sistema Financiero.....	75.
8.3.3. Sistema de Apoyo Administrativo.....	76.
8.4. Impacto Ambiental	77.
9. Programa de Acciones y Obras	78.
10. Descripción del Análisis Financiero y la Evaluación Económica	81.
11. Conclusiones	85.
12. Bibliografía	87.

8. Descripción, Diagnóstico y Recomendaciones.....	67.
8.1. Sistema de agua potable.....	67.
8.1.1. Captación.....	67.
8.1.2. Conducción	68.
8.1.3. Estructuras especiales.....	69.
8.1.4. Almacenamiento y regulación	69.
8.1.5. Desinfección	70.
8.1.6. Red de distribución.....	70.
8.2. Sistema de alcantarillado y saneamiento	71.
8.3. Organismo Operador	74.
8.3.1. Sistema Comercial.....	75.
8.3.2. Sistema Financiero	75.
8.3.3. Sistema de Apoyo Administrativo	76.
8.4. Impacto Ambiental	77.
9. Programa de Acciones y Obras	78.
10. Descripción del Análisis Financiero y la Evaluación Económica	81.
11. Conclusiones	89.
12. Bibliografía	91.

Introducción

La formación profesional del ingeniero civil requiere del conocimiento y el manejo adecuado de los diferentes elementos, tecnológicos, sociales, económicos y políticos que inciden en el desarrollo de las comunidades.

Esto se adquiere, en gran parte, mediante la acreditación de las asignaturas que integran el Plan de Estudios de la Licenciatura; no obstante es preciso señalar que el conocimiento adquirido en las aulas se debe complementar con la práctica directa y la actualización permanente, de tal forma que permitan la concretización de propuestas para la solución de la problemática que afecta a la población en su constante acción para conseguir mejores niveles de bienestar.

Dentro del universo de trabajo del ingeniero civil, las acciones orientadas a la satisfacción de las necesidades de servicios básicos que presenta la población, ocupa un lugar sobresaliente; entre estas se pueden distinguir las de agua potable, alcantarillado y saneamiento en sus renglones de evolución de necesidades presentes y futuras, definición de costos/beneficios, construcción de infraestructura, etc.

Por lo anterior, en el documento siguiente se presentan los trabajos efectuados para definir y proponer obras y acciones de agua potable, alcantarillado y saneamiento que inciden directamente en el bienestar de los habitantes de la ciudad de Tuxpam, municipio Tuxpam de Rodríguez Cano dentro del estado de Veracruz. Para ello, el documento se dividió en dos incisos: en el primero se presenta un resumen de los análisis y resultados más sobresalientes obtenidos en el estudio de factibilidad propiamente dicho y después una breve descripción de las metodologías y criterios aplicados.

1. Descripción del Área en Estudio

1.1. Entorno físico

La ciudad de Tuxpam de Rodríguez Cano, cabecera del municipio del mismo nombre, se localiza en la parte norte del estado de Veracruz (ver **Figura 1.1**), en la zona denominada Golfo Norte o de la Huasteca Veracruzana. El municipio de Tuxpam limita con los de Tamiahua, Temapache, Tihuatlán y Cazes.

Se tiene acceso a la localidad mediante: la carretera federal 180 (que une a la ciudades de Tampico—Veracruz—Villa Hermosa—Campeche—Mérida) y las carreteras Tuxpam—México y Tuxpam—Tampico, además existe una pequeña pista de aterrizaje y un puerto sobre la margen derecha del río Tuxpam, en su desembocadura al Golfo de México.

La superficie total del municipio es de 1,061.89 Km², que representa el 1.40% de la superficie total del Estado. La localidad cuenta con 39 colonias, que representan un área urbana de 1,803 Ha.

Los rasgos orográficos predominantes son lomeríos y cañadas; la altitud promedio es de 14 metros sobre el nivel del mar (msnm).

El clima predominante es cálido húmedo con abundante lluvia en verano. En la zona de estudio ocurren dos fenómenos meteorológicos de importancia que influyen en el clima de la región: uno son los ciclones (que se presentan durante verano y predominantemente en otoño) y el otro son los frentes fríos o "Nortes" (que ocurren durante el invierno).

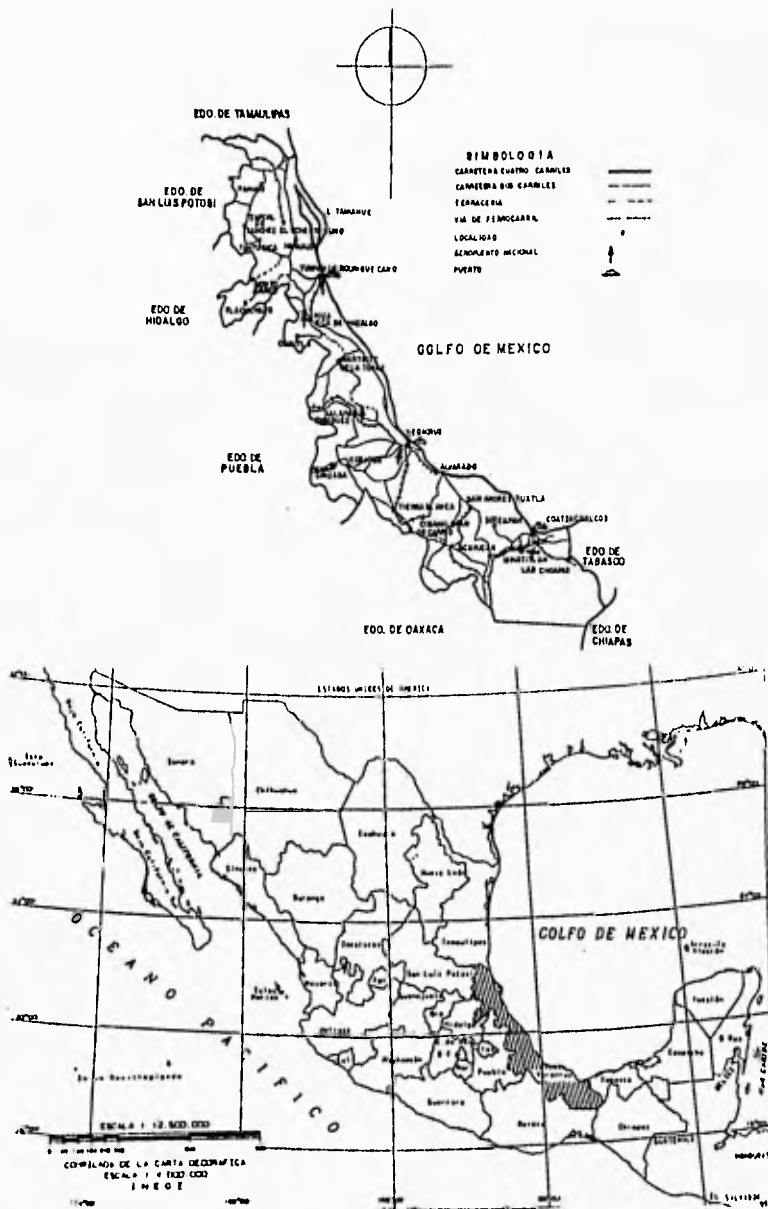


Figura 1.1 Localización de Tuxpam (de Rodríguez Cano), Veracruz

La dirección general de los vientos es de noreste a sur, dominando los vientos del Noroeste, provenientes del Golfo de México.

De acuerdo con la clasificación de la SARH, Tuxpam está localizado dentro de la región hidrológica (27) Tuxpam—Nautla (ver **Figura 1.2**), que comprende las cuencas de los ríos Tuxpam, Cazones, Tecolutla y Nautla. La cuenca de captación del río Pantepec—Tuxpam, drena un área de 5,898 Km², con un volumen anual promedio de 2,573 millones de metros cúbicos.

De acuerdo con las charlas sostenidas con el Jefe de la Unidad Departamental (JUD) del área geohidrológica de la Comisión Nacional del Agua (CNA) Estatal, no se cuenta con un estudio formal de la zona que permita evaluar la capacidad de producción del o de los acuíferos, se sabe que existen pozos particulares en la localidad de Tuxpam, pero no se conoce el número y la explotación que tienen.

En el área de administración del agua, aunque tampoco se cuenta con un estudio de disponibilidad del agua superficial, se logró conseguir información de la estación hidrométrica Sombrerete, ubicada en el río Pantepec.

Mediante estos registros se determinó el gasto mínimo mínimum del periodo (que representa condiciones de estiaje y por consiguiente críticas para el abastecimiento) e indica la probabilidad de que se presente un gasto de 0.13 m³/seg con una frecuencia de 6 años.

Los cuerpos de agua significativos en la zona de estudio son: las lagunas de Temapachoco y Tamiahua y los esteros Tenechaco, Juan Moza, Cobos, El Palmar, La Calzada y Jacome. También hay zonas de marismas en los alrededores de las lagunas de Tepamachoco y Cobos.

1.2. Entorno socioeconómico

De acuerdo con la información censal de 1990, la población económicamente activa (PEA) del municipio representó el 35% de la población total, mayor al 32.6% reportada en los censos de 1980; estas cifras reflejan un desarrollo en este renglón; la concentración de la fuerza laboral se observa en la localidad de Tuxpam.

La distribución de ocupaciones muestra el predominio de actividades en el sector terciario (comercio y servicios). Los ingresos del grueso de la población alcanzan apenas un salario mínimo.

En cuanto a la vivienda, del censo se obtiene un hacinamiento promedio de 4.74 hab/vivienda en el municipio y 4.54 hab/vivienda en la cabecera, predominando las construcciones con paredes y techo de tabique y/o concreto, piso diferente de tierra y más de dos cuartos.

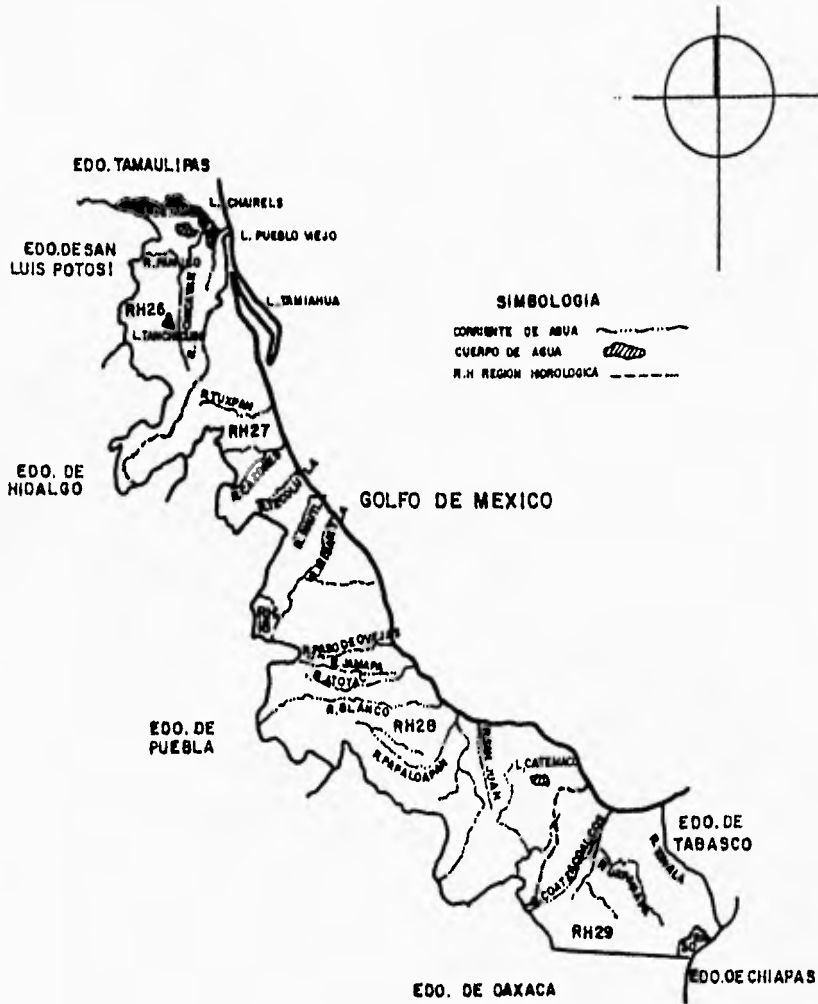


Figura 1.2 Hidrografía del Estado de Veracruz y sus Regiones Hidrológicas.

Los servicios públicos, como son agua, drenaje y electricidad muestran los porcentajes de cobertura siguientes:

√ agua:	55.54%;
√ drenaje:	35.60% y
√ electricidad:	89.99%.

Para la educación existen 84 escuelas de nivel básico, medio y superior, entre las que destacan: un CONALEP, dos Centros de Estudios Tecnológicos y un Centro de Educación Normal, además de la Unidad Docente Interdisciplinaria de Ciencias Biológicas y Agropecuarias dependiente de la Universidad de Veracruz.

Para atender el sector salud, existen 6 centros dependientes del IMSS, ISSSTE y SSA, un hospital dependiente del sector Naval, Cruz Roja y varias clínicas particulares.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la localidad, los usos de suelo, como medio natural, se clasifican en: agricultura de riego y de temporal, pastizales, selva, manglar, duna costera y zona desprovista de vegetación.

Por otro lado, la magnitud y clasificación de la zona urbana es: 1,144 Ha de uso habitacional; 112 de uso industrial; 119 Ha de congregaciones¹; 333 Ha de lotes baldíos; 95 Ha de espacios abiertos y aeropistas, sumando un total de 1,803 Ha.

De acuerdo con el PDU a mediano y largo plazo se contempla la redensificación de las áreas y un crecimiento moderado hacia la parte poniente de la localidad.

¹ En la región, se les denomina congregaciones a localidades consideradas como suburbanas o rurales con poca población.

2. Definición de Datos de Proyecto

2.1. Perfil demográfico y tendencias de crecimiento

Con base en la información censal recopilada, las tasas de crecimiento municipales calculadas muestran una tendencia errática como se observa en la Figura 2.1.

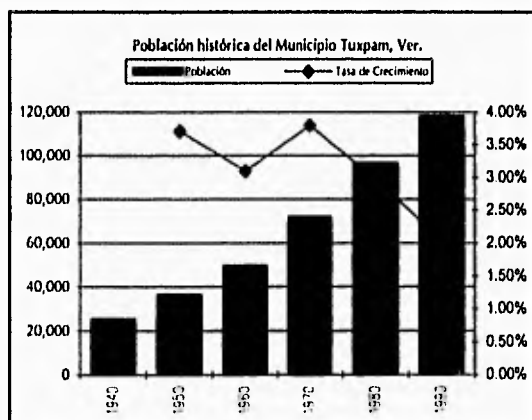


Figura 2.1

Sin embargo la tendencia observada en las tasas de la localidad, es congruente con los lineamientos que en materia de población, marca la federación, ya que se observa un decremento en la dinámica, pues en el último periodo se presentó una tasa del 2.14% como se ilustra en la Figura 2.2.

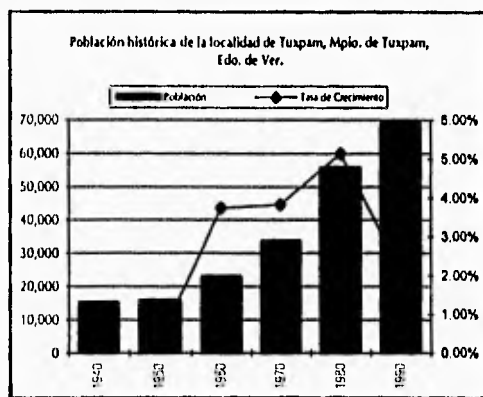


Figura 2.2

Según el PDU de la ciudad de Tuxpam, no se tienen planes que modifiquen las tendencias actuales de crecimiento, pero de pláticas sostenidas con personal de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS), se espera que las zonas industrial y portuaria se incrementen en forma considerable; ésta zona se localiza sobre la margen derecha del río Tuxpam y, se puede decir, conurbada a la localidad; por ello es probable que:

- a) Dentro de la mancha urbana se llegue a la saturación de los lotes baldíos.
- b) Las poblaciones "conurbadas" a Tuxpam lleguen a presentar un crecimiento superior al observado en el resto del municipio y similar al observado durante periodos anteriores en la localidad.

Para definir la población existente en la localidad durante 1993, se consultaron los censos aplicados a la entidad y se investigaron el número de acometidas y tomas de agua, así como sus respectivas coberturas con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Tuxpam² (CMAPS); a partir de estos datos se efectuó una correlación con la que se obtuvo una población de 73,755 habitantes en la localidad.

² La CMAPS es el Organismo que administra y opera los servicios de agua potable, alcantarillado y el incipiente tratamiento de aguas residuales dentro de la localidad en estudio, en este documento se emplea indistintamente CMAPS Tuxpam, Organismo u Organismo Operador a esta institución.

Es conveniente mencionar que la fuente de abastecimiento se emplea para brindar el servicio a seis localidades pertenecientes al municipio de Temapache y trece poblaciones más, dentro del municipio de Tuxpam de Rodríguez Cano. Por ello fue necesario incluir estas localidades en los análisis de población, con lo cual se consideró que el sistema opera como "Sistema Múltiple"³ y actualmente abastece a 99,887 habitantes.

Así mismo, para definir el comportamiento demográfico a futuro, se estudió el fenómeno aplicando los métodos (aritmético, geométrico, incrementos diferenciales y de las componentes)⁴ y se compararon la tendencia observada en la población con los resultados obtenidos (Tabla 2.1 y Figura 2.3).

Tabla 2.1 Comparación de los resultados del pronóstico de población en la localidad de Tuxpam, Mpio. de Tuxpam, Edo. Ver.

Año	Método Aplicado					
	Aritmético	Geométrico		Inc. Diferenciales	Componentes	
		(Tc =10 años)	(Tc =20 años)		Programática	Alternativa
1993	74,522	73,755	77,048	66,587	74,011	74,077
2000	86,886	85,514	98,919	85,048	85,545	87,116
2007	99,249	99,148	126,997	103,510	97,642	102,268
2015	113,378	117,412	168,971	124,609	115,557	120,596

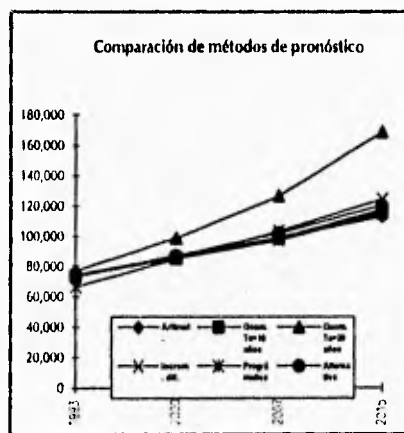


Figura 2.3

³Se entiende como sistema múltiple cuando una línea de conducción cuenta derivaciones para dotar del servicio a más de una localidad.

⁴Estos métodos se detallan en el inciso 7.2 del documento.

Por otro lado y aplicando un criterio similar, se obtuvo la población de las localidades foráneas que se abastecen mediante el sistema múltiple, los resultados se indican en la Tabla 2.2 y Figura 2.4.

Año	Hab. localidad Tuxpam	Hab. Localidades Foráneas	Población Total
1993	73,755	26,132	99,887
2000	85,514	38,342	123,856
2007	99,148	56,638	155,786
2015	117,412	102,211	219,623

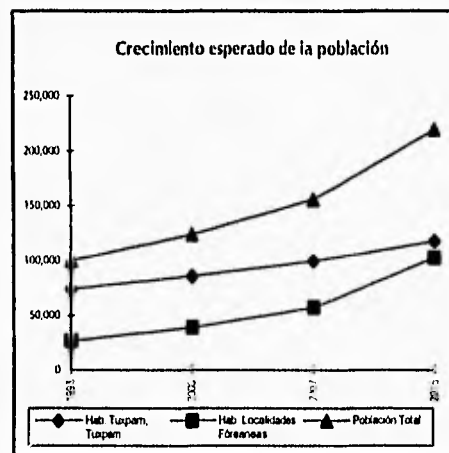


Figura 2.4

Con base en dichos análisis se definió emplear los resultados del método geométrico empleando dos tasas de crecimiento, para Tuxpam una tasa de crecimiento del 2.14% y en las localidades foráneas del 5.60%, pues como se menciona se anteriormente se espera un crecimiento mayor en el resto de las localidades del municipio, conurbadas al centro de población. Sin embargo, las obras se proyectaron con base en la densidad de saturación de las áreas fijadas en el PDU.

2.2. Análisis de los consumos

Para efectuar el análisis de consumos de la población de Tuxpam, se obtuvo el resumen de los reportes de facturación correspondientes al periodo enero de 1992—mayo de 1993, y se analizaron los reportes denominados "Total Global" de los que se obtuvo el tipo y número de usuarios y su volumen consumido.

Con base en dicha información se formó un histograma de consumos (ver Tabla 2.3 y Figura 2.5) en el que se observa una ligera tendencia de menor consumo durante los meses considerados como fríos y un incremento en los meses de calor.

Tabla 2.3 Histograma de consumos mensuales					
Mes	Año	Consumo (m ³ /mes) Vc	No. de Usuarios Um	Consumo Promedio (m ³ /toma/mes) C= Vc/Um	
Enero	92	222,555	8,148	27.31	
Febrero	92	189,273	8,258	22.92	
Marzo	92	154,072	8,409	18.32	
Abril	92	167,805	8,447	19.87	
Mayo	92	228,025	8,472	26.68	
Junio	92	156,345	8,504	18.38	
Julio	92	167,055	8,687	19.23	
Agosto	92	261,089	8,757	29.81	
Septiemb.	92	200,380	8,781	22.82	
Octubre	92	188,204	8,809	21.36	
Noviemb.	92	173,130	8,836	19.59	
Diciemb.	92	163,827	8,885	18.44	
Enero	93	181,123	8,911	20.33	
Febrero	93	360,552	9,020	39.97	
Marzo	93	196,035	9,129	21.47	
Abril	93	714,649	9,162	78.00	
Mayo	93	371,229	9,203	40.34	
Promedio		240,785	8,730	28.53	
Máximo		714,649		78.00	
Mínimo		154,072		18.32	

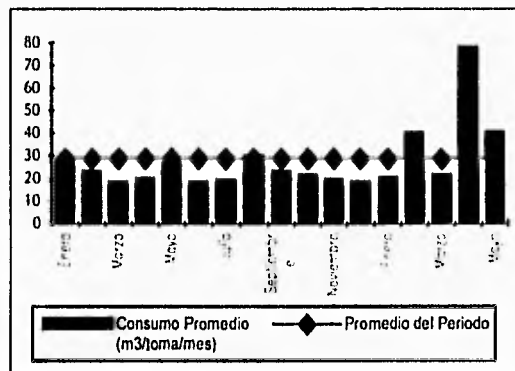


Figura 2.5 Histograma de consumos mensuales

Así mismo se construyeron las Tablas 2.4 y 2.5 con las que se obtuvieron los consumos promedio por tipo de usuario y la proporción de la cantidad de usuarios, respecto al tipo, comparado con el volumen consumido.

Tipo de usuario	Consumo Promedio
Domésticos	
Popular	12.57
Interés Soc.	12.19
Residencial	18.92
Comercial	
Bajos Consumidores	28.78
Medio Consumo	36.64
Altos Consumidores	96.24
Industrial	
Bajos Consumidores	227.59
Medio Consumo	111.20
Altos Consumidores	2,404.87
Servicios públicos	
Municipio	44.07
Estatales	43.24
Federales	135.88
Otros	
Bajos Consumidores	41.97
Altos Consumidores	91.17
Promedio General	28.53

Nota: El consumo promedio obtenido (28.53 m³/toma al mes) está por encima del promedio nacional (que son del orden de los 20 a 25 m³/toma/mes), pero considerando el clima de la zona y el reporte de los consumos industriales se puede afirmar que las estimaciones son correctas. Este valor conduce a estimar un consumo promedio de 197.66 l/hab/día, que incluye a todos los usuarios.

Tipo de Usuario	Usuarios		Consumo (m ³ /mes)	
	Cantidad	%	Volumen	%
Doméstico	8,290	90.08	112,533	45.80
Comercial	757	8.23	30,901	12.58
Industrial	51	0.55	93,822	38.18
Serv. Públ.	92	1.00	7,562	3.08
Otros	13	0.14	913	0.37
Suma	9,203	100.00	245,731	100.00

Nota: No obstante de que la minoría de los usuarios son de tipo industrial (0.55%), el volumen consumido representa un 7 % menos que el consumo doméstico, cuyos usuarios constituyen al 90% del padrón.

2.3. Cálculo de la dotación y proyección de las demandas

La única fuente de abastecimiento para Tuxpam es la captación denominada El Xuchitl, que consta de tres galerías filtrantes, dos pozos profundos y una toma directa (los cuales se describen con mayor detalle en el inciso 3.1), tienen una producción "aforada" durante el presente estudio de 285.83 lps, que representan un volumen medio de 9.01 millones de metros cúbicos al año.

Este volumen se distribuye entre los habitantes de las localidades de: El Xuchitl, Belén, Dr. Montes de Oca (San Isidro), San Miguel, Buenos Aires e Higueral, pertenecientes al municipio de Tempache y a las congregaciones: Tuxpam, Ojite, Boca del Monte, Alto Lucero, Santiago de la Peña, La Victoria, La Calzada, Tepamachoco, Cobos, Tabuco, El Retiro, Libertad, Democrática y San Antonio, dentro del municipio de Tuxpam.

De acuerdo con las estimaciones efectuadas en el inciso 2.1 y la cobertura del sistema reportada por CMAPS, se tiene:

• Población Total:	99,887 habitantes
• Cobertura del sistema de agua potable:	50.58%
• Población Servida:	50,523 habitantes
• Volumen medio de producción:	9,014,040 m³/año
• Dotación:	488.81 l/hab/día

La dotación obtenida es superior a la recomendada por los Órganos Normativos, ya que en localidades con características similares a las de la zona en estudio se recomienda una dotación de 250 l/hab/día.

Estas estimaciones conducen a efectuar un balance entre el volumen de producción y el volumen facturado:

• Volumen Facturado	3,283,428 m³/año
• Volumen Producido	9,014,040 m³/año
• Pérdidas	5,730,612 m³/año

El porcentaje de pérdidas que se obtiene con estas estimaciones (63.57%) es muy superior a los promedios nacionales (que son del orden del 40%); es muy probable que se deban en gran parte a pérdidas físicas del sistema ya que el Organismo no cuenta con un programa para la detección de fugas no visibles, que aunado a las características del subsuelo impiden tener un buen control mediante la reparación de fugas visibles. Además, es muy probable que existan pérdidas comerciales, por medidores deteriorados y, aunque en menor medida, tomas clandestinas (es decir que la cobertura del servicio sea un poco mayor).

Para definir las demandas, se realizó un análisis detallado de la posible variación de consumos de los habitantes de Tuxpam, teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- a) Suponiendo un hacinamiento de 4.51 hab/vivienda, el consumo doméstico promedio actual es de 201.89 l/hab/día, este se reducirá, mediante un mayor **control de pérdidas físicas**, un 10%.
- b) A los industriales catalogados como de "bajo consumo" se reubicarán en su categoría o bien sus consumos debieran ser un 33% menos.
- c) Se consideró una reducción del consumo del 50% en los usuarios catalogados como públicos, mediante el **control de pérdidas físicas**.

Por medio de las acciones propuestas en consolidación del Organismo CMAPS, (que finalmente inciden en los criterios anteriores), en total **las pérdidas físicas se reducen un 44%**. Los resultados se muestran en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6 Pronóstico de consumos			
Usuario	Consumo Actual	Metas	Transición
Domést. Popular (m ³ /toma)	12.57	11.43	11.43
Dómešt. Int. Soc. (m ³ /toma)	12.19	11.08	11.08
Domést. Residencial (m ³ /toma)	18.92	17.20	17.20
Comercial BC (m ³ /toma)	28.78	28.78	28.78
Comercial MC (m ³ /toma)	36.64	36.64	36.64
Comercial AC (m ³ /toma)	96.24	96.24	96.24
Industrial BC (m ³ /toma)	227.59	75.86	75.86
Industrial MC (m ³ /toma)	111.20	111.20	111.20
Industrial AC (m ³ /toma)	2404.87	2404.87	2404.87
Serv Púb. Municip (m ³ /toma)	44.07	29.38	29.38
Serv Púb. Estatales (m ³ /toma)	43.24	28.82	28.82
Serv Púb. Federales (m ³ /toma)	135.88	90.59	90.59
Otros BC (m ³ /toma)	41.97	41.97	41.97
Otros AC (m ³ /toma)	91.17	91.17	91.17
Consumos Prom. (l/hab/día)	201.89	188.10	188.10
Pérdidas físicas (l/hab/día)		61.90	161.90
Dotación (l/hab/día)	488	250	350

De acuerdo con lo anterior, las demandas quedan: Para el año 2000 se demandará un gasto medio de 358 lps; para el 2007, 451 lps; en el año 2015, 635 lps; intermedio a los dos últimos periodos, al saturarse las áreas, se demandarán en promedio 494 lps. (ver Figura 2.5).

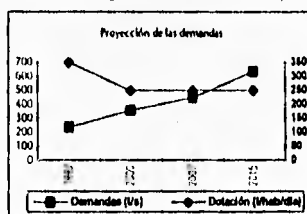


Figura 2.5

3. Descripción, Diagnóstico y Recomendaciones.

3.1. Sistema de agua potable

3.1.1. Captación

DESCRIPCIÓN

La fuente de abastecimiento se encuentra en El Xuchitl, sobre la margen izquierda del río Pantepec, a una distancia de aproximadamente 25 Km, consta de tres galerías filtrantes y dos pozos profundos que se alimentan del subálveo del cauce, y una toma directa que opera mediante un cárcamo de bombeo.

Actualmente solo funcionan dos galerías y la toma directa, ya que por problemas de baja producción y mala calidad del agua extraída de los pozos, estos dejaron de funcionar; el aprovechamiento de las galerías y la toma directa se realiza mediante seis bombas verticales equipadas con motores cuya potencia suma 725 HP, operan las 24 horas y producen un gasto (aforado en junio de 1993) de 286 lps.

DIAGNÓSTICO

- No existe macromedición y con anterioridad no se habían realizado aforos, la producción sobrepasa los requerimientos.
- El estado físico del equipo electromecánico instalado en uno de los cárcamos se observa un poco deteriorado.
- En algunas ocasiones, la carcasa de los motores no fue suficiente para protegerlos ya que penetró agua al interior.
- El problema que con mayor frecuencia se presenta en el sistema eléctrico es la caída de voltaje y la interrupción del servicio eléctrico, lo que ocasiona la suspensión temporal del servicio y a la larga un mayor desgaste del equipo.
- Durante la temporada de lluvias es frecuente que la zona del Xuchitl quede aislada
- Sólo se efectúan análisis bacteriológicos al agua cruda.

RECOMENDACIONES

- ✓ Incluir macromedidores en la fontanería de los equipos o efectuar campañas de pitometría al menos semestralmente. Racionalizar la producción.
- ✓ Brindar mantenimiento preventivo a los equipos en particular al del cárcamo viejo.
- ✓ Se recomienda poner una caseta de protección a los equipos de bombeo.
- ✓ Se recomienda reducir el paro de los equipos, mediante la instalación de una planta de luz.
- ✓ Implantación del laboratorio de control de calidad.

3.1.2. Líneas de conducción

DESCRIPCIÓN

Las galerías descargan hacia una línea de asbesto cemento de 36 pulgadas de diámetro, construida en 1991 y el cárcamo descarga hacia una línea de 18 pulgadas de diámetro, también de asbesto cemento (construida en 1955).

El trazo de ambas líneas de conducción es sensiblemente paralelo y sigue el recorrido de las carreteras Tuxpam—Tampico y Boca del Monte—El Xuchitl, contando con un desarrollo total de 25 km.

Se puede decir que el sistema opera como sistema múltiple pues durante su recorrido, las líneas de conducción abastecen a otras congregaciones y aun después de abastecer a Tuxpam es necesario brindar el servicio a otras localidades; la población total servida mediante el sistema múltiple es de 50,523 habitantes.

DIAGNÓSTICO

→ Frecuentemente se presentan fugas en la línea de 18" y se detectan por la falta de presión en la red.

RECOMENDACIONES

✓ Implantar un programa de detección de fugas en líneas de conducción.

3.1.3. Estructuras especiales

DESCRIPCIÓN

En la línea de 18" se encuentra una caja rompedora de presión (Km 8+180, elev. 20 msnm) y una pequeña caja desarenadora (en la elev. 17.5 msnm). Sobre el trazo de la línea de 36" (Km 9+750, elev 40 msnm) existe un tanque de almacenamiento con capacidad de 10,000 m³. Aguas abajo de este tanque existe una línea de 20" que interconecta ambos conductos, permitiendo mayor flexibilidad en el sistema.

DIAGNÓSTICO

→ Al analizar el funcionamiento en la red primaria de la zona sur, se identificó que la elevación piezométrica de la desarenadora define el área de influencia de la red que alimenta, disminuyendo la disponibilidad de carga en la zona centro.

RECOMENDACIONES

✓ Redefinir la ubicación de la caja desarenadora.

3.1.4. Almacenamiento y regulación

DESCRIPCIÓN

Existen tres tanques para el almacenamiento y regulación:

- El tanque denominado **Principal** (que se menciona en el párrafo anterior), con capacidad de 10,000 m³, superficial, de concreto armado y que se localiza en el Ejido Alto Lucero; se emplea para almacenar y regular al agua de prácticamente toda la población, incluyendo las congregaciones aledañas a Tuxpan.
- El tanque localizado en el Cerro de la Atalaya, superficial, de concreto armado y con capacidad para almacenar 1,100 m³; se emplea para regular las demandas de la zona militar.
- El tercer tanque es, también, superficial, de concreto armado y con capacidad de 1,800 m³, está en el cerro del **Zapote**. Actualmente se encuentra fuera de servicio pues su cota quedó con respecto a la del tanque Principal por debajo.

DIAGNÓSTICO

- Los requerimientos de los habitantes de Tuxpam referentes al almacenamiento y regulación son: actualmente se necesitan 6,068 m³; para el año 2000 son necesarios 6,270 m³; al 2015 se requieren 11,118 m³ y en un periodo intermedio, que corresponde al de saturación de las áreas, se necesitarán 7,887 m³.
- Por consiguiente, la capacidad útil del almacenamiento es suficiente para satisfacer las condiciones de saturación, que se definió como horizonte de proyecto.
- Se detectan azolves en las estructuras.
- No existe protección contra intrusos y aparentemente en el Principal por las noches han hecho de él punto de reunión algunos viciosos de las colonias vecinas.

RECOMENDACIONES

- √ Mantenimientos periódicos a tanques de almacenamiento.
- √ Cercado para protección de intrusos.

3.1.5. Desinfección

DESCRIPCIÓN

Existen tres puntos de cloración:

- el primero (en construcción) se encuentra frente al cárcamo viejo en la captación El Xuchitl e inyecta gas cloro en la línea de 18 pulgadas
- sobre esta misma línea, en la caja rompedora de presión, se aplica gas cloro
- por último se aplica gas cloro en el tanque de 10,000 m³ para desinfectar el agua que se conduce mediante la línea de 36 pulgadas.

DIAGNÓSTICO

- Periódicamente se realizan análisis de cloro residual en la red de distribución, cumpliendo a entera satisfacción con la normatividad vigente.
- Las instalaciones del equipo de cloración que están operando no son adecuadas, ya que se observa que están construidos en forma provisional.
- La calidad del agua, una vez clorada, es adecuada para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario realizar los ajustes pertinentes para adecuar las instalaciones definitivas de los cloradores.
- ✓ Es necesario brindar al personal, el equipo adecuado para su protección y manejo del reactivo, incluyendo un pequeño tanque con agua ubicado en un sitio cercano a los tanques de gas cloro para casos de emergencia.
- ✓ Se sugiere mejorar la distribución del monitoreo, con puntos bien definidos, de acuerdo con las densidades y cobertura de cada colonia.
- ✓ Se sugiere efectuar con mayor periodicidad y en puntos estratégicos, análisis físico—químico—bacteriológicos en la red de distribución, para mejorar su control.

3.1.6. Red de distribución

DESCRIPCIÓN

La cobertura de la red de distribución es de aproximadamente 80% del área urbana, su extensión suma 150 Km y está compuesta por tubería con diámetros que varían desde 30 hasta 1/2 pulgadas, predominando los diámetros de tamaño menor. La red que se encuentra en la parte norte tiene más de 50 años y al operar la red nueva, que se encuentra en la parte sur se ha detectado una gran cantidad de fugas.

Solo el 55% de la población (incluyendo localidades foráneas) cuenta con el servicio y en las zonas altas se efectúan tandeos⁵. La dotación obtenida es de 488.8 l/hab/día. Existen pozos de propiedad particular, que emplea la población para satisfacer sus necesidades de agua, sin embargo se desconoce el número, existen servicios particulares de pipas que surten a la población. Solo se brinda el mantenimiento mínimo a las válvulas para la operación de la red.

DIAGNÓSTICO

- Los diámetros de la red primaria son insuficientes para conducir el gasto necesario para satisfacer las demandas de la población.
- Aun no se opera en su totalidad la red nueva, ya que en pruebas realizadas se ha observado una gran incidencia de fugas en la zona sur.
- La presión detectada en la red de distribución es baja.
- No existe un programa para detectar fugas no visibles.

⁵ En el argot de la práctica se denomina tandeo cuando el servicio de agua potable tiene un horario definido. Por ejemplo: de las 22:00 a las 3:00, o por horas 4 horas de servicio al día a determinada colonia, esto en función de la disponibilidad del agua, entre otros factores.

RECOMENDACIONES

- √ Se requiere aumentar la cobertura del sistema dentro de la localidad de Tuxpam, al menos se debe tener el 95%.
- √ Es necesario proceder con la rehabilitación y/o sustitución de la tubería de la línea sur.
- √ Se requiere sustituir la tubería en la zona centro, usando para ello diámetros mayores.
- √ Se recomienda un estudio que incluya la actualización del catastro, sectorización y mantenimiento de las cajas de válvulas.
- √ Es prioritario implantar un programa permanente para la detección de fugas no visibles.

3.1.7. Tomas

DESCRIPCIÓN

De acuerdo con el padrón de usuarios, se tienen registrados 9,203 tomas, de estas 8,472 cuentan con micromedición (92.06%), 348 pagan el servicio mediante cuota fija y 383 son descargas.

Las tomas se distribuyen:

• Tipo doméstico	90%
• Tipo comercial	8%
• Industrial	1%
• Servicios públicos y otros	1%

Y los consumos:

• Tipo doméstico	40%
• Tipo comercial	8%
• Industrial	50%
• Servicios públicos y otros	2%

DIAGNÓSTICO

- No fue posible definir con que criterio el Organismo Operador efectuó la agrupación de usuarios registrados en la facturación.
- En función de los análisis de población beneficiada y los datos censales, se estima que existen 2,791 tomas clandestinas (aproximadamente el 32% del Padrón total actual).
- El 80% de las fugas reportadas se encuentra en las tomas domiciliarias.

→ Debido a la concentración de sólidos en suspensión que presenta el agua durante la temporada de lluvias, es frecuente que se tapen las tomas domiciliarias y los micromedidores.

RECOMENDACIONES

- √ Se requiere reestructurar y actualizar el padrón.
- √ Es necesario implantar un programa de reparación de fugas en tomas.
- √ Reforzar el programa de mantenimiento en tomas y micromedidores.

3.2. Sistema de alcantarillado

3.2.1. Descargas domiciliarias

DESCRIPCIÓN

El servicio de alcantarillado, en teoría, es de tipo separado; se carece de alcantarillado pluvial, por tanto no se ha logrado separar a los sistemas en forma efectiva⁶.

La cobertura es de aproximadamente el 40%. En el padrón se tienen registradas 5,722 descargas, sin desglosar el tipo de usuario.

DIAGNÓSTICO

- Durante la época de lluvias los conductos se saturan provocando encharcamientos considerables.
- Existe un fuerte rezago en este sistema.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se requiere la construcción del alcantarillado pluvial, definiendo zonas estratégicas (sin embargo no se incluye en las obras propuestas por salirse de los lineamientos que marca la CNA).
- ✓ Incrementar paulatinamente la cobertura de la red de alcantarillado hasta alcanzar como mínimo una meta del 85%.

3.2.2. Red de alcantarillado

DESCRIPCIÓN

La red tiene una longitud de 49 Km y cuenta con tubería de varios diámetros y materiales. El mayor de los diámetros es de 91 cm.

Por la topografía de la localidad no ha sido posible captar todas las aguas servidas en un solo punto; existen al menos 8 descargas aisladas hacia el río Tuxpam y una Principal que capta la mayor parte de las aguas servidas de la zona centro (60%) cuyo punto de entrega es un canal abierto, con sección trapecial.

⁶ Nota: En la zona centro existe un colector de aguas pluviales, con sección de medio punto, de aproximadamente 2.50 m de ancho y una altura de 1.50 m, el cual requirió desazolverse recientemente. De acuerdo con el personal de CMAPS, durante estas tareas se detectó la inexistencia del cuerpo del conducto, es decir, solo existe la forma de la sección, sin una estructura firme que sostenga al terreno. Por su trazo, es necesario identificar el estado físico de esta estructura en la totalidad del recorrido a fin de tomar las medidas pertinentes para su reforzamiento estructural.

El rastro municipal descarga a un ramal del estero Tenechaco, aislado de las descargas municipales.

Durante la temporada de lluvias este canal se satura a tal grado que la descarga se realiza en forma ahogada ya que el bombeo ubicado en el ejido de La Ceiba es insuficiente para desalojar las aguas que convergen en este punto.

Solo el 60% de las calles de Tuxpam cuentan con pavimentación, esto provoca el arrastre de sólidos durante la temporada de lluvias.

DIAGNÓSTICO

- De acuerdo con los cálculos efectuados, y debido al incremento de la población, algunos tubos ya no tiene la suficiente capacidad para conducir en forma eficiente las aguas servidas.
- Se requiere que las aguas residuales municipales converjan en un sólo punto con el objeto de brindarles tratamiento.
- El arrastre de sólidos hacia el drenaje provoca un fuerte azolvamiento en la red y por tanto se reduce la capacidad de conducción de la tubería.

RECOMENDACIONES

- √ Se requiere el reforzamiento de algunos tramos de la red principal de drenaje.
- √ Es necesario construir colectores marginales y principales, a fin de eliminar las descargas aisladas; estos colectores (algunos de ellos funcionando a presión) deberán descargar al emisor principal.
- √ Implantar un programa de desazolves.

3.2.3. Rebombeos

DESCRIPCIÓN

Existen tres rebombeos de aguas negras: Azteca, INFONAVIT Puerto Pesquero, La Ceiba

Los dos primeros captan las aguas procedentes de las colonias del mismo nombre, la potencia de los motores suma, en total, 75 HP y vierten al sistema principal.

El tercero, ubicado en el ejido La Ceiba (alejado unos 1,400 m del centro urbano) bombea las aguas provenientes del canal mencionado hacia el estero La Calzada, que se localiza unos 600 m aguas abajo del rebombeo; la capacidad total del equipo instalado en este rebombeo es de 355 HP.

DIAGNÓSTICO

- El predio donde se ubica el rebombeo INFONAVIT Puerto Pesquero no está convenientemente protegido, pues está a la orilla de la carretera y no cuenta con barda de malla de alambre.
- En el rebombeo La Ceiba se detectaron los problemas siguientes:
 - El terreno donde se encuentra presenta erosión, debido a las crecidas de la temporada de lluvias.
 - Carece de protección.
 - La caseta del operador se encuentra en malas condiciones.
 - El equipo se observa ligeramente descuidado.
 - Durante la temporada de lluvias toda la zona se inunda por lo que el equipo es insuficiente para desalojar los gastos que transitan por el canal y la descarga se efectúa en forma ahogada.

RECOMENDACIONES

- √ Es necesario delimitar y poner protecciones (barda de malla ciclónica) al predio del rebombeo INFONAVIT Puerto Pesquero.
- √ Es necesario rehabilitar, en su totalidad, las instalaciones civiles del rebombeo La Ceiba.

3.3. Sistema de tratamiento de aguas residuales (Saneamiento)

DESCRIPCIÓN

Se cuenta con tres plantas para el tratamiento de las aguas residuales, dos de ellas fuera de servicio ubicadas en dos colonias de INFONAVIT: Puerto Pesquero y Tenechaco; la única planta que opera tiene capacidad para tratar 15 lps, provenientes de la colonia Fovisste Lomas, hasta el momento opera al 30% de su capacidad. Emplea el proceso denominado "lodos activados". El sitio donde vierte la descarga principal es en los esteros La Calzada y Tenechaco.

DIAGNÓSTICO

- Prácticamente el 100% de las aguas residuales generadas por los habitantes de la localidad se descargan sin previo tratamiento, ya que la capacidad de tratamiento y ubicación de la planta Fovisste Lomas no facilita su empleo en mayor proporción. Se descartó la rehabilitación de las dos plantas restantes ya que por su ubicación y su capacidad hacen incosteable el tratamiento de las aguas generadas en sus respectivas áreas de influencia.
- Las aguas tratadas por la planta Fovisste Lomas, confluyen al colector Papaloapan y descargan sobre la margen izquierda del río Tuxpam.

→ En ambos sitios aun no se observan señales de alta contaminación ya que aun existe vida acuática de diversas especies, como son: peces, tortugas y caimanes, entre otros, e incluso habitantes de la región pescan en estos cuerpos de agua.

→ No existen posibilidades de reuso agrícola en la zona.

RECOMENDACIONES

✓ De acuerdo con los análisis de alternativa: técnica, económica y financiera descritas en el capítulo 8, se recomienda el tratamiento de las aguas residuales mediante **solo una** planta de tratamiento.

3.4. Organismo operador

DESCRIPCIÓN

La Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Tuxpam (CMAPS) es el organismo encargado de operar los sistemas descritos. Las bases legales en que se fundamenta el organismo son sólidos y presentan adecuaciones y reformas a las leyes que rigen los derechos, usos y disposición del agua en forma clara y concisa. El organigrama de CMAPS se presenta en la Figura 3.1.

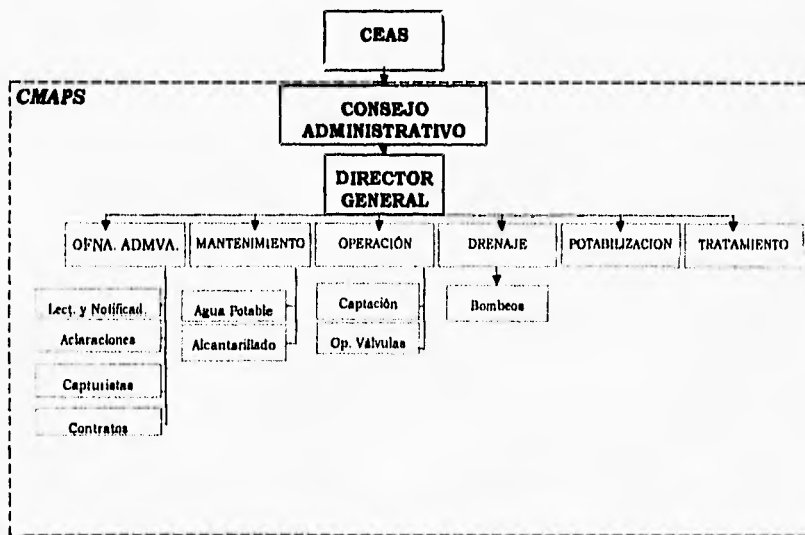


Figura 3.1 Organigrama de CMAPS

Para cumplir con los objetivos planteados en la CMAPS laboran 61 personas, distribuidas de la manera siguiente: 26 de planta y el resto eventuales, o bien dos empleados de confianza, 13 no sindicalizados y el resto personal sindicalizado.

Si el personal se clasifica de acuerdo con la distribución por tareas se tiene: 23 empleados administrativos y el resto personal de campo. Los indicadores de personal y de las áreas financiera y operacional se presentan en las Tablas 3.1, 3.2 y 3.3.

Tabla 3.1 Indicadores de Personal	
Datos Básicos	
No. de empleados	61
Tomas de agua potable	9,203
Descargas de alcantarillado	5,722
Volumen Facturado (m ³ /mes)	245,731
Indicadores	
Periodo de cobro	mensual
Empleados/por cada 1000 tomas de A.P.	6.628
Empleados por cada 1000 tomas de A.P. y alc.	4.087
Volumen facturado por empleado	4,028.38

Tabla 3.2 Indicadores Financieros	
Costo medio por volumen facturado	1.65
Costo medio por volumen producido	2.46
Costo de energía/Costos totales de operación	17.20
Costo total de salarios/ Costos totales de operación	17.17
Liquidez	0.38
Costo de operación/Ingresos de operación	99.93
Cuentas por cobrar	4.20
Ingresos por m ³ producido	0.41
Ingresos por m ³ facturado	1.24
Ingresos por m ³ cobrado	0.39
GIC	3,025.00

Tabla 3.3 Indicadores de operación			
Datos Básicos			
<i>Demográfico (agua potable, incluye localidades foráneas)</i>			
Población Total (habitantes)			99,887
Índice de hacinamiento (hab/vivienda)			4.51
Población servida			50,523
<i>Demográfico Alcantarillado</i>			
Población Total (habitantes)			73,755
Población servida			25,806
<i>Padrón</i>			
<i>No. de Tomas</i>	<i>Medido</i>	<i>No medido</i>	<i>Suma</i>
Domésticas	7,694	596	8,290
Comerciales	753	4	757
Industriales	49	2	51
Servs. y Otros	107	0	107
Sumas	8,603	602	9,205
<i>Descargas de alcantarillado</i>			<i>5,722</i>
<i>Volumenes (m³/mes)</i>			
Producido			9,014,040
Facturado			2,948,772
Vendido			1,155,730
Indicadores			
Porcentaje de cobertura de agua potable			50.58%
Porcentaje de cobertura de alcantarillado			34.99%
Volumen producido/total de conexiones de agua (m ³ /mes)			81.60
Volumen facturado de conexiones de agua (m ³ /mes)			26.70
Porcentaje de agua no contabilizada			67.29%
Porcentaje de conexiones con medidor			93.46%
Total de pérdidas físicas y comerciales			87.18%

3.4.1. Sistema Operacional

DIAGNÓSTICO

- El mantenimiento preventivo de los equipos electromecánicos, tanto de la captación como de los rebombes sanitarios, es restringido y no se cuenta con un programa para prevenir desperfectos mayores.
- No se cuenta con todo el equipo necesario para realizar las tareas de mantenimiento correctivo en los equipos electromecánicos.
- El mantenimiento en las líneas de conducción es correctivo, existe la desventaja de que ambas líneas cruzan el río Pantepec, por lo que en este tramo se dificulta la detección y reparación de fugas, además se carece de equipo adecuado para tal fin.
- No se cuenta con el equipo mínimo necesario para realizar las tareas de mantenimiento correctivo en las líneas de conducción y diámetros mayores de la red de agua potable.
- Sólo existe equipo manual para efectuar los desazolves de la red de alcantarillado.
- Durante la temporada de lluvias se dificulta la comunicación con los encargados de operar la captación y la descarga final.

RECOMENDACIONES

- √ Se requiere implantar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos.
- √ Para ello se requiere contar con las herramientas y equipo de protección adecuados.
- √ Es necesario contar con el equipo básico para monitoreo y reparaciones de fugas bajo el agua.
- √ Es necesario proporcionar a las brigadas de agua potable y alcantarillado equipo de señalización vial.
- √ Se requiere mejorar el equipo para el desazolve de la red de alcantarillado.
- √ Se requiere renovar y mantener los medios de transporte y radio comunicación.

3.4.2. Sistema Comercial

DIAGNÓSTICO

- Los procedimientos de este sistema son claros y concisos, presentan la desventaja de que todos los procesos se realizan manualmente, desde la contratación hasta el control del usuario.
- No existe un encargado definido para controlar el padrón, más bien es una interacción entre el personal administrativo de CMAPS y CEAS Xalapa, ya que la captura se efectúa en Tuxpam y el proceso de facturación en XALAPA.
- Se detectaron ciertas incongruencias en los criterios aplicados para definir el tipo de usuario, ya que los promedios no siempre son acordes con la agrupación, esto repercute en las tarifas aplicadas y por consiguiente en los ingresos del Organismo.
- Como en la mayoría de las ciudades de la República Mexicana, existe el problema de que el medidor se encuentra dentro del predio y no es posible el acceso para efectuar la lectura.
- De acuerdo con la información consultada se obtuvieron las siguientes observaciones respecto a las lecturas: el 27% de las tomas no tiene lectura, el 12% refleja lecturas iguales, el 6% registra bajos consumos, aproximadamente el 4% tiene consumos elevados y el 3% presenta consumos excesivos; el 40% presenta consumos normales y menos del 0.5% son lecturas incorrectas. Estas estadísticas ponen en manifiesto que más del 40% de los consumos registrados en la facturación no son del todo confiables.
- Resalta la tarifa aplicada a las descargas de drenaje (\$ 2.00 para usuarios domésticos y \$ 10.00 para usuarios comerciales).
- La tarifa promedio general aplicada al servicio de agua potable, es de \$ 1.65 /m³; sin embargo, la tarifa promedio en los usuarios domésticos y comerciales es mas razonable: \$ 0.91 /m³ y \$ 1.02 /m³, respectivamente.
- En promedio, el 30% de los usuarios tienen rezagos, cuyo valor representa un rezago de 4.2 meses del total facturado.

RECOMENDACIONES

- √ Implantar sistemas de cómputo para la actualización de consultas, bajas, altas, etc.
- √ Es necesario revisar la estructura del padrón y del programa de facturación a fin de determinar la causa de la definición inadecuada de algunos usuarios.
- √ Es necesario reestructurar la tarifa a fin de que el importe facturado por toma sea proporcional a los consumos.
- √ Proseguir brindando facilidades al usuario para el autorreporte del consumo y promover éstas acciones.
- √ Sustitución y reparación de, al menos, 30% de los medidores deficientes.
- √ Adecuar las tarifas de alcantarillado.
- √ Promover el pago oportuno y proceder conforme a derecho para el cobro de usuarios morosos.

3.4.3. Sistema Financiero

DIAGNÓSTICO

→ La distribución de los ingresos de CMAPS es:

- 81%, corresponde al cobro de agua potable,
- el 10% al alcantarillado y
- el 9% intereses y productos diversos.

→ La distribución de los egresos de CMAPS es:

- 32%, corresponde al mantenimiento de la red de agua potable,
- el 25% a los gastos administrativos,
- un 23% como pago al préstamo de BANOBRAS,
- 13% al alcantarillado y
- el 4% en el mantenimiento de vehículos.

RECOMENDACIONES

- √ Mejoras en el cobro de alcantarillado, mediante la adecuación de la tarifa.
- √ Se requiere renovar y mantener los medios de transporte.

3.4.4. Sistema de Planeación

DIAGNÓSTICO

→ No existe un área definida para la planeación.

→ La información generada durante la operación diaria de los sistemas incide directamente en el Director de CMAPS, es decir en él recaen absolutamente todas las decisiones.

RECOMENDACIONES

- √ Creación del área de planeación.
- √ Implantación de un sistema de información gerencial.

4. Programa de Acciones y Obras

4.1. Sistema de agua potable

Como punto de arranque, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante el análisis hidráulico de la red primaria de agua potable cuyo procedimiento de cálculo se describe en el Capítulo 8, es urgente reubicar la caja desarenadora existente en la línea "vieja", inmediatamente aguas abajo de la caja rompedora de presión.

Con esta acción no se modifica el funcionamiento de la línea que viene de la fuente de abastecimiento ya que la caja rompedora permanece en su lugar, sin embargo se mejoran considerablemente las presiones desde los primeros tramos, en que se abastece a las congregaciones de Alto Lucero.

Por su impacto dentro de la operación del sistema, esta obra se considera como **Obra de Consolidación** y se recomienda efectuarla a la brevedad posible.

Si bien en el corto plazo, los diámetros de los conductos están al límite de su capacidad de conducción, en el análisis correspondiente a las condiciones de saturación de las áreas, se observa que las tuberías que constituyen a la red son insuficientes para realizar una distribución eficiente.

Por otro lado, tomando en cuenta que la red primaria de las zonas antigua y centro está a punto de rebasar su vida útil y la reducción de fugas que se obtendría al efectuar su sustitución, se plantea cambiarla en un periodo no mayor de 3 años.

Se requieren reemplazar las líneas de conducción; la de un diámetro de 18 pulgadas por una de 20; y la de un diámetro de 20 por una de 24 pulgadas.

A fin de afinar las estimaciones, se recomienda un estudio detallado de catastro, sectorización y mantenimiento de las válvulas de la red de distribución con el objeto de homogeneizar presiones y asegurar una dotación equitativa entre la población, eliminando tandeos.

La meta considerada para el sistema de agua potable es incrementar la cobertura, durante los próximos tres años, al 95% en la cabecera y hasta un 85%, paulatinamente en el mediano plazo, al incluir las localidades foráneas.

Los costos de las obras requeridas, se estimaron con base en precios índice, cuyo procedimiento se describe en el Capítulo 9, y que se obtuvieron a partir del catálogo de precios unitarios de la CNA de 1993, los resultados se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Costo de las obras de agua potable		
Obra	Monto (\$)	Periodo de Ejecución
Zona Sur		
Ampliación de la red de distribución (incremento de la cobertura al 95%)	6,530,752	Paulatinamente hasta el mediano plazo
Sustitución de la red primaria	16,511,360	En un periodo no mayor a tres años
Zona Norte		
Ampliación de la red de distribución (incremento de la cobertura al 95%)	3,815,970	Gradualmente hasta mediano plazo
Reubicación de la caja desarenadora	86,000	Inmediata
Sectorización (proy. ej. y mant.)	375,000	Inmediata

Así mismo se requieren otras pequeñas adecuaciones que se incluyen como acciones de consolidación del sistema.

4.2. Sistema de alcantarillado y saneamiento

Estos componentes se analizaron en forma integral, ya que debido a la accidentada topografía de la localidad es necesario realizar múltiples rebombes para descargar y tratar las aguas en un solo punto, factor que influye en los costos de inversión y operación de los sistemas.

Se analizó la opción de operar dos plantas de tratamiento: una en la zona nororiente y otra en la zona norponiente, para de esa forma reducir los rebombes y diámetros de algunos conductos.

Al efectuar el análisis de costos esta opción fue descartada, ya que la inversión supera los costos de tratar las aguas en un solo punto. Esto es, tratar las aguas provenientes de los colectores: Oriente—Centro (Tenechaco), Nororiente, Centro y Poniente en una sola planta ubicada al poniente de la localidad.

En principio se propone su localización aproximadamente 1.5 Km aguas arriba de el rebombeo La Ceiba a fin de descargar al estero.

Conviene mencionar que esa opción concuerda con lo planteado en el Plan Maestro de Alcantarillado.

La meta considerada para este sistema es incrementar la cobertura al 85%, en un plazo de 5 años y realizar las separación de los sistemas sanitario y pluvial en forma eficiente.

Los costos de las obras requeridas, se estimaron con base en precios índice, obtenidos a partir del catálogo de precios unitarios de la CNA de 1993, los resultados se muestran en la Tabla 4.2.

Obra	Monto (\$)	Periodo de Ejecución
Incremento de cobertura en las atarjeas y rebombes	15,172,606	En un periodo no mayor a tres años
Construcción de colectores (algunos a presión)	8,501,375	En un periodo no mayor a tres años
Emisor	3,851,889	En un periodo no mayor a cinco años
Construcción planta de tratamiento	16,699,797	En un periodo no mayor a cinco años

4.3. Consolidación del Organismo Operador

Los indicadores de mayor eficiencia son los de personal, a pesar de que existe déficit en dos áreas específicas: operación y planeación. Los indicadores que reflejan en mayor medida la problemática de CMAPS son los financieros. Principalmente estos indicadores muestran las deficiencias de los sistemas operacional y comercial.

En la Tabla 4.3. se resumen las acciones que son indispensables para la consolidación del Organismo Operador.

Conviene aclarar que por ser acciones de consolidación del organismo, estas se deberán efectuar a la brevedad posible y que además del presupuesto total indicado en la Tabla 4.3, se deben considerar las obras de infraestructura ya mencionadas en los subcapítulos anteriores.

Tabla 4.3 Propuesta de acciones de consolidación del Organismo	
Sistema	Inversión (\$)
√ Sistema Administrativo	
Es necesario reforzar la estructura organizacional de CMAPS básicamente en tres áreas: mando medio de operación, creación del área de planeación y control de usuarios y atención ciudadana. El monto anual de los egresos se estima de:	
Redefinición de Políticas y Procedimientos	480,000
√ Sistema Operacional	
Macromedición en la tubería de descarga de los pozos.	450,000
Equipo de Brigada de pitometría	80,000
Programa de control de producción. El monto anual de los egresos se estima de:	
Herramientas para reparación de la infraestructura y equipo de protección en las vialidades y en los puntos de cloración.	22,500
Equipo de radio comunicación en la captación y en La Celba y dos unidades para el transporte de brigadas.	225,000
Implantación del laboratorio para el control de calidad del agua.	95,000
Control gráfico de la evolución del cloro residual, mediante una red mas densa de análisis y la construcción de curvas de isocalidad.	324,794
Implantar programas de mantenimiento preventivo, que incluyan: al equipo electromecánico (de rebombos y de la captación), detección de fugas (en líneas de conducción, red de distribución y tomas), desazolve de la red de drenaje, etc.	15,000
	255,000
√ Sistema Comercial	
Se requiere de sistema de cómputo, dentro de CMAPS, que permita realizar las tareas en forma ágil y reduciendo errores ocasionados por el volumen de trabajo.	80,000
Mantenimiento y rehabilitación de micromedidores (30% del total del padrón).	414,135
Estudio de la reestructuración y actualización del padrón de usuarios.	15,000
Revisión de lecturas para reducir el porcentaje de lecturas erróneas.	*SD
Se sugiere la ampliación de las campañas de concientización ciudadana, pues desafortunadamente la imagen de CMAPS está un poco deteriorada por la falta de abasto continuo y errores de la facturación. En caso extremo, se sugiere implantar políticas estrictas, ya que es muy importante aumentar la recaudación hasta un 80% al final del periodo de consolidación del organismo.	*BI
Se requiere incrementar el control de las notificaciones y aplicar la reglamentación estrictamente a fin de reducir los rezagos.	*BI
Se requiere efectuar una depuración de rezagos y reducir los existentes hasta un periodo no mayor a dos meses, mediante el control estricto de los usuarios.	*BI
√ Sistema de Planeación	
Se requiere la creación del área de Planeación pues esta actividad se puede considerar como un proceso iterativo en que se deben evaluar los beneficios obtenidos mediante los Planes Maestros y, en caso de ser necesario, rectificarlos o modificarlos de acuerdo con la evolución real de la población.	1,500,000

*SD = No se incluyen costos de estas acciones pues se considera que se pueden efectuar con el personal existente.

Tabla 4.3 Propuesta de acciones de consolidación del Organismo	
Sistema	Inversión (\$)
√ Sistema Financiero	
En este sistema se reflejará la bondad de las acciones y programas propuestos, ya que se tratará de reducir u optimizar egresos e incrementar los ingresos del organismo.	
Suma de las Inversiones para la Consolidación del Organismo (Suma de las Acciones Indicadas en la Tabla 4.3)	4,004,429
Suma de Infraestructura (Suma de las Acciones Indicadas en las Tabla 4.1 y 4.2)	74,210,051
Total de Inversiones (Suma de las Acciones Indicadas en las Tabla 4.1, 4.2 y 4.3)	78,214,480

5. Resultados del Análisis Financiero y Evaluación Económica

Para realizar los análisis económicos y financieros de las acciones necesarias para mejorar la calidad de los sistemas de agua potable, alcantarillado, saneamiento y consolidación de CMAPS, se realizaron los cálculos que se describen en el capítulo 10 además de las consideraciones básicas que se listan a continuación:

1. Crecimiento de la Población: Se consideró que la población de Tuxpam crece de acuerdo con la dinámica fijada mediante el método geométrico, con una tasa de crecimiento del 2.14% anual y el crecimiento de resto de las localidades que se abastecen mediante el sistema múltiple se fijó, que en promedio, tendrán un crecimiento igual al 5.6% anual que resulta del análisis de población correspondiente.
2. Por las características del sistema de agua potable, para los cálculos se empleó la población señalada como población total y para los de alcantarillado la indicada como cabecera municipal.
3. Para calibrar la hoja de cálculo, se capturaron los datos marcados con negritas en la **Tabla 5.1**, estos datos se definieron mediante los indicadores del sistema, promediando resultados y obteniendo el valor anual y en otros (como es en las inversiones) en el inciso correspondiente a la evaluación y planeación de los sistemas.
4. La ejecución de las obras se plantea en un horizonte de tres años, tratando de distribuirlos en forma equitativa durante dicho periodo.

5. La estrategia definida corresponde a eficientizar los sistemas, reduciendo costos (mediante la optimización de los recursos) y obtener los mayores ingresos posibles; esto solo se logrará recuperando la imagen que tiene CMAPS ante la ciudadanía. Por consiguiente resulta prioritario mejorar la calidad del servicio (por ejemplo, mediante la reducción o eliminación de tandeos) y aumentando significativamente la cobertura.

Es decir, es necesario efectuar medidas inmediatas comenzando por la reubicación de la caja desarenadora que permitirá mejorar las presiones en la red, sin embargo esta acción puede tener efectos colaterales negativos ya que se prevé una mayor incidencia de fugas, por lo que habrá de complementarse con una intensa campaña de detección y, muy posiblemente, con la rehabilitación de la red. Paralelamente habrá de trabajarse vigorosamente en la ampliación de la red que redundará en un mayor ingreso al organismo.

Bajo este esquema, se espera que las eficiencias de los sistemas: operacional, comercial y financiero se mejorarán considerablemente a partir de 1995 y se estabilizan a partir de 1997.

Considerando que la eficiencia comercial y física de los sistemas aumentan notablemente, los ingresos por agua y alcantarillado se incrementan en forma notable, obviamente se reducen los ingresos por concepto de multas y recargos (que influyen negativamente en el sistema comercial).

Esto redundará en un sistema financiero sano, con una buena generación interna de caja, sin aumentar considerablemente las tarifas promedio de agua y la del alcantarillado se propone que sea del orden del 10% de la tarifa de agua. A este respecto conviene mencionar que en el resto de la República el promedio de esta cuota es de aproximadamente el 20%.

Para poder hacer frente a las inversiones planteadas es necesario que la tarifa general promedio sea del orden de \$1.77, compuesta de la siguiente forma: \$ 1.65 /m³ para agua y \$ 0.12 /m³ por concepto de alcantarillado. Con estos valores se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 13.54%, su cálculo se menciona en capítulos posteriores.

El análisis tarifario refleja que con tarifas menores no es posible efectuar dichas inversiones, aunque se efectúen en tres etapas. Obviamente con tarifas mayores los resultados son altamente rentables (TIR del 24%).

TABLA B.1 ANÁLISIS FINANCIERO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (Opción: Mejoras en las eficiencias administrativas y operacionales; incremento de la tarifa de abastecimiento; no hay incremento en las tarifas de agua potable)

O. Operador:		CMAQS											
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
PROGRAMA DE INVERSIÓN													
		M4 1	0	5 885	3 531	2 354							
		M4 5	0	11 652	8 729	8 729							
		M4 6	0	8 350	8 350								
		M4 8	0	8 248	8 246	4 123							
		M4 9	0	25 783	28 966	23 960							
		Total Inversión											
		M8 8	0	5 010	3 531	2 354	0	0	0	0	0	0	
		M8 9	0	879	0								
		M8 2	0	0	0								
		M8 3	0	0	0								
		M8 4	0	0	0								
		M8 5	0	0	0								
		M8 6	0	0	0								
		M8 7	0	0	0								
		M8 8	0	0	0								
		M8 9	0	0	0								
		M8 10	0	0	0								
		M8 11	0	0	0								
		M8 12	0	0	0								
		M8 13	0	0	0								
		M8 14	0	0	0								
		M8 15	0	0	0								
		M8 16	0	0	0								
		M8 17	0	0	0								
		M8 18	0	0	0								
		M8 19	0	0	0								
		M8 20	0	0	0								
		M8 21	0	0	0								
		M8 22	0	0	0								
		M8 23	0	0	0								
		M8 24	0	0	0								
		M8 25	0	0	0								
		M8 26	0	0	0								
		M8 27	0	0	0								
		M8 28	0	0	0								
		M8 29	0	0	0								
		M8 30	0	0	0								
		M8 31	0	0	0								
		M8 32	0	0	0								
		M8 33	0	0	0								
		M8 34	0	0	0								
		M8 35	0	0	0								
		M8 36	0	0	0								
		M8 37	0	0	0								
		M8 38	0	0	0								
		M8 39	0	0	0								
		M8 40	0	0	0								
		M8 41	0	0	0								
		M8 42	0	0	0								
		M8 43	0	0	0								
		M8 44	0	0	0								
		M8 45	0	0	0								
		M8 46	0	0	0								
		M8 47	0	0	0								
		M8 48	0	0	0								
		M8 49	0	0	0								
		M8 50	0	0	0								
		M8 51	0	0	0								
		M8 52	0	0	0								
		M8 53	0	0	0								
		M8 54	0	0	0								
		M8 55	0	0	0								
		M8 56	0	0	0								
		M8 57	0	0	0								
		M8 58	0	0	0								
		M8 59	0	0	0								
		M8 60	0	0	0								
		M8 61	0	0	0								
		M8 62	0	0	0								
		M8 63	0	0	0								
		M8 64	0	0	0								
		M8 65	0	0	0								
		M8 66	0	0	0								
		M8 67	0	0	0								
		M8 68	0	0	0								
		M8 69	0	0	0								
		M8 70	0	0	0								
		M8 71	0	0	0								
		M8 72	0	0	0								
		M8 73	0	0	0								
		M8 74	0	0	0								
		M8 75	0	0	0								
		M8 76	0	0	0								
		M8 77	0	0	0								
		M8 78	0	0	0								
		M8 79	0	0	0								
		M8 80	0	0	0								
		M8 81	0	0	0								
		M8 82	0	0	0								
		M8 83	0	0	0								
		M8 84	0	0	0								
		M8 85	0	0	0								
		M8 86	0	0	0								
		M8 87	0	0	0								
		M8 88	0	0	0								
		M8 89	0	0	0								
		M8 90	0	0	0								
		M8 91	0	0	0								
		M8 92	0	0	0								
		M8 93	0	0	0								
		M8 94	0	0	0								
		M8 95	0	0	0								
		M8 96	0	0	0								
		M8 97	0	0	0								
		M8 98	0	0	0								
		M8 99	0	0	0								
		M8 100	0	0	0								
		M8 101	0	0	0								
		M8 102	0	0	0								
		M8 103	0	0	0								
		M8 104	0	0	0								
		M8 105	0	0	0								
		M8 106	0	0	0								
		M8 107	0	0	0								
		M8 108	0	0	0								
		M8 109	0	0	0								
		M8 110	0	0	0								
		M8 111	0	0	0								
		M8 112	0	0	0								
		M8 113	0	0	0								
		M8 114	0	0	0								
		M8 115	0	0	0								
		M8 116	0	0	0								
		M8 117	0	0	0								
		M8 118	0	0	0								
		M8 119	0	0	0								
		M8 120	0	0	0								
		M8 121	0	0	0								
		M8 122	0	0	0								
		M8 123	0	0	0								
		M8 124	0	0	0								
		M8 125	0	0	0								
		M8 126	0	0	0								
		M8 127	0	0	0								
		M8 128	0	0	0								
		M8 129	0	0	0								
		M8 130	0	0	0								
		M8 131	0	0	0								
		M8 132	0	0	0								
		M8 133	0	0	0								
		M8 134	0	0	0								
		M8 135	0	0	0								
		M8 136	0	0	0								
		M8 137	0	0	0								

Tabla 5.1 ANÁLISIS FINANCIERO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (Opción: Mejoras en las eficiencias administrativas y operacionales; Incremento de la tarifa de alcantarillado; no hay incrementos en las tarifas de agua potable)

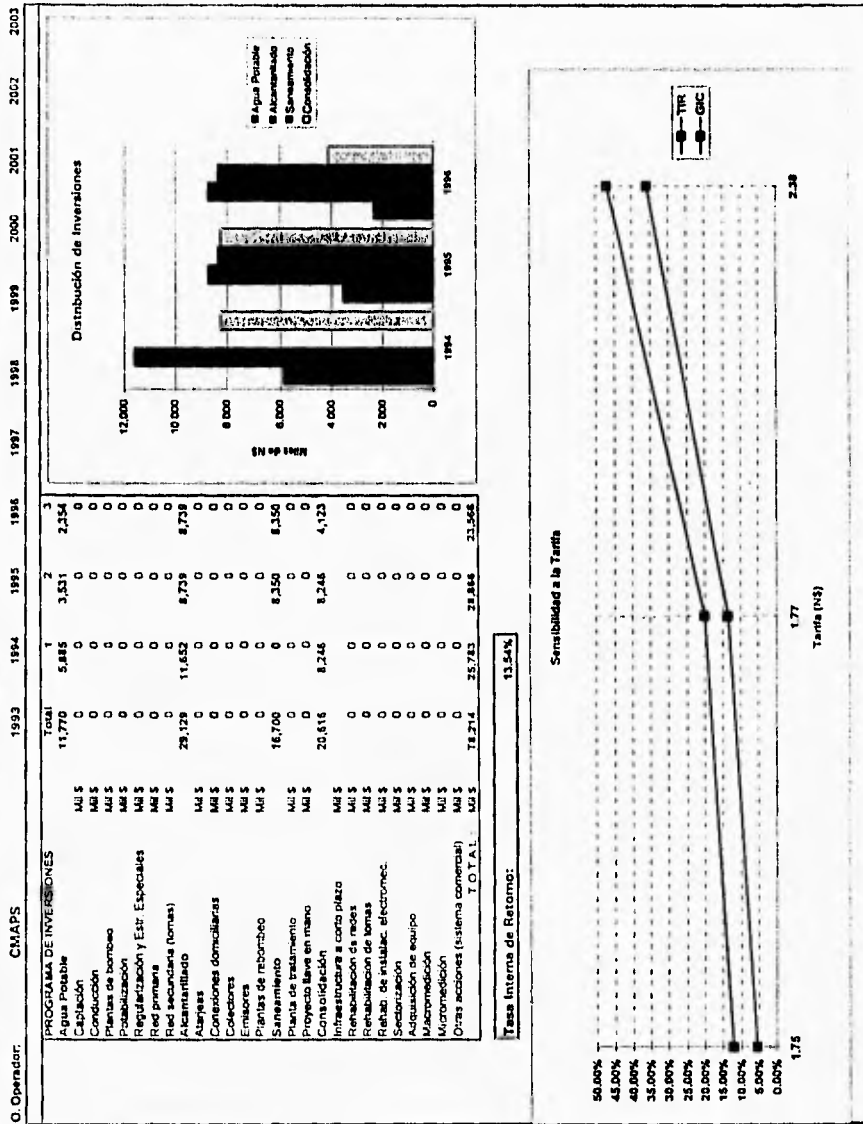
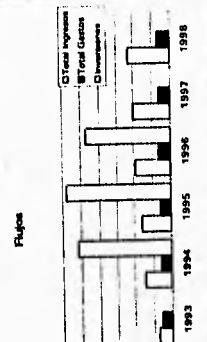
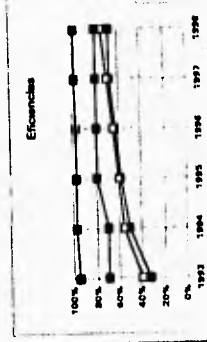


Tabla 8.1 ANALISIS FINANCIERO Y EVALUACION ECONOMICA (Opcion: incremento de tarifas de agua potable, sin incremento en el abastecimiento)

D. Operador	CMAQS										
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Datos Generales											
Agua Potable	%										
Poblacion Total	98,887	103,008	108,000	109,855	112,757	116,291	118,291	116,291	116,291	116,291	116,291
Localidades Fronterizas	34,877	37,565	39,141	39,773	40,496	41,315	42,135	42,955	43,775	44,595	45,415
Cabecera Municipal	72,715	75,330	78,859	80,261	81,976	83,976	86,176	88,476	90,876	93,376	95,876
Comunidades	4,290	14,834	17,841	20,810	21,571	21,917	21,917	21,917	21,917	21,917	21,917
Tomas convencionales	757	790	824	859	895	931	969	1,007	1,045	1,083	1,121
Tomas industriales y hueras	51	53	54	55	56	57	58	59	59	59	59
Tomas de estacion publicas	105	108	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Tomas Totales Agua Potable	922	15,703	16,820	21,623	22,213	23,018	23,018	23,018	23,018	23,018	23,018
Porcentaje recuperacion	80.59%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%
Cobertura A.P. (recuperacion)	80.59%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%
Cobertura Abastecimiento	38.80%	46%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Personel (Admin + Tecnico)	61	63	63	67	68	68	68	68	68	68	68
Consumos de agua	1,350.40	2,527.07	3,300.02	3,765.15	3,814.66	3,844.32	3,844.32	3,844.32	3,844.32	3,844.32	3,844.32
consumo domestic:	1,096.00	2,408.28	2,525.82	3,000.86	3,164.00	3,833.91	3,833.91	3,833.91	3,833.91	3,833.91	3,833.91
consumo industrial:	180	180	180	180	180	200	200	200	200	200	200
Consumo por cliente	6,065.63	4,806.35	4,216.57	3,973.75	3,284.26	3,568.23	3,568.23	3,568.23	3,568.23	3,568.23	3,568.23
Produccion y Ventas Anuales	9,914.0	9,872.7	10,044.2	10,798.9	10,282.7	11,164.6	11,164.6	11,164.6	11,164.6	11,164.6	11,164.6
Volumen Producido	488	464	346	370	370	309	309	309	309	309	309
Distribucion	87.29%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%
% de perdidas fisicas	11.587.72	2,714.99	3,405.39	4,387.97	4,865.66	5,683.68	5,683.68	5,683.68	5,683.68	5,683.68	5,683.68
Volumen Vendido	1,68	1,23	1,23	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Ingresos Anuales	1,912	4,704	6,056	7,819	8,463	9,847	9,847	9,847	9,847	9,847	9,847
Ingresos tarifa A. Potable	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Tarifa Abastecimiento	180	287	359	442	632	728	728	728	728	728	728
Reparacion y mantenimiento	1,204	978	884	877	110	130	130	130	130	130	130
Otros ingresos (multas, arrend, etc)	387	1,119	845	57	110	120	120	120	120	120	120
Anuacion derechos concesion	3,662.22	7,267	7,783	9,400	9,898	11,308	11,308	11,308	11,308	11,308	11,308
Total Ingresos	689	781	880	1,044	1,078	1,110	1,110	1,110	1,110	1,110	1,110
Gastos de Operacion	1,999	1,637	1,860	1,960	1,960	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064
Personal (sueldos, prestaciones)	145	159	162	173	185	179	179	179	179	179	179
Operacion y Mantenimiento (1)	2,812	2,857	2,821	3,208	3,142	3,354	3,354	3,354	3,354	3,354	3,354
Gastos Fijos	0.45	0.46	0.58	0.72	0.89	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Costo por metro cubico produc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortizacion creditos anteriores	650.44	4,229.54	4,882.42	8,184.1	8,745.97	7,954.01	7,954.01	7,954.01	7,954.01	7,954.01	7,954.01
INGRESOS NETOS ANUALES	4.17	3,623.0	2,874.1	3,148.4	2,281.5	5,885.1	5,885.1	5,885.1	5,885.1	5,885.1	5,885.1
Generacion Interna Disponible											



OPERA
 TABLA 5.1 ANÁLISIS FINANCIERO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (Opción: incremento de tarifas de agua potable, sin incremento en alcantarillado)

O. Operador:	CIMAAPS										
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	2000	2001	2002	2003
PROGRAMA DE INVERSIONES											
Aguas Potable	11,770	5,885	3,531	2,354							
Acueducto	M\$										
Planta de bombeo	M\$										
Reparación y Ext. Esencial	M\$										
Red primaria	M\$										
Red secundaria (norma)	M\$										
Alcantarillado	29,129	11,852	8,739	8,729							
Aljibes	M\$										
Conexiones domiciliarias	M\$										
Estaciones	M\$										
Empujes	M\$										
Plantas de rebombio	M\$										
Saneamiento	16,700		8,350								
Planta de tratamiento	M\$										
Sistema de disposición de lodo	M\$										
Consolidación	20,818	8,246	8,246	4,123							
Infraestructura a corto plazo	M\$										
Rehabilitación de redes	M\$										
Redes de alcantarillado	M\$										
Sistema de alcantarillado	M\$										
Adquisición de equipo	M\$										
Microcomputación	M\$										
Otras acciones (sistema como	M\$										
TOTAL	79,214	25,783	28,886	21,866							
Tasa Interna de Retorno:											
											8.10%

Tarifa (M\$)	TIR (%)	ICR (%)
1.75	15.00%	10.00%
2.38	35.00%	30.00%
3.10	45.00%	40.00%
4.12	55.00%	50.00%
5.14	65.00%	60.00%
6.16	75.00%	70.00%
7.18	85.00%	80.00%

O. Chemsilovic
TABLA 5.1 ANÁLISIS FINANCIERO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (Opción: Sin Incrementación en tarifas de empresas en las edificaciones)
 CMAAPS

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Detalles Generales												
	%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%	2.14%
Agua Potable												
Producción Total	hab	98,887	102,925	106,060	109,255	112,797	116,291	119,291	122,291	125,291	128,291	131,291
Consumos Forzados	hab	28,132	27,595	26,141	24,141	22,141	20,141	18,141	16,141	14,141	12,141	10,141
Consumos no forzados	hab	70,755	75,330	79,919	85,114	90,656	96,150	101,150	106,150	111,150	116,150	121,150
Tomas comerciales	tonnes	4,290	14,824	20,610	21,251	21,917	21,917	21,917	21,917	21,917	21,917	21,917
Tomas industriales y hotelerías	tonnes	71	700	624	659	695	621	621	621	621	621	621
Tomas de espacios públicos	tonnes	81	108	107	56	57	59	59	59	59	59	59
Tomas de Tótems de Agua Potable	tonnes	108	108	107	56	57	59	59	59	59	59	59
Pérdidas por infiltración	tonnes	8,203	15,798	18,026	21,103	23,210	25,018	26,018	26,018	26,018	26,018	26,018
Pérdidas por evaporación	%	84.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%	87.00%
Cobertura Alcantarillado	compra	80.88%	86.00%	78.00%	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%
Personal (Admin. + Técnico)	numero	36,888	46,888	46,888	46,888	46,888	46,888	46,888	46,888	46,888	46,888	46,888
Consumos de agua		81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
Consumo doméstico:	Mt m3	1,330.48	2,327.07	3,300.02	3,765.15	3,814.86	3,944.22	3,944.22	3,944.22	3,944.22	3,944.22	3,944.22
Consumo industrial:	Mt m3	1,888.80	2,409.25	2,525.62	3,000.96	3,164.00	3,633.91	3,633.91	3,633.91	3,633.91	3,633.91	3,633.91
Consumo por cable:	Mt m3	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Pérdidas fijas:	Mt m3	0.065.03	4.568.63	3.862.78	3.862.78	2.880.86	3.247.82	3.247.82	3.247.82	3.247.82	3.247.82	3.247.82
Producción y Ventas Anuales												
Volúmen Producido	Mt m3	9,914.0	9,462.8	9,798.4	10,498.4	9,888.5	10,828.1	10,828.1	10,828.1	10,828.1	10,828.1	10,828.1
Deducción	litros	488	334	307	265	300	300	300	300	300	300	300
% de pérdidas fijas	%	67.29%	48.00%	40.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
% no recuperado del facturado	%	80.79%	40.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Volúmen Vendido	Mt m3	1,158.72	2,861.91	3,788.67	4,738.28	5,234.00	5,683.08	5,683.08	5,683.08	5,683.08	5,683.08	5,683.08
Ingresos Anuales												
Tarifa Media de Agua Potable	\$/m3	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
Tarifa de Agua Potable	Mt \$	1,812	5,884	7,488	9,378	10,263	11,254	11,254	11,254	11,254	11,254	11,254
Tarifa de Agua Potable	Mt \$	0.22	0.48	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Ingresos tarifa Abonamiento	Mt \$	5,868	7,418	9,064	12,884	13,883	13,883	13,883	13,883	13,883	13,883	13,883
Costo Ingr op (multas, rotura, etc)	Mt \$	825	48	48	87	549	598	598	598	598	598	598
Aprobación demerito consumo	Mt \$	387	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119
Total Ingresos	Mt \$	3,882.82	13,777	18,145	19,848	23,822	25,822	25,822	25,822	25,822	25,822	25,822
Gastos de Operación												
Personal (salarios, prestaciones)	Mt \$	899	781	880	1,044	1,078	1,110	1,110	1,110	1,110	1,110	1,110
Operación y Mantenimiento (1)	Mt \$	1,719	1,863	1,798	1,629	1,617	1,617	1,617	1,617	1,617	1,617	1,617
Costo de Energía	Mt \$	148	153	156	167	160	174	174	174	174	174	174
Total Gastos	Mt \$	2,812	2,777	2,833	3,139	3,083	3,280	3,280	3,280	3,280	3,280	3,280
Costo por metro cubico producido	Mt \$	0.47	0.47	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Amortización unidades anteriores	Mt \$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INGRESOS NETOS ANUALES	Mt \$	850.44	11,000.07	13,292.25	16,509.08	20,739.24	22,542.56	22,542.56	22,542.56	22,542.56	22,542.56	22,542.56
Generación Interna Disponible	Mt \$	41.7	10,207.7	12,112.7	14,478.8	18,186.1	20,026.6	21,400.6	21,400.6	21,400.6	21,400.6	21,400.6

Tabla 3.1 ANÁLISIS FINANCIERO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (Dólar, Sin incrementos en tarifas al mejorar en las eficiencias)

O. Operador:	CMAQS	Años																					
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003											
	PROGRAMA DE INVERSIÓN																						
	Agua Potable	Mi \$	0	5,885	3,531	2,254																	
	Acercamiento	Mi \$	0	11,652	8,739	8,739																	
	Saneamiento	Mi \$	0	0	8,350	8,350																	
	Consolidación	Mi \$	0	5,248	8,246	4,123																	
	Total Inversión	Mi \$	0	25,785	28,066	21,566																	
	FINANCIAMIENTO AGUA POTABLE																						
	Generación de para Inversión	Mi \$	0	5,885	3,531	2,254																	
	Subsidio Federal y Estatal	Mi \$	0	0	0	0																	
	Previsión	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito A.P. 1	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito A.P. 2	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito A.P. 3	Mi \$	0	0	0	0																	
	Capitalización de créditos	Mi \$	0	0	0	0																	
	Amortización Crédito 1	Mi \$	0	0	0	0																	
	Amortización Crédito 2	Mi \$	0	0	0	0																	
	Amortización Crédito 3	Mi \$	0	0	0	0																	
	FINANCIAMIENTO SANEAMIENTO																						
	Generación de para Inversión	Mi \$	0	0	8,350	8,350																	
	Subsidio Federal y Estatal	Mi \$	0	0	0	0																	
	Previsión	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito Saneamiento 1	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito Saneamiento 2	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito Saneamiento 3	Mi \$	0	0	0	0																	
	Capitalización de créditos	Mi \$	0	0	0	0																	
	Amortización Crédito 1	Mi \$	0	0	0	0																	
	Amortización Crédito 2	Mi \$	0	0	0	0																	
	Amortización Crédito 3	Mi \$	0	0	0	0																	
	FINANCIAMIENTO ALCANTARILLADO																						
	Generación de para Inversión	Mi \$	0	4,323	232	3,775																	
	Subsidio Federal y Estatal	Mi \$	0	6,991	5,243	4,864																	
	Previsión	Mi \$	0	338	3,204	0																	
	Crédito Alcantarillado 1	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito Alcantarillado 2	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito Alcantarillado 3	Mi \$	0	0	0	0																	
	Capitalización de créditos	Mi \$	0	378	3,655	0																	
	Amortización Crédito 1	Mi \$	0	36	50	537																	
	Amortización Crédito 2	Mi \$	0	0	0	0																	
	Amortización Crédito 3	Mi \$	0	0	0	0																	
	FINANCIAMIENTO CONSOLIDACIÓN																						
	Previsión	Mi \$	0	6,587	9,587																		
	Crédito Consol. No 1	Mi \$	0	1,849	1,849																		
	Crédito Consol. No 2	Mi \$	0	0	0	0																	
	Crédito Consol. No 3	Mi \$	0	0	0	0																	
	Capitalización de créditos	Mi \$	0	1,847	1,847	4,618																	
	Amortización Crédito 1	Mi \$	0	271	271	271																	
	Amortización Crédito 2	Mi \$	0	271	271	271																	
	Amortización Crédito 3	Mi \$	0	271	271	271																	
	Amortización Crédito 4	Mi \$	840	840	840	840																	
	Amortización Crédito 5	Mi \$	840	840	840	840																	
	SALDO ANUAL CON EL PROGRAMA	Mi \$	510	463	476	523																	
	SALDO ANUAL ACUMULADO	Mi \$	495	463	476	523																	
	Capital de Trabajo (mil. lcs)	Mi \$																					

Tabla E.1 ANÁLISIS FINANCIERO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (Opción: Sin incrementos en tarifas ni mejoras en las eficiencias)

G. Operador:	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
INDICES FINANCIEROS											
Costo Operación Op.	0.77	0.20	0.16	0.16	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
(GIC) / (Inv. Agua potable)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Subsidio / (Inv. Agua potable)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(GIC)/(Inv. Acarriofinado)	1.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subsidio / (Inv. Acarriofinado)	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Credito total	M\$	1,967.19	4,912.84	4,123.16	11,023.29	14,009%					
GIC Total	M\$	0.01	10,207.72	12,112.69	14,478.82	36,799.25	47.05%				
Subsidio total	M\$	0.01	13,587.86	11,840.25	4,963.74	30,391.96	39.89%	78,214.52			
CONDICIONES DE FRONTERA											
RECURSOS MAYORES:											
AGUA POTABLE	60%	SANEAMIENTO	80%								
AGUA POTABLE	40%	CONSOLIDACIÓN	80%								
Habitantes por toma:	4.51										
Derechos de conexión (Promo)	\$2000										
Saldo anual acum. de 1992	M\$	800									
Salario medio anual:											
	%	5.00%	70.00%	25.00%							
	\$	80	11	6							
(1) Integración del costo de operación y márg.											
Eficiencia física	35%	52%	60%	68%	76%	79%	79%	70%	70%	70%	70%
Eficiencia comercial	39%	65%	65%	70%	78%	79%	79%	75%	75%	75%	75%
Eficiencia energética	70%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Porcentaje de micromedición	89%	87%	87%	87%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%
O y M Fuentes/Posibilización											
O y M (Cero y Positivo)	M\$	618.9	544.4	487.2	522.3	500.2	543.2	543.2	543.2	543.2	543.2
O y M Distribución	M\$	43.8	46.1	47.1	50.5	48.4	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5
Energía	M\$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Otro	M\$	288.4	353.7	310.0	333.0	319.0	346.4	346.4	346.4	346.4	346.4
O y M Acarriofinado y Tratamiento	M\$	111.8	105.2	112.8	108.0	117.3	117.3	117.3	117.3	117.3	117.3
Energía	M\$	173.1	182.3	186.5	199.9	191.5	207.9	207.9	207.9	207.9	207.9
Otro	M\$	183.20	171.9	153.8	164.9	157.9	171.5	171.5	171.5	171.5	171.5
Gastos Fijos	M\$	471.8	480.7	508.0	544.6	521.6	566.4	566.4	566.4	566.4	566.4
Presupuestos	M\$	1,798.3	1,862.8	1,798.4	1,928.1	1,846.8	2,005.2	2,005.2	2,005.2	2,005.2	2,005.2
Total O y M	M\$	0	0	327	1,813	1,813	1,813	1,813	1,813	1,813	1,813
(2) Integración del costo de producción	\$	28									
Amortización anual/Inventarios + Salvo	M\$	1,293	1,673	1,989	2,324	2,396	2,471	2,471	2,471	2,471	2,471
Amortización estructura	M\$	2,812	2,777	2,853	3,136	3,083	3,290	3,290	3,290	3,290	3,290
Costo de O y M	M\$	4,075	4,448	5,109	6,598	7,292	7,574	7,574	7,574	7,574	7,574
Costo de producción	M\$										

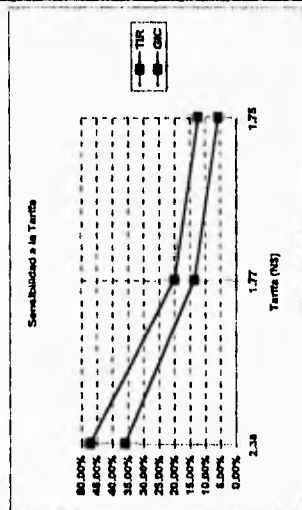
Tabla 8.1 ANÁLISIS FINANCIERO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (Opción Sin Incrementos en Tarifas ni Mejoras en las Eficiencias)

C. Operación:

CMAPS

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
PROGRAMA DE INVERSIONES											
Aguá Posible	11,770	5,865	3,531	2,354							
Capitación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conducción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompa de bombeo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regulación y Est. Esencial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Red prima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Red secundaria (nomes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcantarillado	26,129	11,632	6,739	6,739	6,739	6,739					
Aliviaderos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conexiones domiciliadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colectores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reservas de bombeo	16,700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantas de tratamiento de lodo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción	20,616	8,246	5,246	4,123	4,123	4,123					
Infraestructura a corto plazo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rehabilitación de redes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rehabilitación de bombas (incl. micro)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rehab. de instalac. electronec.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adquisición de equipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macromedición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micromedición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras acciones (sistema conve.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras acciones (sistema comercial)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL:	78,214	25,743	26,866	23,946							

Tasa Interna de Retorno: 35.91%



6. Recopilación de Información

El conjuntar datos que sean confiables y coherentes es uno de los aspectos más importantes para desarrollar cualquier estudio o proyecto; esta tarea, aunque es básica es ardua, por un lado por la dispersión de los organismos y entidades involucradas en el "manejo" de la información y por otro, porque muchas veces se carece de la misma. No obstante, es preciso recopilar la mayor cantidad de información de calidad, sin caer en el error de SOLO efectuar esta actividad, ya que se requiere realizar un cuidadoso análisis de la misma a fin de valorar en su justa medida, su bondad.

Por principio es de suma importancia reconocer, en forma exhaustiva, la zona o localidad en que se elabora el estudio; estos conocimientos deben abarcar desde la ubicación, hasta características sociales y económicas; sin perder de vista los proyectos o planes de desarrollo (económico sociales) que se podrían tener para incentivar el crecimiento de la región. En este contexto, en la Tabla 6.1, se resume la información que se conjuntó para desarrollar el presente estudio, así como la fuente o dependencia de la cual procede.

Tabla 6.1 Información recopilada para la realización del Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera e Institucional para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Tuxpam (de Rodríguez Cano), Veracruz.

INFORMACIÓN	PROCEDENCIA (FUENTE DE INFORMACIÓN)
<p>1. Entorno Físico</p> <p>1.1. Localización (Geográfica y Política)</p> <p>1.2. Accesos y Comunicaciones</p> <p>1.3. Orografía y Relieve</p> <p>1.4. Clima e Hidrometeorología</p> <p>1.5. Hidrografía</p> <p>1.6. Geología y Edafología</p> <p>1.7. Extensión Urbana y Colonias Asentadas</p> <p>1.8. Tendencias de Crecimiento de la Mancha Urbana</p> <p>1.9. Topografía Detallada de la Localidad</p> <p>2. Características Socioeconómicas</p> <p>2.1. Población Económicamente Activa (PEA) y Distribución de los Ingresos</p> <p>2.2. Características de la Vivienda (materiales de piso, techo, cuartos, etc.)</p> <p>2.3. Usos del Suelo</p> <p>2.4. Servicios Públicos y Seguridad Social (cobertura de los servicios: eléctricos, agua, drenaje, recolección y disposición de basura, pavimentación, hospitales, escuelas, hoteles, etc.)</p> <p>2.5. Marginalidad de la Localidad</p>	<p>INEGI, SAIUOP, Plan de Desarrollo Urbano de la localidad</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem a) anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>INEGI</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p>
<p>3. Población</p> <p>3.1. Población Histórica Registrada</p> <p>3.2. Acometidas de CFE</p> <p>3.3. Padrón de Usuarios</p> <p>4. Análisis de Consumos</p> <p>4.1. Resumen de Reportes de Facturación (enero de 1992 a mayo de 1993)</p> <p>4.2. Resumen de los Volúmenes Mensuales Consumidos (enero de 1992 a mayo de 1993)</p> <p>5. Disponibilidad de Fuentes de Abastecimiento (actuales y alternas)</p> <p>5.1. Información Hidrológica y/o Hidrométrica</p>	<p>INEGI</p> <p>CFE</p> <p>Organismo Operador</p> <p>Organismo Operador</p> <p>idem al anterior</p> <p>idem al anterior</p> <p>CNA</p> <p>CNA</p>

Tabla 6.1 Información recopilada para la realización del Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera e Institucional(Continuación....)	
INFORMACIÓN	PROCEDENCIA (FUENTE DE INFORMACIÓN)
6. Catastro Técnico, Físico y Operacional de la Infraestructura Emplenda para Proporcionar los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 6.1. Agua Potable	
6.1.1. Captación: Tipo, cantidad de fuentes de abastecimiento, volumen de producción (aforos y/o macromedición), características electromecánicas de los equipos y características de fontanería; problemática y políticas de operación definidas para el aprovechamiento y mantenimiento; calidad del agua captada (análisis físico-químico-bacteriológicos)	Organismo Operador, Recorridos de Campo y CNA
6.1.2. Conducción: Diámetro(s), material, trazo, longitud, piezas especiales y edad; control de fugas; problemática y políticas de operación y mantenimiento	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.1.3. Almacenamiento: Ubicación (geográfica y topográfica), capacidad, material, elevación, tipo, estado físico; políticas de operación y mantenimiento y problemática; zona de influencia	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.1.4. Estructuras Especiales: Ubicación (geográfica y topográfica), material, elevación, estado físico; políticas de operación y mantenimiento y problemática; zona de influencia	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.1.5. Desinfección o Potabilización: Tipo de tratamiento, ubicación, capacidad, consumo de reactivos (en costos y volumen), descripción de los procesos, estado físico de las instalaciones; problemática y políticas de operación y mantenimiento. Evaluación del tratamiento, calidad del agua (análisis físico-químico-bacteriológicos)	Organismo Operador Recorridos de Campo y SS
6.1.6. Red de Distribución: Trazo detallado de la red (primaria), longitud, diámetros, antigüedad, materiales y cobertura; ubicación de cajas de válvulas y cruceros; validación de cruceros y diámetros; definición de Áreas sin servicio y/o con servicio discontinuo (tandees); control de fugas; problemática y políticas de operación y mantenimiento	Organismo Operador y Recorridos de Campo

Tabla 6.1 Información recopilada para la realización del Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera e Institucional (Continuación...)

INFORMACIÓN	PROCEDENCIA
6.1.6. <u>Red de Distribución</u> : Trazo detallado de la red (primaria), longitud, diámetros, antigüedad, materiales y cobertura; ubicación de cunjas de válvulos y cruceros; validación de cruceros y diámetros; definición de áreas sin servicio y/o con servicio discontinuo (tandens); control de fugas; problemática y políticas de operación y mantenimiento	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.1.7. <u>Tomas</u> : Cantidad de usuarios con y sin micromedición, distribución por tipo, problemática; estado físico (frecuencia de fugas), material común empleado en la conexión	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.2. Alcantarillado	
6.2.1. <u>Descargas domiciliarias</u> : Cantidad de usuarios con y sin el servicio; problemática y estado físico; opciones alternativas de la población para el desalajo de las aguas residuales de la vivienda	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.2.2. <u>Red de Alcantarillado (Atarjeas, Colectores y Subcolectores)</u> : Tipo; trazo detallado de la red (primaria), longitud, pendiente, antigüedad, materiales y cobertura; ubicación de pozos de visita; validación de pozo de visita; puntos de descarga; problemática (azolves) y políticas de operación y mantenimiento	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.2.3. <u>Rebunbeos</u> : Ubicación, características del equipo electromecánico, capacidad y características del cárcamo, fontanería; zona de influencia; puntos de descarga; problemática (azolves) y políticas de operación y mantenimiento	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.2.4. <u>Emisores</u> : Tipo; trazo detallado de la red (primaria), longitud, pendiente, antigüedad, materiales; puntos de descarga; problemática (azolves) y políticas de operación y mantenimiento	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.2.5. <u>Descargas</u> : Cuerpo receptor; cantidad; características de las descargas (continuas—intermitentes, volumen, etc.)	Organismo Operador, Recorridos de Campo y CNA
6.3. Saneamiento	
6.3.1. <u>Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales</u> : Localización, capacidad y eficiencia; descripción de las procesos, calidad del influente y del efluente; control de desechos industriales	Organismo Operador y Recorridos de Campo
6.3.2. <u>Cuerpo receptor</u> : Características, vida acuática, influencia de la(s) descarga(s), condiciones particulares de descarga	Organismo Operador, Recorridos de Campo y CNA

Tabla 6.1 Información recopilada para la realización del Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera e Institucional (Continuación....)	
INFORMACIÓN	PROCEDENCIA
6.4 Caracterización del Organismo Operador	
6.4.1. Sistema Administrativo: Marco legal y situación jurídica; propósitos y objetivos del organismo; estructura organizativa; distribución del personal (confianza/base, planta/eventuales, administrativos/campo)	Organismo Operador, Recorridos de Campo y CEAS
6.4.2. Sistema Operacional: Personal encargado de la operación directa de los sistemas; políticas e operación y mantenimiento; equipo de trabajo y protección; Almacén (existencias y control)	Organismo Operador, Recorridos de Campo y CEAS
6.4.3. Sistema Comercial: Personal encargado, procedimientos empleados y políticas fijadas para: la contratación del servicio, control y actualización del padrón de usuarios, lecturas (rutas de lectura y número de Lecturistas), taller de micromedición (cantidad de medidores reparados mensualmente, stock de refacciones, motivos de desperfectos en medidores, etc.); facturación; rezagos (importe en costo y meses de facturación); multas y recargos; recaudación; notificaciones; atención ciudadana; planeación. Sistema Tarifario: actualización de tarifas de agua potable y alcantarillado; composición por tipo de usuario; costo de instalación y reinstalación; tarifas de alcantarillado	Organismo Operador, Recorridos de Campo y CEAS
6.4.4. Sistema Financiero: Composición de los ingresos y egresos; presupuesto; balance general; revaluación de activos; contabilidad; nómina.	Organismo Operador, Recorridos de Campa y CEAS

A partir de esta información se procedió a efectuar el diagnóstico de cada uno de los sistemas mencionados; tal y como se detalla en los capítulos siguientes.

7. Metodología Empleada para la Definición de Datos de Proyecto

Mediante la elaboración de este estudio se pretende evaluar la calidad de los servicios de: agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento en condiciones actuales de funcionamiento; a partir del diagnóstico o evaluación se contempla proporcionar servicios satisfactorios a la población, mediante la propuesta de obras y acciones encaminadas a mejorar su eficiencia de operación y la administración de los recursos; proponiendo acciones inmediatas y estratégicas (que permitirán mejorar los servicios en el corto plazo), y definiendo los criterios que habrán de seguirse para contar con una planeación adecuada de los sistemas. Por consiguiente se plantean tres diferentes horizontes de planeación: corto, mediano y largo plazo.

Con base en ello, es necesario sustentar los criterios que se aplicarán para definir la tendencia de crecimiento o dinámica poblacional; así mismo se requiere efectuar un detallado análisis de los consumos a fin de determinar en forma consistente la dotación y estimar las demandas en los horizontes señalados, ya que en función de estas últimas se definirá la magnitud de las obras por construirse.

7.1. Perfil demográfico y tendencias de crecimiento

En función de la información recopilada en el punto 3 de la Tabla 6.1, es necesario definir la dinámica histórica de crecimiento de la población (tanto de la localidad, del municipio y las políticas definidas por la federación); para ello se calculan las tasas de crecimiento, empleando la ecuación 7.1;

$$P_f = P_a (1 + i)^n \dots\dots\dots 7.1$$

en donde P_f es la población futura; P_a es la población actual; "i" es la tasa de crecimiento (buscada); y "n" el número de años que comprende el periodo entre la población futura y actual.

Puesto que deseamos conocer la tasa de crecimiento, se despeja y se obtiene la ecuación 7.1.a:

$$i = (P_f / P_a)^{1/n} - 1 \dots\dots\dots 7.1.a$$

Por ejemplo, para obtener la tasa mencionada en el estudio, se tiene:

$$P_a = P_{80} = 56,037 \text{ (censal 1980)}$$

$$P_f = P_{90} = 69,224 \text{ (censal 1990)}$$

$$n = 10 \text{ años;}$$

sustituyendo valores:

$$i = (69,224 / 56,037)^{1/10} = 0.0214$$

expresado en porcentaje se obtiene

$$i = 2.14\%$$

Así mismo es interesante observar el comportamiento de las tasas históricas de varios periodos y detectar fenómenos socioeconómicos y políticos que se presentaron en dichos lapsos y de ahí deducir el porqué de la dinámica; también se aconseja comparar los resultados en el sitio estudiado con los observados en localidades cercanas y/o el municipio, ya que de ésta forma se conocerá a mayor detalle la dinámica demográfica regional.

Como punto de partida para definir el crecimiento de la población, es necesario determinar la población que existe en la localidad al momento de efectuar el estudio. El método más adecuado es efectuar un censo que incluya población y cobertura de los servicios que nos interesan, desafortunadamente por restricciones económicas no es común efectuar este procedimiento; por consiguiente es necesario emplear métodos indirectos para definir a la población actual, por lo anterior se empleó la información que se menciona en los puntos 2.4, 3.2 y 3.3 de la Tabla 6.1, referentes a cobertura y número de acometidas y tomas de agua reportadas en el último censo y por CFE y el Organismo Operador. El procedimiento empleado para definir la población existente en 1993 (año en que se realizó el estudio), se describe a continuación:

- a) Tomando como base que la fuente oficial para definir la población, a nivel nacional, es el INEGI; como punto de partida para efectuar los análisis se emplearon los resultados del censo del 90.
- b) De acuerdo con CFE, en la zona urbana de Tuxpam se tiene registradas 16,957 acometidas, con una cobertura del 96%, sin especificar la clasificación de los usuarios (doméstico, comercial, industrial).
- c) Considerando el número de viviendas que reporta el censo y observaciones de campo (unidades habitacionales de reciente construcción), se estimó que existen 15,831 viviendas en la localidad.
- d) Con estas cifras se obtiene que el porcentaje de acometidas domésticas de CFE es 89.62%.
 $(16,957 \cdot 100) / 96 = 17,664$ acometidas totales \Rightarrow
 $(15,831 / 17,664) \cdot 100 = 89.62\%$
 por consiguiente, el resultado es congruente con sus homólogos reportados en el Censo del 90.
- e) De acuerdo con los datos censales, el promedio de hacinamiento en el municipio es de 4.51 habitantes por vivienda, tomando como válida la estimación de 15,831 viviendas se obtiene que la población en 1993 asciende a $(4.51 \cdot 15,831 =) 71,398$ habitantes.
- f) Para comprobar estos resultados, se sigue un razonamiento similar al descrito hasta el inciso anterior, pero empleando los datos del organismo operador, relativos al número de tomas domésticas y cobertura del sistema de agua potable; con este criterio resultó una población de 71,503 habitantes, cifra muy similar a la anterior, por consiguiente se deduce que las estimaciones son consistentes.
- g) A continuación se aplican los métodos tradicionales de pronóstico de población que se presentan en la Tabla 7.1. y cuyos procedimientos se pueden encontrar descritos en el libro de Ingeniería Sanitaria publicado por la Facultad de Ingeniería (referencia 10).
- h) Por último, se observa que método tiene mayor aproximación con los resultados obtenidos en los incisos e) y f) y se define el criterio a seguir, considerando también los programas de las autoridades correspondientes que puedan tener para modificar la dinámica.

Tabla 7.1. Métodos tradicionales para pronóstico de la población

Método	Ecuación
1. Aritmético	$P_f = P_u + \frac{P_u - P_p}{u - p}(f - u) \dots\dots\dots 7.2$ <p>donde: P_f = Población al Futuro. P_u = Población registrada en el Ultimo Censo. P_p = Población registrada en el Penúltimo Censo. u = ultimo año en que se efectuó el Censo. p = año en el que se efectuó el penúltimo Censo. f = año al que se desea pronosticar.</p> <p>por ejemplo: P_f = 74,522 habitantes P_u = 69,224 habitantes P_p = 56,037 habitantes u = 1990 p = 1980 f = 1993</p>
2. Geométrico	$P_f = P_u (1 + i)^n \dots\dots\dots 7.3$ <p>donde: P_f = Población a Futuro. P_u = Población actual o última registrada en el censo. i = tasa de crecimiento propuesta, en decimales. n = número de años.</p> <p>por ejemplo: P_f = 73,755 habitantes P_u = 69,224 habitantes i = 2.14% = 0.0214 n = 3 años</p>

Método	Ecuación																																				
3. Incremento diferenciales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener las diferencias de habitantes que hay entre los todos los datos censales. 2. Calcular las segundas diferencias (ya sean positivas o negativas). 3. Obtener el promedio de éstas segundas diferencias y suponer que en el futuro éstas permanecen constantes. 4. Efectuar el procedimiento inverso. <p>por ejemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>año</th> <th>población</th> <th>1ª dif.</th> <th>2ª dif.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1940</td> <td>15,475</td> <td>621</td> <td>6,535</td> </tr> <tr> <td>1950</td> <td>16,096</td> <td>7,165</td> <td>3,475</td> </tr> <tr> <td>1960</td> <td>23,261</td> <td>10,640</td> <td>11,496</td> </tr> <tr> <td>1970</td> <td>33,901</td> <td>22,136</td> <td>-8,949</td> </tr> <tr> <td>1980</td> <td>56,037</td> <td>13,187</td> <td>-2,637</td> </tr> <tr> <td>1990</td> <td>69,224</td> <td>15,824</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td></td> <td></td> <td>-2,637</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>85,048</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	año	población	1ª dif.	2ª dif.	1940	15,475	621	6,535	1950	16,096	7,165	3,475	1960	23,261	10,640	11,496	1970	33,901	22,136	-8,949	1980	56,037	13,187	-2,637	1990	69,224	15,824		PROMEDIO			-2,637	2000	85,048		
año	población	1ª dif.	2ª dif.																																		
1940	15,475	621	6,535																																		
1950	16,096	7,165	3,475																																		
1960	23,261	10,640	11,496																																		
1970	33,901	22,136	-8,949																																		
1980	56,037	13,187	-2,637																																		
1990	69,224	15,824																																			
PROMEDIO			-2,637																																		
2000	85,048																																				
4. De las componentes con dos criterios: i) programático ii) alternativo	<p>En ambos criterios se analiza:⁷</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Pirámide poblacional (por edad y sexo). b) Nacimientos por edad de la madre. c) Índices de fecundidad. d) Masculinidad. e) Defunciones. f) Migración. 																																				

Además, para definir el crecimiento de la mancha urbana, hay que tomar en cuenta dos aspectos:

- Llega el momento en que la población dentro de la localidad crece a un ritmo menor, pues el área se satura.
- El crecimiento, se absorbe en las localidades cercanas al polo de desarrollo (en este caso la localidad) con lo que llega un momento en que se "juntan" las congregaciones cercanas, pasando a formar parte de la mancha urbana (ejemplos característicos: Zona Metropolitana del Valle de México, Zona Metropolitana de Guadalajara, etc.).

⁷ Por la complejidad de los cálculos necesarios, no se hace una descripción detallada de los mismos, para mayor información ver el libro Ingeniería Sanitaria, Ing. Ernesto Murguía Vaca, Facultad de Ingeniería, UNAM. Referencia bibliográfica 10.

7.2. Análisis de los consumos

Antes de explicar los procedimientos empleados para definir el resto de los datos de proyecto, es necesario definir algunos conceptos:

Dotación:

Es el volumen de agua que se proporciona o proporcionará, en promedio, a cada habitante; se calcula en función de una cantidad expresada en litros por habitante por día. En este concepto se incluyen: actividades de la población (comercios e industrias), nivel económico, fugas y desperdicios.

Demandas:

Es el volumen de agua que, en promedio, requiere o requerirá la población para satisfacer sus necesidades o consumos; representa la suma del volumen que se emplea en los usos: domésticos, comerciales, industriales, municipales y fugas y desperdicios.

Consumo:

Es el agua que emplea la población para satisfacer sus necesidades diarias; como pueden ser:

- consumos domésticos.- que comprenden el lavado y limpieza, cocina, uso de sanitarios, etc.
- consumos comerciales.- lavado y limpieza, sanitarios, etc.
- consumos industriales.- manufactura, autolavados y gasolineras, purificadoras, hieleras, centros recreativos, hoteles, etc.
- consumos municipales.- escuelas, hospitales, riego de áreas verdes y camellones, etc.

Es común emplear dos métodos para definir los consumos; el primero de ellos se aplica en caso de existir medidores en las tomas de los usuarios; el segundo método se aplica cuando no existen medidores en las tomas de los usuarios y por consiguiente se estiman efectuando comparaciones con localidades que presentan características similares (clima, costumbres o hábitos, etc.)

A continuación se detalla el primer método, y que fue el empleado en este estudio.

- a) Con base en la información recopilada (incisos 4.1 y 4.2, de la Tabla 6.1), se determinó el volumen total consumido en el mes (por medio del servicio medido) y se obtuvo el número total de usuarios con este servicio.

- b) Mediante la relación entre el volumen consumido (V_c) y el total de usuarios con servicio medido (U_m), se obtuvo el consumo promedio por toma (C); conviene aclarar que para este caso en particular el periodo que comprende las lecturas es de un mes, por consiguiente el resultado equivale al consumo promedio mensual de cada toma; ejemplo:

Volumen consumido en el mes de diciembre de 1992=
 $V_c = 225,555 \text{ m}^3$

Número de tomas medidas durante el mes de diciembre de 1992 =
 $U_m = 8,148 \text{ tomas}$

por tanto,

$$C = V_c / U_m \dots\dots\dots 7.4$$

$$C = 225,555 / 8,148 = 27.31 \text{ m}^3/\text{toma}$$

Esta sencilla operación se realizó para cada mes del periodo (ver Tabla 2.3 y Figura 2.5).

- c) A continuación, se obtuvo el promedio aritmético de los volúmenes consumidos por toma ($V_{c\text{prom}} = 28.53 \text{ m}^3/\text{toma}/\text{mes}$) durante el periodo del que se dispone; es evidente que a más meses analizados se podrán obtener más y mejores conclusiones e incluso se podrá obtener el coeficiente de variación mensual de la localidad.

- d) Por último, si se considera al hacinamiento promedio por vivienda, se obtiene:

$$C_{\text{prom.}} = V_{c\text{prom}} * / h \dots\dots\dots 7.5$$

donde

$h =$ índice hacinamiento = No. hab/Vivienda (dato censal);

$C_{\text{prom.}} =$ consumo promedio diario;

$V_{c\text{prom}} =$ Volumen Consumido Promedio;

$1000 / 30 =$ transformación de unidades de m^3/dia .

Sustituyendo:

$$(28.53 * 1000 / 30) / 4.51 = 197.66 \text{ l}/\text{hab}/\text{día}$$

Se procedió de igual forma para analizar los consumos de acuerdo con la clasificación de usuarios (tabla 2.6)

- domésticos (populares, interés social y residencial);
- comerciales (bajos consumidores, medio consumo y alto consumo);
- industriales (bajos consumidores, medio consumo y alto consumo);
- servicios públicos (municipales, estatales y federales); y
- otros (bajos consumidores y alto consumo).

Con estos resultados se puede concluir que:

- los consumos más importantes corresponden a los usuarios industriales; a continuación los usuarios clasificados como "servicios públicos federales" y a consumo doméstico le corresponden los valores más bajos.
- los habitantes de Tuxpam consumen en promedio 197.66 l/hab/día

7.3. Cálculo de la dotación y proyección de las demandas

Para estimar el volumen de agua que, en promedio, se proporciona a cada habitante es necesario:

1. Definir el volumen de agua que se explota en la fuente de abastecimiento mediante la medición del caudal que se extrae en la captación (aforos).
2. Definir la población "real" que cuenta con el servicio de agua potable.

En el caso particular de Tuxpam, las líneas de conducción permiten abastecer un total de 17 localidades sin incluir al centro urbano; se puede afirmar que el sistema opera como "sistema múltiple"; por consiguiente, la población asentada en estas localidades habrá de considerarse para evaluar la dotación actual del sistema.

El procedimiento empleado para estimar la dotación, se describe en los párrafos siguientes:

- a) De acuerdo con los resultados obtenidos mediante los aforos realizados en los equipos que se emplean en la captación, a las localidades se envía un gasto máximo diario de 343 lps.⁸

⁸ Se hicieron tres mediciones, con registro instantáneo, en cada uno de los equipos empleando el "tubo pilot", el promedio de estas mediciones es de 343 lps; sin embargo, puesto que no existen mediciones o

b) Al afectar este valor con el coeficiente de variación diaria (ecuación 7.2), el gasto medio (Q_{med}) es de 285.83 lps, mismo que se bombea íntegramente hacia las líneas de conducción, puesto que los equipos operan las 24 horas.

$$Q_{med} = Q_{MD} / C_{vd} \dots\dots\dots 7.6$$

donde: Q_{med} es el gasto medio diario, expresado en litros por segundo; Q_{MD} es el gasto máximo diario; C_{vd} es el coeficiente de variación diaria, en este caso, por normas se tomó igual a 1.2.

c) Por las características de la línea de conducción (sistema múltiple), se estimó la población beneficiada (P_s) en todas las localidades que abarca el sistema (50,523 habitantes con servicio domiciliario).

Despejando la dotación (D) de la ecuación 7.3, se obtiene un valor igual a 488.81 l/hab/día, el cual es superior a la recomendada por los órganos normativos, ya que en éste tipo de localidades una dotación igual a 250 l/hab/día es la indicada.

$$Q_{med} = P_s \cdot D / 86,400 \dots\dots\dots 7.7$$

En la que:

Q_{med} es el gasto medio diario, expresado en litros por segundo; P_s es la población servida; D es la dotación, en litros por habitante por día (l/hab/día); y 86,400 es la transformación de unidades para hacer congruente a la ecuación (seg/día).

Estas estimaciones conducen a efectuar un Balance entre el volumen que se produce anualmente y el facturado durante el mismo periodo, a fin de estimar las pérdidas físicas y comerciales del sistema de agua potable, para ello se siguió el procedimiento que se describe a continuación

a) Se extrapola el número de tomas hasta tener una cobertura en el servicio del 100%, por tipo de usuario (ver columna 2, Tabla 7.2).

$$N_{100\%} = N_{1993} \cdot 100\% / Cob_{1993} \dots\dots\dots 7.8$$

Donde: $N_{100\%}$, es el número de tomas si la cobertura del servicio fuera del 100%; N_{1993} , es el número de tomas reportadas en 1993, y Cob_{1993} , es la cobertura del servicio en 1993, expresada en porcentaje.

registros previos, no se tienen elementos para definir si este valor corresponde al gasto máximo, mínimo o medio, por consiguiente se considera como el máximo ya que en diseño se aplica este criterio.

b) Con base en el consumo promedio facturado (inciso 2.2), se deduce cual es el consumo anual de la población con una cobertura del 100% (columna 3, de la Tabla 7.2).

$$C_{100\%} = C_{1993} * N_{t100\%} / N_{t1993} \dots\dots\dots 7.9$$

Donde: $C_{100\%}$ es el consumo si toda la población recibiera el servicio mediante toma domiciliaria; C_{1993} es el consumo reportado durante 1993; $N_{t100\%}$ es el número de tomas, obtenido en el inciso anterior y N_{t1993} es el número de tomas reportadas durante 1993.

c) A la producción media estimada mediante los aforos en la fuente de abastecimiento, se calcula su equivalente a un año (columna 4, Tabla 7.2).

$$Q_{\text{anual}} = Q_{\text{aforado}} * (365/1000) * 86,400 \dots\dots\dots 7.10$$

donde: Q_{anual} es el gasto que se produce en un año; Q_{aforado} es el gasto medido y $(365/1000) * 86,400$ es la transformación de unidades.

d) Por diferencia entre los resultados del primer cálculo y del segundo, se estiman las pérdidas del sistema (Tabla 7.2, columnas 5 y 6).

$$P_{\text{sistema}} = \text{Volumen aforado} - \text{Volumen consumido} \dots\dots\dots 7.11$$

Por ejemplo:

Tabla 7.2 Cálculo de pérdidas del sistema múltiple de agua potable.					
Resumen de Usuarios	Número de usuarios	Consumos m3/año	Producción m3/año		Pérdidas Porcentaje
			(columna 4)	(columna 5)	
	(columna 2)	(columna 3)	(columna 4)	(columna 5)	(columna 6)
Localidades foráneas y Cuota Fija	2,789	334,656			
Domésticas	8,290	1,350,396			
Comerciales	757	370,812			
Industriales	51	1,125,876			
Servicios públicos	92	90,732			
Otros	13	10,956			
Suma	11,992	3,283,428	9,014,040	5,730,612	63.57%

Estos resultados indican la posibilidad satisfacer las necesidades actuales de la población, aprovechando los recursos hidráulicos existentes en forma eficiente mediante un control efectivo de pérdidas. Por consiguiente para el pronóstico de las demandas se definieron los criterios y políticas señalados en el inciso 2.3 y que se presentaron en la Tabla 2.6.

En resumen los datos de proyecto para el sistema de agua potable se presentan en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Datos de proyecto para el sistema de agua potable						
Datos Básicos	1993	2000	2007	satura ción	2015	Ecuación o Criterio Empleado
Población de Proyecto						
Población Total	99,887	123,856	155,786	170,835	219,623	
Localidades Foráneas	26,132	38,342	56,638	62,109	102,211	Geométrico, Tc = 5.60%
Tuxpam	73,755	85,514	99,148	108,726	117,412	Geométrico, Tc = 2.14%
Dotación (l/hab/día)	350	250	250	250	250	Normas Técnicas CNA
Gastos						
Medio Diario (l/s)	205	358	451	494	635	$Q_{med} = P_{ab} D_{ab} / 86,400$
Máximo Diario (l/s)	246	430	541	593	763	$Q_{MD} = C_{vd} Q_{med}$
Máximo Honorio (l/s)	369	645	811	890	1144	$Q_{MH} = C_{vh} Q_{MD}$
Coefficientes						
Variación Diaria	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	Normas Técnicas CNA
Variación Horaria	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	Normas Técnicas CNA
Fuentes de Abastecimiento	Aguas subterráneas					
Tipo de Captación	Galerías filtrantes y pozos profundos					
Conducción	Bombeo					
Distribución	Gravedad					
Cobertura del sistema (%)	50.58	85	90	95	99	Política definida por CNA
Regularización necesaria (m³)	2,989	6,270	7,887	8,649	11,118	$Q_{MD} = 14.54 Q_{med}$
Producción necesaria en l/s (bombeo 24 hrs)	285	430	541	593	763	$Q_{MD} = C_{vd} Q_{med}$

Debido a que las características del alcantarillado son diferentes a las del sistema de agua potable, como se menciona en la descripción de los sistemas, los datos de proyecto de alcantarillado y saneamiento se muestran en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4 Datos de proyecto para los sistemas de alcantarillado y saneamiento						
Datos Básicos	1993	2000	2007	saturación	2015	Ecuación o Criterio Empleado
Población de Proyecto						
Tuxpam	73,755	85,514	99,148	108,726	117,412	Geométrico, Tc = 2.14%
Dotación (l/hab/día)	350	250	250	250	250	Normas Técnicas CNA
Cobertura (%)	45	65	65	65	65	Política marcada por CNA
Gastos						
Medio (l/s)	189	210	244	267	289	$Q_m = 0.85 Q_{med}$ Criterio de CNA
Mínimo (l/s)	95	105	122	134	144	$Q_{min} = 0.5 Q_{med}$ Criterio CNA
Máximo instantáneo (l/s)	397	433	488	527	561	$Q_{MI} = MQ_{med}$ Criterio CNA
Máximo extraordinario (l/s)	525	649	733	790	842	Criterio CNA de Seguridad $Q_{ME} = CS Q_{MI}$
Coefficientes de variación						
Máximo instantáneo	2.1	2.06	2.0	1.97	1.94	Cof. de Harmon $M = 1 + 14 / (4 + \sqrt{V})$
CS	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	se prevé la construcción de la red de alcantarillado pluvial, por tanto el Cof. de Seguridad (CS) se reduce.
Sistema	Combinado					
Tratamiento de aguas residuales	Lodos Activados					
Modulación (unidades)	5	6	6	7	8	sistema convencional de lodos activados.
Capacidad (m³)	75	75	75	75	75	
Gasto a tratar	375	450	450	525	600	
Sobrecarga			-39%			

8. Descripción, Diagnóstico y Recomendaciones

Una vez definidos los datos básicos de proyecto, se deben efectuar dos acciones:

- Recorridos de campo, de preferencia con personal capacitado (que conozca la operación de los sistemas);
- Cálculos y estimaciones de gabinete.

Ya que solo es posible efectuar una planeación adecuada de los servicios conociendo a fondo la problemática.

Conviene aclarar que dado que solo es planeación de los sistemas, no es necesario efectuar proyectos con un profundo detalle ya que este nivel corresponde a la fase del proyecto ejecutivo.

8.1. Sistema de agua potable

8.1.1. Captación

El primer componente del sistema de agua potable que se analizó, fue la disponibilidad de fuentes de abastecimiento (para evaluar su cantidad) y su calidad. Como el aprovechamiento se realiza con la extracción de agua del subálveo del río Pantepec, se recurrió a la Comisión Nacional del Agua a fin de recopilar información referente a la Hidrología y Geohidrología de la zona en estudio, obteniéndose resultados poco satisfactorios ya que no se cuenta con estudios formales; sin embargo se obtuvo información de la estación hidrométrica el Sombrerete, ubicada en el río Pantepec.

Dado a que la captación "El Xuchitl", permite aprovechar el subálveo de este cauce, se definió evaluar las condiciones de estiaje (gastos mínimos) y la frecuencia de éstos para definir la disponibilidad de agua superficial sin recurrir a un estudio formal de Hidrología. Esto último, fue posible por lo caudaloso del cauce, sin embargo, en otras condiciones es necesario efectuar estudios hidrológicos exhaustivos.

8.1.2. Conducción

Para determinar la capacidad de las líneas se efectuó el análisis de su funcionamiento hidráulico y evaluando, en ambas líneas, su carga piezométrica a fin de determinar problemas en la resistencia del material que las conforman, conviene mencionar que su análisis se hizo conjuntamente al de las estructuras especiales y la red:

- a) Se debe aprovechar íntegramente el desnivel topográfico entre la entrada y la salida del agua en la conducción. El diámetro teórico esta dado por:

$$D = (3.21Qn/s^{1/2})^{3/8} \dots\dots\dots (8.1)$$

donde:

D = diámetro del tubo, en metros.

n = coeficiente de rugosidad de Manning

s = pendiente hidráulica, que se calcula con la expresión:

s = desnivel topográfico/longitud de la línea

El desnivel, será la pérdida por fricción, expresada con:

$$H_f = (10.3 n^2 LQ^2) / D^{16/3} \dots\dots\dots (8.2)$$

L es la longitud de la tubería, en metros.

Esta fórmula se simplifica en la expresión $H_f = KLQ^2$ siendo

$$K = 10.3 n^2/D^{16/3} \dots\dots\dots (8.3)$$

De acuerdo con el resultado el diámetro se tomará igual a los comerciales inmediatamente superior y/o inferior.

- b) Así aplicando estas expresiones, se obtuvo la carga hidráulica disponible en todos los tramos de la línea en estudio y se analizó el comportamiento de las cargas disponibles, tal y como se presenta en la Tabla 8.1, en donde se presentan los cálculos de algunos tramos la línea.

Además se consultaron las estadísticas del Organismo Operador referentes a la frecuencia de fugas en las líneas.

Tabla 6.1 Análisis del Funcionamiento Hidráulico para la localidad de Tuxpam; considerando una dotación de 250 l/hab/día para condiciones de proyecto. (Línea Sur)

TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (m)	K	GASTO (l/s)	PERDIDAS (m)	ELEVACIÓN TIERRA (m)	ELEVACIÓN PIEZOMÉTRICA (m)	CARGA DISPONIBLE (m)
C	250	0.609	001496	452.72	0.743	32.000	34.500	2.500
C-F	1840	0.609	001496	339.59	3.076	25.000	33.757	8.757
F-1	1120	0.609	001496	312.79	1.588	12.100	31.424	19.324
1-2	510	0.609	001496	293.56	0.637	12.100	32.169	20.069
2-3	540	0.609	001496	260.49	0.531	11.800	31.532	17.841
3-4	490	0.609	001496	253.08	0.455	13.160	31.001	19.816
4-5	710	0.508	001313	218.98	1.298	10.730	30.546	26.007
5-6	430	0.508	001313	195.01	0.624	5.000	28.624	23.624

8.1.3. Estructuras especiales

Simultáneamente al análisis hidráulico de las líneas, fue necesario evaluar la influencia de las estructuras especiales que existen en ambas y sobre la red que alimenta, ya que en estos puntos se pierde la piezométrica (carga); el funcionamiento se analiza aplicando el criterio que se emplea en la revisión de "conductos a presión por gravedad".

8.1.4. Almacenamiento y regulación

Además de los recorridos de campo efectuados para evaluar las condiciones físicas de operación, se efectuó el análisis de la capacidad de regulación considerando la operación y funcionamiento del sistema de agua potable. Para ello se empleó el criterio que define las normas de agua potable de la Comisión Nacional el Agua y se usó el coeficiente de regulación para un tiempo de suministro al tanque igual a 24 horas; por tanto

$$C = R (Q_{MD}) \dots\dots\dots (8.4)$$

donde: C es la capacidad del tanque, expresado en m³; R es el coeficiente de regulación y en este caso se tomó igual a 14.30 (pues la captación opera las 24 horas); Q_{MD} es el gasto máximo diario, expresado en l/s.

También se verificó que la elevación topográfica (H) del tanque permitiera satisfacer los requerimientos de presión mínimos y máximos para solventar adecuadamente los requerimientos de su zona de influencia.

8.1.5. Desinfección

Por las características de la calidad del agua que se capta en El Xuchitl (presenta bajas concentraciones de coliformes) solo se requiere aplicar gas cloro. Esta acción se efectúa en una adecuada proporción pues revisando las estadísticas de los puntos monitoreados, la calidad se controla en forma eficiente; no obstante las instalaciones requieren mejorarse para asegurar la protección de los empleados.

8.1.6. Red de distribución

La CMAPS proporcionó los planos con la conformación de la red de agua potable (escala 1:10,000) y los del Plan Maestro de la red de distribución de agua (escala 1:2,000), durante los recorridos de campo se validaron algunos de los cruceros que se consideran prioritarios dentro de la operación del sistema; con base en esta información se concluyó que los datos consignados en dichos planos son razonablemente confiables. De ellos se obtuvo la información siguiente:

- a) Longitud de la red por diámetros.
- b) Ubicación de cajas de válvulas y piezas especiales.
- c) Trazo y diámetros de las líneas principales de distribución.
- d) Área urbana actual, área con y sin red de distribución y áreas de las zonas con tandeos.

Con base en esta información se obtuvo la distribución de diámetros y su longitud; y se efectuaron varios análisis hidráulicos con el fin de evaluar el comportamiento de la red principal de distribución.

Además, se definió que la red primaria de abastecimiento funciona como una red abierta, tal y como se muestra en el **Plano I**, que contiene la planimetría y la red primaria de agua potable; por consiguiente, la revisión hidráulica se efectuó aplicando el criterio que marca la "conducción a presión por gravedad", siguiendo la metodología que se describió en el análisis hidráulico de las línea de conducción, además para el caso de la red fue necesario:

1. Definir la densidad de población (actual y futura).
2. Con base en las dotaciones asignadas a cada zona se estimaron los gastos de cada tramo.
3. Como el agua se distribuye mediante el tanque principal y además existen las cajas rompedora de presión y desarenadora, se consideraron éstos puntos como puntos de control para definir la carga hidráulica total.

4. En función de los gastos necesarios por tramo, el diámetro y el material de tubería, se estimaron las "pérdidas de energía por fricción".

Para este caso particular se observó que los conductos no cuentan con el diámetro adecuado para permitir una distribución eficiente; es decir: es necesario reforzar algunos tramos para satisfacer los requerimientos de los usuarios.

Cabe mencionar que si bien existen otros criterios para estimar las pérdidas de energía, los fundamentos teóricos, las consideraciones y la facilidad de aplicación del método descrito mediante el uso de sistemas de cómputo, han popularizado su uso.

8.2. Sistema de alcantarillado y saneamiento

Estos componentes se analizaron en forma conjunta pues, debido a la topografía de la localidad, es necesario efectuar múltiples bombeos para descargar y tratar las aguas residuales en un solo punto, factor que influye en los costos de inversión y operación del sistema (**Ver Plano 2**).

Por otro lado, para definir la capacidad de los colectores y subcolectores, se efectuó la simulación de su funcionamiento hidráulico, aprovechando parte del trabajo realizado en el inciso anterior. Es decir:

1. Se definió la densidad de población (actual y futura).
2. Con base en las dotaciones asignadas a cada zona se estimaron los gastos de cada tramo. Por las características de la población, las recomendaciones de CNA y la experiencia personal, se definió emplear un factor de retorno a la red igual a 0.85; es decir el 85% de agua potable que se suministra retorna a la red de alcantarillado.
3. Como los conductos de alcantarillado deben funcionar hidráulicamente a superficie libre, se estimó la capacidad de conducción de cada tramo aplicando la fórmula de Manning.
4. Se comparó con las descargas residuales que confluyen al tramo, evaluándose así las necesidades de reforzamiento.

Un ejemplo de éstos cálculos se presenta en la Tabla 8.2.

Tabla 8.2 Cálculo hidráulico del Colector 2 de Abril, en Tuxpam, Ver.

TRAZO	DESDE	HASTA	ÁREA (l/h)	ZONA DE CAPTACIÓN			CÁLCULO DE GASTOS				COLECTOR EXISTENTE				
				DENSO (PVI/H)	POBL. TRAMO	ACUMULA DA	LONGITUD	Q _{med} l/s	Q _{min} l/s	H	Q _{ex} l/s	DIAM. (in)	PENDE NTE	Q _{min} l/s	Q _{ex} l/s
	16 Sept	16 Sept	7.00	150	1,050	1,050	250	2.28	1.14	3.79	0.01	25	0.002	0.02	0.01
	16 Sept	Libert.	7.00	150	1,050	2,100	250	4.56	2.28	3.57	0.02	25	0.002	0.02	0.00
	Libert.	Carrera	7.00	150	1,050	3,150	250	6.84	3.42	3.42	0.04	25	0.002	0.02	-0.01
	Carrera	P. BASS	23.00	150	3,450	6,600	250	14.32	7.16	3.13	0.07	38	0.002	0.07	0.00
	P. BASS	Baldío	7.00	150	1,050	7,650	250	16.60	8.30	3.07	0.08	38	0.002	0.07	-0.01
	Baldío	General	7.00	150	1,050	8,700	250	18.88	9.44	3.01	0.09	45	0.002	0.10	0.02
	General	suma	58.00			8,700									

A continuación se describe cada una de las fórmulas empleadas para el cálculo de gastos:

La expresión para calcular el valor del **gasto medio** en condiciones normales, es:

$$Q_{med} = AP/86,400 \dots\dots\dots 8.5$$

donde:

- Q_{med} = Gasto medio, en l/s;
- A = Aportación de aguas negras, de acuerdo a la dotación de agua potable asignada y al uso del suelo, en l/hab/día, en este caso se tomó como que retorna a la red el 85% de lo que ingresa;
- P = Población de proyecto, en habitantes;
- 86,400 = segundos/día.

Por consiguiente la expresión anterior queda:

$$Q_m = 0.85 Q_{med} \dots\dots\dots 8.5.a$$

La expresión que generalmente se utiliza para calcular el valor del **gasto mínimo** es:

$$Q_{min} = 0.5 Q_{med} \dots\dots\dots 8.6$$

donde:

- Q_{min} = Gasto mínimo, en l/s;
- Q_{med} = Gasto medio, en l/s.

El límite inferior de la fórmula anterior debe ser de 1.5 l/s. Lo anterior significa que en los tramos iniciales de las redes de atarjeas, cuando resulten valores del gasto mínimo menores a 1.5 l/s, se debe adoptar este valor para fines de diseño.

La estimación del **gasto máximo instantáneo**, se hace afectando al gasto medio por el coeficiente de variación máxima instantánea "M", por lo que:

$$Q_{MI} = M Q_{med} \dots\dots\dots 8.7$$

Donde:

- Q_{MI} = Gasto máximo instantáneo, en l/s;
- Q_{med} = Gasto medio, en l/s;
- M = Coeficiente de variación máxima instantánea, se calcula con la expresión, conocida como Coef. de Harmon (M), en donde P se expresa en miles:

$$M = 1 + 14/(4 + \sqrt{P})$$

En función del **gasto máximo extraordinario** se determina el diámetro adecuado de los conductos y su valor se calcula multiplicando el gasto máximo instantáneo por el coeficiente de seguridad, es decir:

$$Q_{ME} = CS Q_{MI} \dots\dots\dots 8.8$$

Donde:

- Q_{ME} = Gasto máximo extraordinario, en l/s;
- CS = Coeficiente de seguridad, para prevenir los excesos en las aportaciones que puede recibir la red, generalmente por concepto de aguas pluviales, se considera un coeficiente que puede ser igual a 1.5. Si se garantiza que las aportaciones de los lotes no se conecten a los albañales o a las atarjeas del alcantarillado sanitario, el coeficiente de seguridad será igual a 1.0.
- Q_{MI} = Gasto máximo instantáneo, en l/s.

Para calcular la velocidad del agua en las tuberías, se emplea la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots 8.9$$

Donde: V es la velocidad media del flujo, en m/s; n es el coeficiente de rugosidad, adimensional; R es el radio hidráulico, en m; S es la pendiente de fricción (pérdida de carga unitaria, en m/m).

Cabe señalar que existe un fuerte azolvamiento en la red, por lo cual la capacidad de conducción en algunos tramos se ve fuertemente restringida aún cuando el análisis hidráulico señale lo contrario; además en las riberas del río Tuxpam se presentan infiltraciones debidas a la elevación del nivel freático.

Por otro lado, dado que este sistema solo cubre al 40% de la localidad se trató de aprovechar al máximo esta infraestructura existente en la elaboración del Plan Maestro, luego entonces se analizaron varias opciones (considerando costos de inversión, operación y mantenimiento) para definir la posible ubicación de, en su caso, los rebombes y la o las planta(s) de tratamiento de aguas residuales.

Dado el nivel de agregación de los proyectos, tanto para la obras propuestas en el sistema de agua potable, como para las de alcantarillado, se utilizaron precios índice, que se obtuvieron con base en obras proyectadas con anterioridad y cuya metodología se describe en el capítulo 9.

8.3. Organismo Operador

8.3.1. Sistema Comercial

Es el conjunto de recursos y actividades mediante las cuales el Organismo Operador consigue promover y vender los servicios que presta, así como mantener y expandir el mercado consumidor.⁹ Para efectuar el diagnóstico de este sistema se requiere analizar la organización responsable para el cumplimiento de las funciones del Organismo, del personal asignado para esta encomienda y de los instrumentos y manuales que orientan a las operaciones, evaluando:

- a) La comercialización;
- b) El padrón de usuarios;
- c) Los consumos; y
- d) La facturación y cobranza.

De estos análisis se obtienen los indicadores que se muestran en la Tabla 8.3.

⁹ Fuente: Guía para la elaboración de Planes Maestros para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (1993). Comisión Nacional del Agua. Referencia 6.

Tabla 8.3 Indicadores de operación			
Datos Básicos			
<i>Estos valores se han obtenido a lo largo del estudio</i>			
<i>Demográfico (agua potable, incluye localidades foráneas).</i>			
Población Total (habitantes)			99,887
Índice de hacinamiento (hab/vivienda)			4.51
Población servida			50,523
<i>Demográfico Alcantarillado</i>			
Población Total (habitantes)			73,755
Población servida			25,806
Padrón			
No. de Tomas	<i>Medido</i>	<i>No medido</i>	<i>Sumo</i>
Domésticas	7,694	596	8,290
Comerciales	753	4	757
Industriales	49	2	51
Servs. y Otros	107	0	107
Sumas	8,603	602	9,205
<i>Descargas de alcantarillado</i>			5,722
Volúmenes (m³/mes)			
Producido			9,014,040
Facturado			2,948,772
Vendido			1,155,730
Indicadores			
Porcentaje de cobertura de agua potable		Pob. servida A.P./Pob total = 50.58%	
Porcentaje de cobertura de alcantarillado		Pob. servida Alc./Pob total = 34.99%	
Volumen producido/total de conexiones de agua (m ³ /mes)		9,014,040/9,250 = 81.60	
Volumen facturado/ total de conexiones de agua (m ³ /mes)		2,948,772/9,250 = 26.70	
Porcentaje de agua no contabilizada		100-(2,948,772/9,014,040)*100 = 67.29%	
Porcentaje de conexiones con medidor		8,603/9,205*100 = 93.46%	
Total de pérdidas físicas y comerciales		100- (1,155,730/9,014,040)*100 = 87.18%	

8.3.2. Sistema Financiero

Comprende el conjunto de políticas y normas establecidos por el Organismo para la planeación, ejecución, control y evaluación de sus operaciones financieras, así como los procedimientos y métodos utilizados para registrar la gestión financiera e informar de sus resultados. ^{ídem al anterior} Estos análisis comprenden:

- a) Contabilidad;
- b) Administración de los recursos financieros (egresos—ingresos).

De estos análisis se desprenden los indicadores que se muestran en la Tabla 8.4.

Tabla 8.4 Indicadores Financieros	
Costo medio por volumen facturado	Costos de operación/ Volumen facturado = 1.65
Costo medio por volumen producido	Costos de operación/Volumen Producido = 2.46
Costo de energía/Costos totales de Operación	Costo de energía eléctrica/ Costos de operación = 17.20
Costo total de Salarios/ Costos totales de Operación	Costo total de salarios/costos totales de operación = 17.17
Liquidez	Suma de Ingresos/Suma de Egresos Totales = 0.38
Costo de operación/Ingresos de Operación	Costo de operación/Ingresos de Operación = 99.93
Cuentas por cobrar	Importe Total de rezagados/Facturación mensual = 4.20
Ingresos por m ³ producido	Ingresos por m ³ producido = 0.41
Ingresos por m ³ facturado	Ingresos por m ³ facturado = 1.24
Ingresos por m ³ cobrado	Ingresos por m ³ cobrado = 0.39
GIC	Monto total de cobros efectuados durante el periodo = 3,025.00

8.3.3. Sistema de Apoyo Administrativo

Comprende el conjunto de políticas, normas y procedimientos que orientan y organizan el desarrollo y desempeño de los recursos humanos o materiales, así como la logística necesaria para el buen funcionamiento del Organismo *idem al anterior*, considerando:

- a) Los Recursos Humanos;
- b) Suministros;
- c) Equipo Rodante.

De estos análisis se obtienen los indicadores que se muestran en la Tabla 8.5.

Tabla 8.5 Indicadores de Personal		
Datos Básicos		
Indicador	Valor	Fuente y/o Procedimiento
No. de empleados	61	Nómina
Tomas de agua potable	9,203	Padrón de Usuarios
Descargas de alcantarillado	5,722	Padrón de Usuarios
Volumen Facturado (m ³ /mes)	245,731	Padrón de usuarios y/o Facturación
Indicadores		
Periodo de cobro	Mensual	Facturación
Empleados/ Por cada 1000 tomas de A.P.	6.628	61/9.203 = 6.628
Empleados por cada 1000 tomas de A.P. y alc.	4.09	61/14.925 = 4.09
Volumen facturado por empleado	4,028.38	245,731/61 = 4,028.38

8.4. Impacto Ambiental

De acuerdo con la preocupación actual de preservar los recursos naturales para las siguientes generaciones, mediante un aprovechamiento racional, es de vital importancia evaluar el impacto ambiental que tendrán las obras propuestas o detectar acciones que puedan poner en riesgo la calidad y cantidad de los recursos naturales; a fin de tomar las medidas pertinentes para mitigar los efectos negativos que pudieran presentarse en el entorno ecológico.

No obstante en este estudio en particular no se considera que las obras propuestas presenten alteraciones negativas a la biodiversidad de la región; ya que se plantea que el aprovechamiento se efectúe en forma racional y equilibrada y la obra con mayor impacto en el entorno será benéfica, pues consiste en la construcción de una planta de tratamiento, que permitirá conservar el hábitat natural del ecosistema de la región.

9. Programa de Acciones y Obras

Con base en los resultados obtenidos dentro del diagnóstico de la infraestructura y de los pronósticos de crecimiento de la población es necesario identificar: en primer término, aquellas obras o acciones que redunden en un alto impacto social dentro de la localidad en estudio y/o económico en el Organismo Operador; posteriormente se programarán aquellas acciones u obras que son necesarias, de acuerdo con los cálculos efectuados e indiquen deficiencias físicas u operacionales y que afecten la calidad de los servicios; tales como construcciones o ampliaciones en fuentes de abastecimiento (localización de fuentes de abastecimiento alternas), equipos de bombeo o aprovechamiento (incluyendo instalaciones civiles y electromecánicas), las redes de agua potable y alcantarillado, líneas de conducción, emisores, plantas de tratamiento de aguas residuales; o bien, acciones que redunden en mejoras durante la operación de los sistemas, comercialización, administración, etc.

Para ello, es necesario efectuar la propuesta de varias alternativas de solución que satisfagan los requerimientos técnicos y, luego llevar a cabo la evaluación económica de las estructuras y las acciones propuestas.

Para la realización de este estudio se emplearon precios índice obtenidos mediante el análisis de precios unitarios, tomando como base el Catálogo de Conceptos que para tal efecto publicó la Comisión Nacional del Agua en el año de 1993.

En la Tabla 9.1 se ejemplifica el análisis que se hizo para el caso de los colectores de alcantarillado y que es similar al que se siguió para estimar los costos del resto de las obras y actividades propuestas:

olector	Reforzamientos			Volúmenes de excavación y rellenos (m)				Costos (\$)		
	Diam. (m)	Qexc. (m ³ /a)	Longitud (m)	Colchón	Zanja (h)	Zanja (l)	Volumen (m ³)	Tubería	M.O. exc y rel.	Importe
2 de abril	0.44	0.00	1,176	0.0	0.0	0.00	0	0	59	0
	0.96	0.00	1,000	1.5	1.6	2.35	5,641	154	59	484,244
L. Blanco	0.29	0.00	1,118	1.5	1.6	2.35	6,307	274	59	675,928
	0.84	0.00	529	1.5	1.6	2.35	2,986	382	59	377,437
		0.00	559	1.5	1.6	2.35	3,153	479	59	452,225
Sumas		0.00	4,617	1.5	1.6	2.35	1,326	274	59	2,132,048

Es decir:

- De acuerdo con la topografía y características definidas en la planeación de los proyectos se calculó el diámetro necesario para que el agua transitara sin problemas (aplicando las fórmulas necesarias ya fuera para agua potable o alcantarillado, las cuales se describieron en el capítulo anterior).
- Solo para verificar si las estimaciones son correctas, se calculó el gasto excedente; como se observa en la tabla anterior, si los cálculos son correctos el gasto excedente debe ser igual o muy cercano a cero.
- La siguiente columna contiene información obtenida de los planos, referente a la longitud del tramo y que es necesaria para calcular los volúmenes de excavación de cada tramo.
- Los volúmenes de excavación se estiman empleando los criterios siguientes:

Profundidad mínima			
Agua Potable		Alcantarillado	
Diámetro	Profundidad	Diámetro	Profundidad
Hasta 5 cm	0.70 m	Hasta 45 cm	0.9 m
Mayores de 5 cm y hasta 90 cm	0.90 m mas el diám. exterior del tubo	Mayores de 45 cm y hasta 122 cm	1.0 m
Mayores de 90 cm	Dos veces el diám. exterior del tubo	Mayores de 122 cm	1.5 m

Ancho de zanja			
Agua Potable		Alcantarillado	
Diámetro (cm)	Ancho (cm)	Diámetro (cm)	Profundidad (cm)
2.5	50		
5.0	55		
6.0	60		
7.5	60		
10.0	60		
15.0	70		
20.0	75	20.0	75
25.0	80	25.0	80
30.0	85	30.0	85
35.0	90	35.0	90
38.0	100	38.0	100
40.0	100	40.0	100
45.0	110	45.0	110
50.0	120	50.0	120
60.0	130	60.0	130
75.0	150	75.0	150
90.0	170	90.0	170
107.0	195	107.0	195
122.0	215	122.0	215
152.0	250	152.0	250
183.0	285	183.0	285
213.0	320	213.0	320
244.0	355	244.0	355

- e) Dado que en la construcción de redes de agua potable y alcantarillado los costos directos que más impactan durante la construcción son los de la tubería y mano de obra, estos fueron considerados para estimar el Importe del Proyecto, afectados con un 25% mas por gastos de administración e imprevistos. Valor que se estimó con base en la experiencia profesional.
- f) Para estimar los costos de equipos electromecánicos, obra civil, acciones de consolidación, etc. se investigaron los precios con los proveedores y se afectaron con un 30% más para considerar los gastos por administración e imprevistos, nuevamente este factor se estimó con base en la experiencia profesional.

10. Descripción del Análisis Financiero y la Evaluación Económica

El objetivo de este capítulo es definir la viabilidad financiera y económica de los proyectos propuestos, mediante el esquema de financiamiento de mezcla de recursos y considerando que el pago de la componente crediticia la realice el propio Organismo Operador a partir de su propia recaudación.

Como punto de partida para efectuar los análisis, se debe identificar el índice de marginalidad del municipio en cuestión, y de esta manera, determinar con base en el Manual Único de Operación para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas, las proporciones de la participación en la mezcla de Recursos: Fiscales (federales y estatales), *RF*; generación interna de caja, *GIC*; y créditos *CR*. En la Tabla 10.1 se presentan las mezclas de recursos para el financiamiento de los proyectos en ciudades menores a 80,000 habitantes, definidas para el año de 1993:

Índice de Marginalidad	Componentes								
	Infraestructura (%)			Saneamiento (%)			Consolidación (%)		
	CR	RF	GIC	CR	RF	GIC	CR	RF	GIC
Alto	0	80(1)	20(2)	0	90	10	0	100	0
Medio	R	60(1)	15(3)	R	80	10	20	80	0
Bajo	R	40(1)	15(3)	R	70	10	30	70	0

En donde: CR, es el porcentaje de la inversión que es susceptible a crédito; RF, es el porcentaje de la inversión que se absorberá por medio de recursos fiscales; GIC es el porcentaje que deberá solventarse mediante la generación interna de caja del Organismo Operador; R es el remanente; (1) máximo; (2), mínimo; (3), promedio.

Dentro del análisis financiero, además, se tomaron en cuenta otras consideraciones que se mencionan en el Manual Único de Operación para el Programa de Agua Potable y Alcantarillado y que se listan a continuación:

- a) Para los créditos del componente de infraestructura se requiere que el Organismo tenga capacidad de generar recursos netos para contribuir con un 15% del financiamiento. Esta aportación se puede efectuar al final del programa de inversión (3 años); en cuanto a la componente de saneamiento, la aportación del Organismo deberá alcanzar en promedio el 10%.
- b) El pago de los créditos y los costos de operación deberán provenir de las recaudaciones, producto de la facturación que realice el Organismo Operador.
- c) Las aportaciones de los usuarios por derechos de conexión o por aportaciones directas, así como los excedentes del Organismo después de cubrir sus costos de operación y mantenimiento constituyen la generación interna de caja del Organismo. Esta generación interna, se aplicará primero para cubrir los adeudos de los créditos y el resto podrá ser aplicado en obra, reservándose una cantidad equivalente a dos meses de operación para disponer de un capital de trabajo.
- d) En 1993, se recomienda usar una tasa de interés del 12% anual.
- e) El plazo de amortización será como mínimo de 1 año y máximo de 15 años, incluido en este el período de inversión y/o gracia, el cual no podrá ser mayor de tres años.

Así mismo, para determinar la rentabilidad económica de las inversiones (evaluación económica), se consideró:

- a) Con base en los ingresos y egresos incrementales, producto de la ejecución de las inversiones propuestas se evaluó el nivel de rentabilidad de las mismas. Este esquema contempla la actualización de los costos y los beneficios al año cero, bajo una tasa de descuento del 12% anual y un horizonte de planeación de 20 años.

- b) Se calculó la relación Beneficio—Costo (B/C), como: el cociente de la suma de los beneficios y costos actualizados, mediante la expresión 10.1.

$$B / C = \frac{\sum_{r=1}^t Br / (1+i)^r}{\sum_{r=1}^t Cr / (1+i)^r} \dots\dots\dots 10.1$$

Donde: i es la tasa de descuento; B_r son los beneficios en el año r ; C_r son los costos en el año r ; t es el horizonte de planeación. El proyecto es rentable si el valor de la relación B/C es mayor que 1.

- c) También se determinó el Valor Presente Neto (VPN), como el valor actualizado de los beneficios netos durante el periodo de análisis del proyecto, utilizando la expresión 10.2:

$$PN = \sum_{r=1}^t (Br - Cr) / (1+i)^r \dots\dots\dots 10.2$$

Donde: VPN es el valor presente neto; i es la tasa de descuento; B_r son los beneficios en el año r ; C_r son los costos en el año r ; t es el horizonte de planeación.

- d) Además se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) que se obtuvo como el valor de la tasa de descuento que iguala a cero el Valor Presente Neto, mediante la expresión 10.3:

$$\sum_{r=1}^t (Br - Cr) / (1 + TIR)^r = 0 \dots\dots\dots 10.3$$

Donde la simbología indica lo mismo que en las ecuaciones anteriores. Si la TIR es mayor que el 12% el proyecto es rentable. Para el caso de proyectos en los que se incluye alcantarillado, se acepta una TIR de hasta el 10%.

Para efectuar el análisis financiero y la evaluación económica, se construyó la Tabla 5.1 (presentada anteriormente). Cabe aclarar que el modelo se generó en hoja de cálculo EXCELL, empleando las fórmulas y criterios descritos con anterioridad; es decir:

- > **En la primera hoja**, cuyo título menciona **Datos Generales**, se incluye: población total, de las localidades foráneas y de la cabecera municipal (definidas en el capítulo 7.1); tomas domésticas, comerciales, industriales y hoteleras y de espacios públicos (estimadas en el capítulo 7.2); porcentaje de micromedición y coberturas de agua potable y alcantarillado (calculadas en los capítulos 7.1, 7.2 y 7.3, respectivamente); personal, definido en los incisos 8.3. Así mismo, los consumos, pérdidas, volúmenes y dotación se estimaron con los criterios definidos en sus capítulos respectivos. Los ingresos, que incluyen: tarifas, multas y derechos de conexión; así como los gastos de operación se obtuvieron de los balances y estados financieros del propio organismo, tal y como se mencionó en el capítulo 8.3.
- > La **segunda hoja**, corresponde al **Programa de Inversión** en donde se incluyen los costos (por componente) obtenidos en el capítulo 9, además se calculan los montos de los créditos, subsidios y generación interna que tiene el organismo para inversión; estos montos se calculan de acuerdo con los criterios definidos en la Tabla 10.1. Además se calcula el saldo anual remanente en el Organismo y el Saldo anual acumulado, considerando el capital de trabajo mínimo requerido.
- > En la **tercera hoja** se analizan los **índices financieros**: eficiencia de operación, subsidios, etc. y se definen las condiciones frontera (criterios definidos en la tabla 10.1). Por último se integran: (1) los costos de operación y mantenimiento en donde se evalúa las eficiencias física, comercial, energética y de micromedición; y (2) los costos de producción, es decir el costo per capita (por habitante).
- > Finalmente, en la **cuarta hoja**, se presenta el **Programa de Inversiones** (obtenido en el capítulo 9), la rentabilidad del proyecto (Tasa Interna de Retorno) y una gráfica en donde se analiza la sensibilidad de la tarifa, es decir la tasa interna de retorno y la generación interna de caja ante diversos escenarios tarifarios.

11. Conclusiones

Tal y como se menciona dentro de la Introducción del presente trabajo y se observa en su desarrollo, el Ingeniero Civil debe contar con un cúmulo de conocimientos de diversa índole a fin de desarrollar diversos proyectos, considerando múltiples escenarios y cuyo objetivo final es satisfacer las crecientes demandas de la sociedad.

Si bien al efectuar este trabajo se trató de ejemplificar al máximo los análisis y estudios realizados, la gama de opciones y problemática a los que se enfrenta el profesionalista son tan amplios y variados como localidades o ciudades existen en nuestro país, ya que en cada proyecto presenta una problemática diferente y como tal es obligación del Ingeniero brindar las mejores soluciones, al menor costo dentro de su ámbito de competencia.

Para el caso en particular de este estudio, las conclusiones más importantes se indican a continuación:

- √ Resalta la alta dotación obtenida y la proporción de fugas estimadas, por ello es prioritario comenzar las acciones propuestas referentes al mejoramiento de la infraestructura del sistema de agua potable y eficientizar el sistema comercial; pues sin ellas la producción de la fuente se tendrá que incrementar en forma sustancial al mejorar la cobertura del sistema de agua y no existirán los recursos suficientes para hacer frente a dichos requerimientos.
- √ Es notable el número de tomas obtenido con el incremento de las coberturas, esto indica que es muy importante verificar el padrón actual, ya que con los usuarios registrados la facturación es de aproximadamente una tercera parte de la facturación potencial.

- √ Como se puede observar en la Tabla 5.1 de la evaluación económica, con los criterios adoptados bajo la estrategia definida, las eficiencias de los sistemas operacional, comercial y financiero mejoran considerablemente desde el primer año (1995).
- √ Dado que las eficiencias física y comercial de los sistemas se incrementan considerablemente, los ingresos por agua y alcantarillado mejoran en forma notable, a pesar de que se reducen los ingresos por concepto de multas y recargos. Esto redundaría en un sistema financiero sano, con una buena generación interna de caja, sin necesidad de incrementar considerablemente las tarifas promedio de agua y alcantarillado; ya que solo se requiere un incremento en la tarifa de alcantarillado del orden del 10% de la de agua potable.
- √ Este aumento no se considera gravoso para la economía de los usuarios, aunque actualmente solo se paga el 0.2% de la tarifa de agua.
- √ Para poder hacer frente a las inversiones planteadas es necesario que la tarifa promedio sea del orden de \$1.77 por metro cúbico, compuesta de la siguiente forma : \$1.65 por metro cúbico de agua potable y \$0.12 por metro cúbico de alcantarillado. Con estos valores en las tarifas promedio, se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) igual que 13.54%, superior a la solicitada por los organismos internacionales (que es del 12%).
- √ Del análisis tarifario, se deduce que cobrando tarifas menores a las mencionadas no es posible realizar las inversiones, aunque se ejecuten en tres etapas; obviamente con tarifas mayores el proyecto es mucho más rentable (TIR=24%).

12. Bibliografía

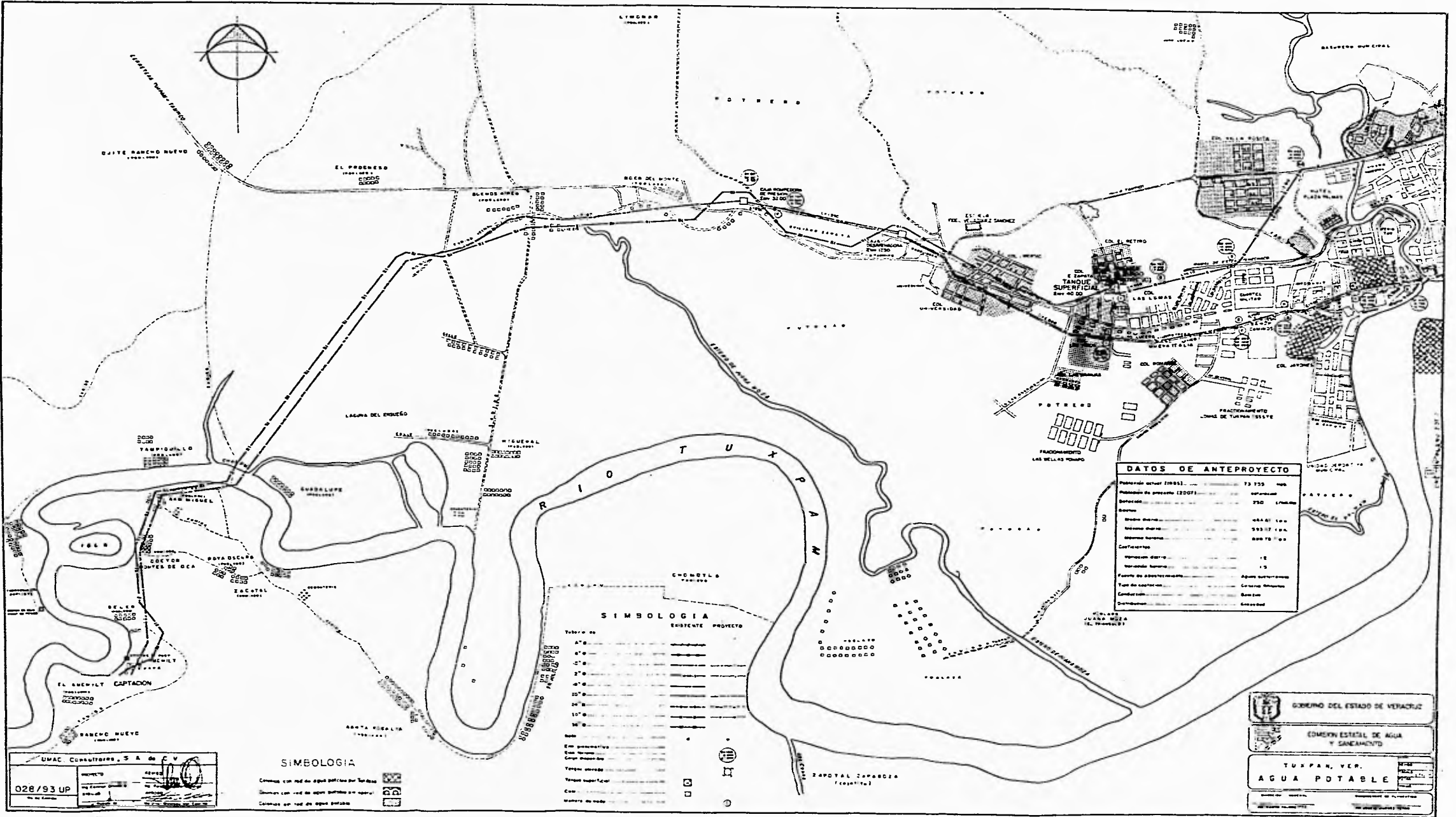
Para este estudio se han consultado los trabajos siguientes:

1. Censos de Población y Vivienda de los diversos periodos, incluyendo los resultados definitivos del XI censo aplicado durante 1990 por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
2. Resultados Económicos Oportunos del Estado de Veracruz, 1989; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
3. Boletines Climatológicos e Hidrométricos de la Región Hidrológica 12 (Tuxpam), 1976, SARH.
4. Plan de Desarrollo Urbano de Tuxpam de Rodríguez Cano, Ver. 1989, Consultores, S.A. de C.V.

Para desarrollar la parte técnica, se consultaron:

1. Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 1993, Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. Gerencia de Normas Técnicas.
2. Guía para la Elaboración de Planes Maestros Para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. 1993, Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. Gerencia de Apoyo a la Consolidación de Organismos Operadores.
3. Abastecimientos de Agua Potable y Disposición y Eliminación de Excretas. Pedro López Alegría, Instituto Politécnico Nacional, 1985.
4. Proyecto de Sistemas de Alcantarillado. Araceli Sánchez Segura, Instituto Politécnico Nacional, S/F.
5. Manual del Ingeniero Civil, Tercera Edición, Frederick S. Merritt, McGraw-Hill, 1991.
6. Ingeniería Sanitaria. Ernesto Murguía Vaca, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. S/F
7. Guía para la presentación de Proyectos. 19ª edición, Siglo XXI Editores.

ANEXO DE PLANOS



DATOS DE ANTEPROYECTO

Población actual (1985)	73 755	habs.
Población de proyección (2007)	94 000	habs.
Superficie	750	km ²
Superficie urbana	4441	ha.
Superficie rural	5937	ha.
Superficie agrícola	800 78	ha.
Cosechas		
Superficie de riego	18	km ²
Superficie forestal	15	km ²
Plantas de abastecimiento		Agua subterránea
Tipo de captación		Colección superficial
Condición del agua		Salada
Tratamiento		Cloración

SIMBOLOGIA

SIMBOLOGIA		EXISTENTE	PROYECTO
Tubo de			
8"	-----	-----	-----
10"	-----	-----	-----
12"	-----	-----	-----
15"	-----	-----	-----
18"	-----	-----	-----
20"	-----	-----	-----
24"	-----	-----	-----
30"	-----	-----	-----
36"	-----	-----	-----
42"	-----	-----	-----
48"	-----	-----	-----
54"	-----	-----	-----
60"	-----	-----	-----
66"	-----	-----	-----
72"	-----	-----	-----
78"	-----	-----	-----
84"	-----	-----	-----
90"	-----	-----	-----
96"	-----	-----	-----
102"	-----	-----	-----
108"	-----	-----	-----
114"	-----	-----	-----
120"	-----	-----	-----
126"	-----	-----	-----
132"	-----	-----	-----
138"	-----	-----	-----
144"	-----	-----	-----
150"	-----	-----	-----
156"	-----	-----	-----
162"	-----	-----	-----
168"	-----	-----	-----
174"	-----	-----	-----
180"	-----	-----	-----
186"	-----	-----	-----
192"	-----	-----	-----
198"	-----	-----	-----
204"	-----	-----	-----
210"	-----	-----	-----
216"	-----	-----	-----
222"	-----	-----	-----
228"	-----	-----	-----
234"	-----	-----	-----
240"	-----	-----	-----
246"	-----	-----	-----
252"	-----	-----	-----
258"	-----	-----	-----
264"	-----	-----	-----
270"	-----	-----	-----
276"	-----	-----	-----
282"	-----	-----	-----
288"	-----	-----	-----
294"	-----	-----	-----
300"	-----	-----	-----
306"	-----	-----	-----
312"	-----	-----	-----
318"	-----	-----	-----
324"	-----	-----	-----
330"	-----	-----	-----
336"	-----	-----	-----
342"	-----	-----	-----
348"	-----	-----	-----
354"	-----	-----	-----
360"	-----	-----	-----
366"	-----	-----	-----
372"	-----	-----	-----
378"	-----	-----	-----
384"	-----	-----	-----
390"	-----	-----	-----
396"	-----	-----	-----
402"	-----	-----	-----
408"	-----	-----	-----
414"	-----	-----	-----
420"	-----	-----	-----
426"	-----	-----	-----
432"	-----	-----	-----
438"	-----	-----	-----
444"	-----	-----	-----
450"	-----	-----	-----
456"	-----	-----	-----
462"	-----	-----	-----
468"	-----	-----	-----
474"	-----	-----	-----
480"	-----	-----	-----
486"	-----	-----	-----
492"	-----	-----	-----
498"	-----	-----	-----
504"	-----	-----	-----
510"	-----	-----	-----
516"	-----	-----	-----
522"	-----	-----	-----
528"	-----	-----	-----
534"	-----	-----	-----
540"	-----	-----	-----
546"	-----	-----	-----
552"	-----	-----	-----
558"	-----	-----	-----
564"	-----	-----	-----
570"	-----	-----	-----
576"	-----	-----	-----
582"	-----	-----	-----
588"	-----	-----	-----
594"	-----	-----	-----
600"	-----	-----	-----
606"	-----	-----	-----
612"	-----	-----	-----
618"	-----	-----	-----
624"	-----	-----	-----
630"	-----	-----	-----
636"	-----	-----	-----
642"	-----	-----	-----
648"	-----	-----	-----
654"	-----	-----	-----
660"	-----	-----	-----
666"	-----	-----	-----
672"	-----	-----	-----
678"	-----	-----	-----
684"	-----	-----	-----
690"	-----	-----	-----
696"	-----	-----	-----
702"	-----	-----	-----
708"	-----	-----	-----
714"	-----	-----	-----
720"	-----	-----	-----
726"	-----	-----	-----
732"	-----	-----	-----
738"	-----	-----	-----
744"	-----	-----	-----
750"	-----	-----	-----
756"	-----	-----	-----
762"	-----	-----	-----
768"	-----	-----	-----
774"	-----	-----	-----
780"	-----	-----	-----
786"	-----	-----	-----
792"	-----	-----	-----
798"	-----	-----	-----
804"	-----	-----	-----
810"	-----	-----	-----
816"	-----	-----	-----
822"	-----	-----	-----
828"	-----	-----	-----
834"	-----	-----	-----
840"	-----	-----	-----
846"	-----	-----	-----
852"	-----	-----	-----
858"	-----	-----	-----
864"	-----	-----	-----
870"	-----	-----	-----
876"	-----	-----	-----
882"	-----	-----	-----
888"	-----	-----	-----
894"	-----	-----	-----
900"	-----	-----	-----
906"	-----	-----	-----
912"	-----	-----	-----
918"	-----	-----	-----
924"	-----	-----	-----
930"	-----	-----	-----
936"	-----	-----	-----
942"	-----	-----	-----
948"	-----	-----	-----
954"	-----	-----	-----
960"	-----	-----	-----
966"	-----	-----	-----
972"	-----	-----	-----
978"	-----	-----	-----
984"	-----	-----	-----
990"	-----	-----	-----
996"	-----	-----	-----
1002"	-----	-----	-----
1008"	-----	-----	-----
1014"	-----	-----	-----
1020"	-----	-----	-----
1026"	-----	-----	-----
1032"	-----	-----	-----
1038"	-----	-----	-----
1044"	-----	-----	-----
1050"	-----	-----	-----
1056"	-----	-----	-----
1062"	-----	-----	-----
1068"	-----	-----	-----
1074"	-----	-----	-----
1080"	-----	-----	-----
1086"	-----	-----	-----
1092"	-----	-----	-----
1098"	-----	-----	-----
1104"	-----	-----	-----
1110"	-----	-----	-----
1116"	-----	-----	-----
1122"	-----	-----	-----
1128"	-----	-----	-----
1134"	-----	-----	-----
1140"	-----	-----	-----
1146"	-----	-----	-----
1152"	-----	-----	-----
1158"	-----	-----	-----
1164"	-----	-----	-----
1170"	-----	-----	-----
1176"	-----	-----	-----
1182"	-----	-----	-----
1188"	-----	-----	-----
1194"	-----	-----	-----
1200"	-----	-----	-----

UMAC CONSULTORES, S. A. de C. V.

PROYECTO: 028/93 UP

Esc. de Ingeniería

Logo of UMAC CONSULTORES, S. A. de C. V.

SIMBOLOGIA

Carreteras con red de agua potable por Tuxpan

Carreteras con red de agua potable en obras

Carreteras con red de agua potable

Legend symbols for roads and water supply.

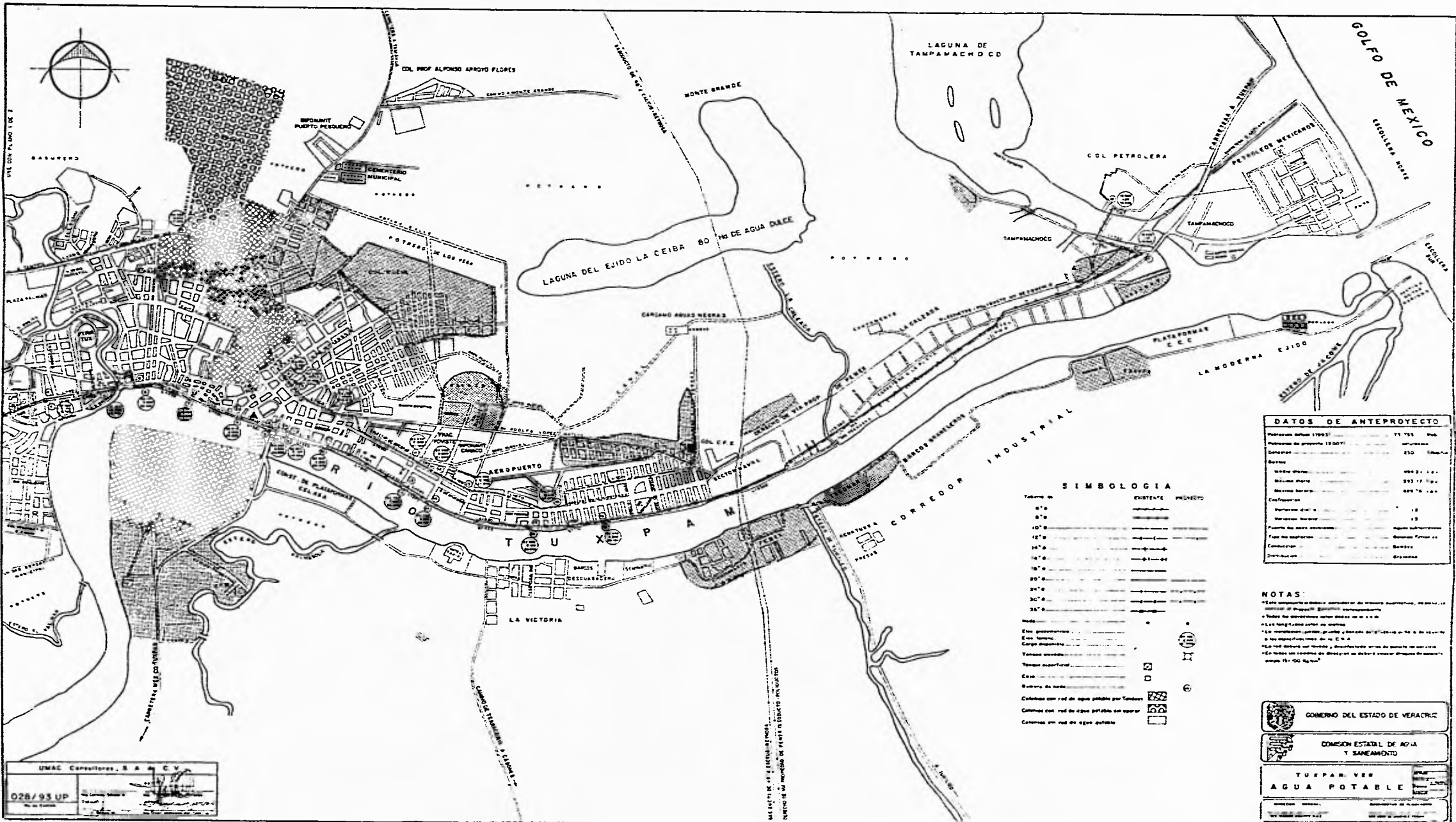
GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ

COMISION ESTADAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

TUXPAN, VER.

AGUA POTABLE

Logo of the Government of Veracruz.



DATOS DE ANTEPROYECTO

Población actual (1993)	71 755	hab.
Población de proyecto (1997)	100 000	hab.
Cobertura	250	litros/hab.
Barriles		
Medio diario	494.2	l/hab.
Máximo diario	953.17	l/hab.
Máximo horario	689.76	l/hab.
Horizonte de vista	1.8	
Horizonte de ruido	1.8	
Factor de ajuste climático	según normativa	
Tipo de abastecimiento	General Forzar 10	
Conducción	Bombas	
Distribución	Gravedad	



SIMBOLOGIA

Tamaño de	EXISTENTE	PROYECTO
6"Ø	-----	-----
8"Ø	-----	-----
10"Ø	-----	-----
12"Ø	-----	-----
14"Ø	-----	-----
16"Ø	-----	-----
18"Ø	-----	-----
20"Ø	-----	-----
24"Ø	-----	-----
30"Ø	-----	-----
36"Ø	-----	-----

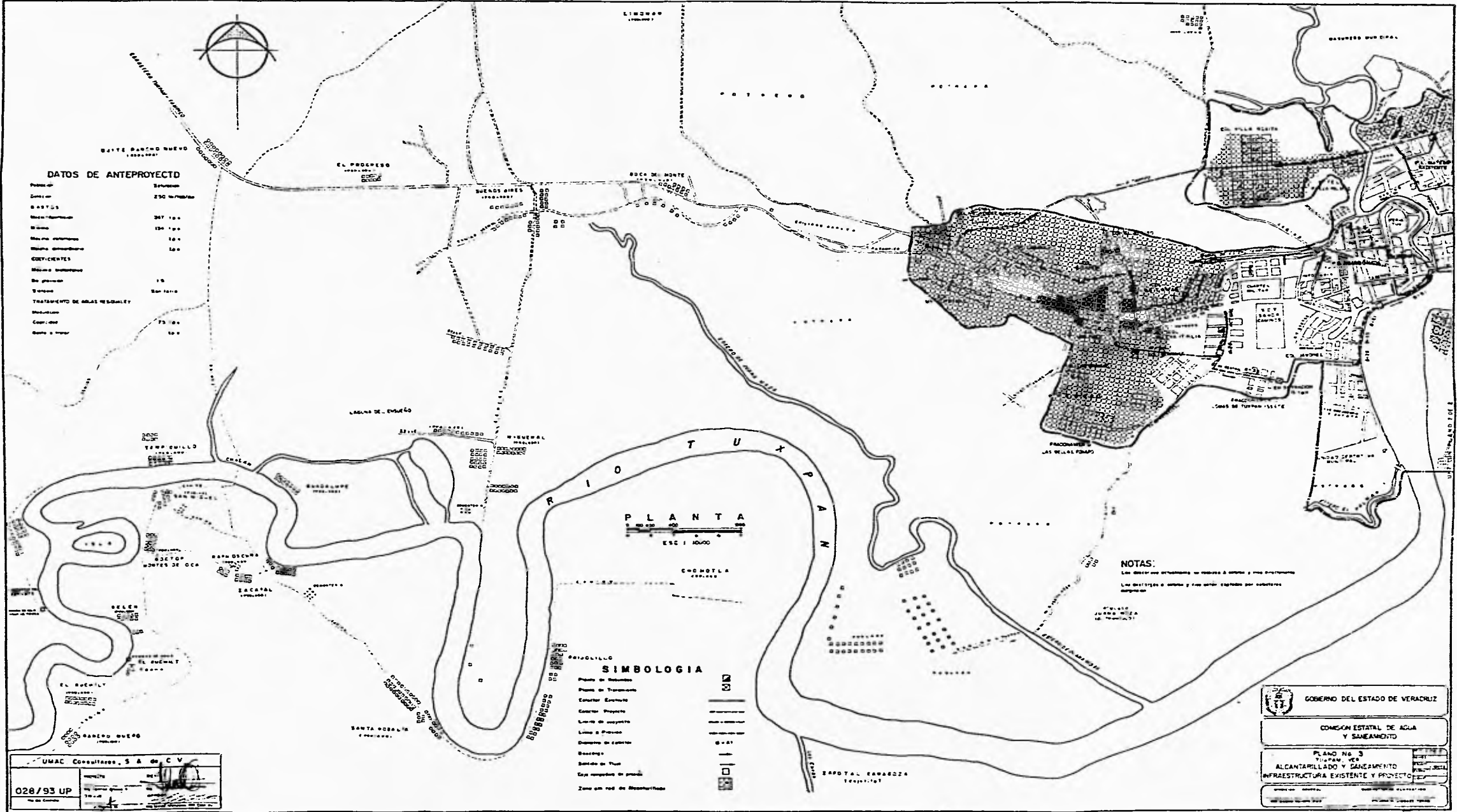
Nota:
 El río gobernador: -----
 El río torero: -----
 Carga distribuida: -----
 Tiempo de tránsito: -----
 Tiempo de respuesta: -----
 Casa: -----
 Bateria de agua: -----
 Calles con red de agua potable por Tuxtepec: -----
 Calles con red de agua potable en operación: -----
 Calles con red de agua potable: -----

NOTAS:

- Este documento es un estudio preliminar de carácter informativo, no debe ser utilizado para la toma de decisiones definitivas.
- Todos los datos son referidos al nivel del mar.
- Las líneas de agua potable se indican con el símbolo correspondiente.
- Las instalaciones de agua potable y saneamiento se indican con el símbolo correspondiente de la CEA.
- La red de agua potable y saneamiento se indica con el símbolo correspondiente.
- La red de agua potable y saneamiento se indica con el símbolo correspondiente.


GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ

COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
TUXTEPEC VER
AGUA POTABLE

UMAC Consultores, S.A. de C.V.
028/93 UP
 Tuxtepec, Veracruz
 1993



DATOS DE ANTEPROYECTO

Período de	3 años
Zona de	250 habitantes
RECUERDOS	
Superficie	367 m ²
Altura	150 m
Temperatura	18°C
Humedad	60%
COEFICIENTES	
Módulo de	1.5
de	1.5
de	1.5
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
Influyente	75 m ³ /día
Costo de	60%

PLANTA
ESC 1:10000

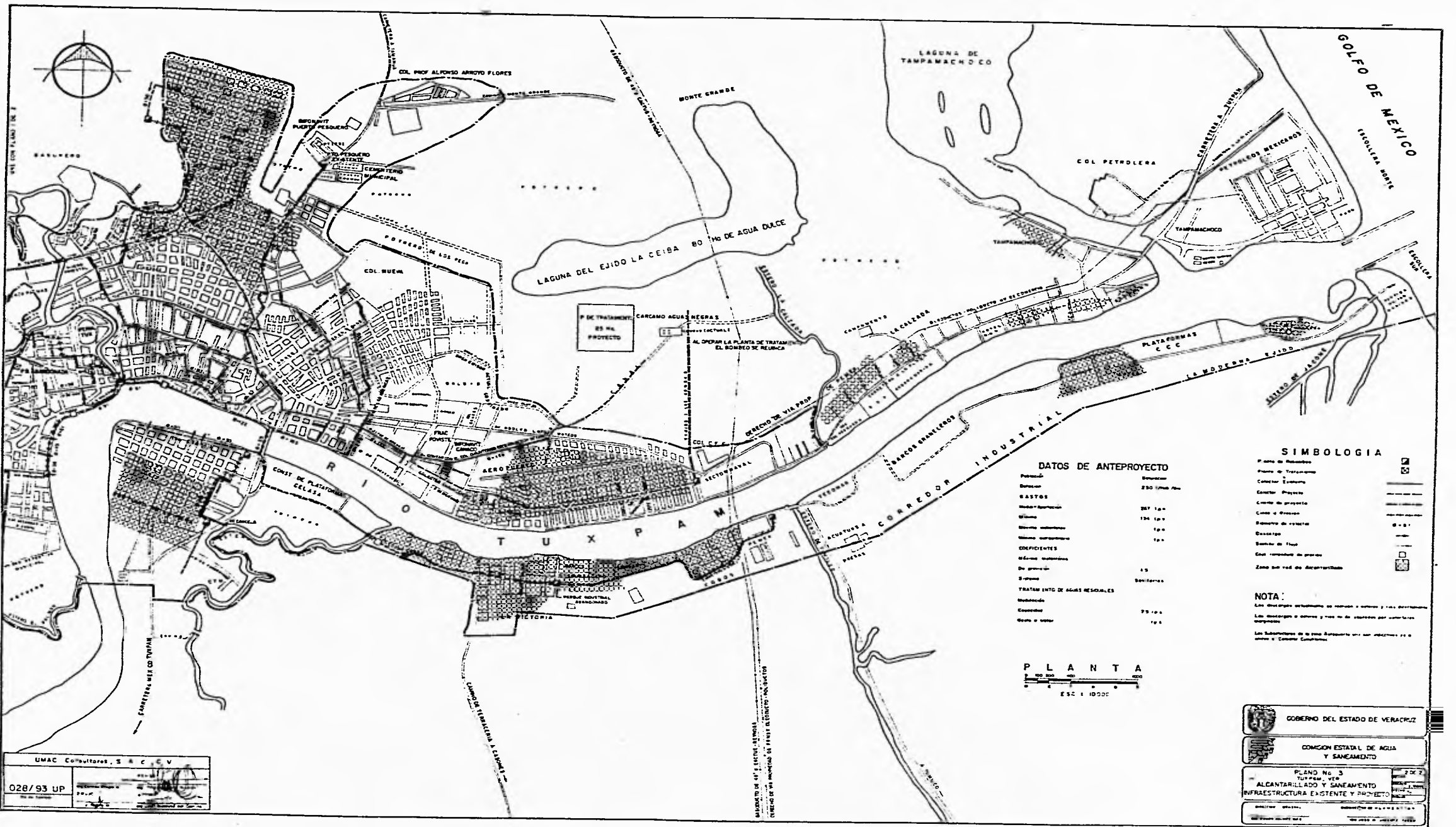
SIMBOLOGIA

- Planta de Bombeo
- Planta de Tratamiento
- Canal de Emisión
- Canal de Proyecto
- Línea de Colector
- Línea de Proceso
- Diámetro de cañerías
- Receptor
- Sistema de Fugas
- Una muestra de prueba
- Zona en red de distribución

NOTAS:
Las dimensiones de tuberías y cañerías y sus estructuras.
Las distancias de tuberías y cañerías están por su parte.
Superficie

UMAC Consultores, S.A. de C.V.
028/93 UP

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ
COMISIÓN ESTADAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
PLANO No. 3
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y PROYECTO



PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUA NEGRA
AL OPERAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO
EL BOMBEO DE REINICIA

DATOS DE ANTEPROYECTO

Período	5 años
Distrito	230 000 hab.
COSTOS	
Investigación	267 100
Obra	134 100
Materiales	100
Mantenimiento	100
CONFIENTES	
Número	15
Diámetro	30 cm
TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	
Mediada	75 100
Costo	100

SIMBOLOGIA

- Planta de Resacas
- Planta de Tratamiento
- Colección Sistema
- Colección Proyecto
- Colección de proyecto
- Colección de obra
- Resaca de flujo
- Canal de conducción
- Zona sin red de alcantarillado

NOTA:
Las mediciones verticales de niveles y alturas y las distancias.
Las mediciones horizontales y las de los volúmenes por volúmenes.
Las superficies de la zona de proyecto son las que aparecen en el plano y Columna Contorno.

PLANTA
Escala 1:10000

UMAC Consultores, S. R. L. C. V.
028/93 UP

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
PLANO No. 3
Tuxtla Gutierrez, Chiapas
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y PROYECTO