

28
2 EJ

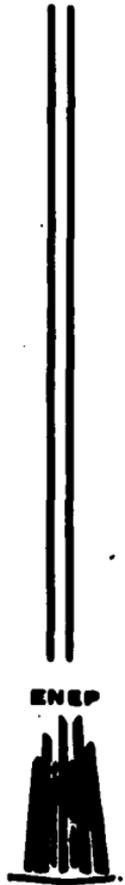


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON**

**FALLA DE ORIGEN
"FACTIBILIDAD TECNICA DE ALTERNATIVAS SOBRE
LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA LA CIUDAD DE TEPATITLAN, JAL."**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A I
NICOLAS FIERRO RODRIGUEZ



ENEP
ARAGON

ARAGON, EDO. DE MEXICO

1986



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

NICOLAS FIERRO RODRIGUEZ
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 30 de enero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, M en I DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "FACTIBILIDAD TECNICA DE ALTERNATIVAS SOBRE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE TEPATITLAN, JAL.", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EN ESPERITU"
San Juan de Aragón, Mex., 2 de febrero de 1995
El DIRECTOR

M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



c c p Unidad Académica.
c c p Jefe de Carrera de Ingeniería Civil.
c c p Asesor de Tesis.

CCMC/AIR/11a

UN PROFUNDO Y SINCERO AGRADECIMIENTO AL
M. EN I. DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ POR
SU VALIOSA COOPERACION, YA QUE SIN SU
PARTICIPACION NO HUBIERA SIDO POSIBLE
LA REALIZACION DEL PRESENTE ESTUDIO.

A MI PADRE.

A MI MADRE.

A MI ESPOSA.

A MIS HIJOS.

A LA MEMORIA DE MI QUERIDO PADRE

JOSE G. FIERRO MENDOZA

CON CARINO Y AGRADECIMIENTO A QUIEN
SIEMPRE ADMIRE POR SU NOBLEZA Y
SACRIFICIO, PERO SOBRE TODO POR LA
PREOCUPACION POR SUS SERES QUERIDOS.

A LA MEMORIA DE MI SUEGRO

CESAR LUIS LOPEZ DANIEL

POR SU COMPRESION Y APOYO QUE
SIEMPRE EN TODO MOMENTO ME BRINDO

A MI ESPOSA ALEJANDRA

CON CARINO Y AGRADECIMIENTO A QUIEN
CON SU AMOR INFINITO HA HECHO DE
MI VIDA UNA EXISTENCIA FELIZ.

CON TODO CARINO A MIS HERMANOS:

MA. DEL CARMEN
ROBERTO
JUAN MANUEL
ARMANDO
JOSE MARTIN
MA. GUADALUPE
Y NORMA.

EVALUACION TECNICA DE ALTERNATIVAS SOBRE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE TEPATITLAN, JAL.

I N D I C E

INTRODUCCION.

I.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

II.- DIAGNOSTICO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.

III.- OFERTA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

IV.- PROPUESTAS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

V.- DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFIA.

INDICE GENERAL

	PAGINA
1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.	
LOCALIZACION GEOGRAFICA.	1
HIDROGRAFIA.	1
CLIMA.	2
OROGRAFIA.	2
CLASIFICACION Y USO DEL SUELO.	2
FLORA Y FAUNA.	3
2. DIAGNOSTICO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.	
2.1 ANALISIS DE LAS DEMANDAS DE AGUA.	4
CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DE LA POBLACION.	4
POBLACION.	4
POBLACION ACTUAL.	5
POBLACION FUTURA.	9
PROYECCIONES DE POBLACION.	9
METODO ARITMETICO.	10
METODO DE INCREMENTOS DIFERENCIALES.	11
METODO GEOMETRICO LOGARITMICO.	12
METODO DE MALTHUS.	13
METODO DE FOLWELL.	14
METODO DE TASA DE CRECIMIENTO	16

PROYECCION DE POBLACION DEFINITIVA.	18
POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.	19
ACTIVIDADES ECONOMICAS.	20
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS.	23
EQUIPAMIENTO.	26
COMUNICACIONES Y TRANSPORTE.	29

2. DETERMINACION DE LOS CONSUMOS DE AGUA POR TIPO DE USUARIO.

CONSUMO DOMESTICO.	31
CONSUMO COMERCIAL.	32
CONSUMO INDUSTRIAL.	32
CONSUMO OFICIAL.	33
DEMANDA DE AGUA ACTUAL Y FUTURA.	36

3. OFERTA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

3.1. RECURSOS HIDRAULICOS EXISTENTES.	37
3.2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.	43
3.2.1. SISTEMA DE AGUA POTABLE.	43
CAPTACIONES.	43
POTABILIZACION.	45
CONDUCCION.	45
REGULARIZACION.	47
RED DE DISTRIBUCION.	48
TOMAS DOMICILIARIAS.	50

3.2.2.	SISTEMA DE ALCANTARILLADO.	
	EMISOR.	51
	COLECTORES Y SUBCOLECTORES.	52
	RED DE ATARJEAS.	54
	DESCARGAS DOMICILIARIAS.	55
3.3	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	56
3.4	ANALISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES.	57
3.5	REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.	59
3.6.	DICTAMEN.	64
4.	PROPUESTAS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.	
4.1.	FORMULACION DE ALTERNATIVAS.	68
4.2.	SELECCION Y PREPARACION DE LOS COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS A EVALUAR.	87
4.3.	EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MINIMO COSTO.	102
5.	DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.	
5.1.	DESCRIPCION GENERAL DE LOS PROYECTOS	107
5.2.	PROGRAMACION DE OBRAS DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.	116
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	117
	BIBLIOGRAFIA.	

I N T R O D U C C I O N

Toda ciudad en expansión se enfrenta a los problemas de suministro de agua potable y la ciudad de Tepetitlán de Morelos, Jal. no escapa a esta regla debido a que con el tiempo y el crecimiento urbano el abastecimiento se vuelve preocupante.

En los últimos años se han establecido proyectos para mejorar los sistemas de abastecimiento de agua potable de esta ciudad. Ciertos componentes de estos proyectos están en proceso de realización, mientras que otros, los más importantes, se detienen por la falta de respaldo financiero y por carecer de una buena evaluación y planeación.

El presente estudio contempla los siguientes objetivos fundamentales: Dar a conocer la metodología para identificar las necesidades en los servicios de agua potable, plantear el desarrollo de alternativas que satisfagan las necesidades actuales y futuras de abastecimiento, seleccionar el mejor anteproyecto para proporcionar los servicios dentro de un horizonte de planeación, precisar las características de las obras y las acciones por emprender para la rehabilitación del sistema que opera en la actualidad.

Partiendo de la realización de una síntesis de los datos más relevantes de la infraestructura existente para confrontarlos y armonizarlos en función de las perspectivas de desarrollo de la ciudad, se elabora el diagnóstico técnico del sistema de abastecimiento de agua potable. Este esfuerzo necesita algunas veces la expresión de juicios fundados en la experiencia, cuando aparece incertidumbre en los datos o en los diseños de los sistemas.

Después, el estudio trata principalmente de analizar y proponer las alternativas de solución posibles describiendo a éstas en forma general, utilizando precios índice en los costos de inversión, operación y mantenimiento de cada una de las alternativas.

Posteriormente se lleva a cabo la evaluación de mínimo costo de las alternativas, considerando las ventajas de los proyectos relacionados; entonces son comparadas con base en el costo de los litros por segundo aportados a la ciudad, de manera a establecer las prioridades de inversión.

Se concluye con la jerarquización y descripción de las alternativas seleccionadas donde: la primera es para satisfacer las demandas inmediatas y las posteriores para las demandas futuras de agua potable que se prevén en la población.

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

LOCALIZACION GEOGRAFICA.

La ciudad de Tepatitlán de Morelos se ubica en el centro del estado, y respecto a la región se encuentra al suroeste en las coordenadas 20°54'50" de latitud norte y a 102°33'10" de longitud oeste, a una altura promedio de 1,800 m.s.n.m.

Limita al norte con Valle de Guadalupe, al sur con Tototlán y Atotonilco el Alto, y al poniente con Acatit y Cuquío.

El Municipio del mismo nombre cuenta con 335 localidades, siendo las más importantes la ciudad de Tepatitlán de Morelos, Capilla de Guadalupe, San José, Pegueros, Milpillas, Mezcala y Ojo de Agua de Latillas.

HIDROGRAFIA.

Los recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos Verde, Calderón, el Valle, Tepatitlán, y por los arroyos la Presa, el Ocote, Cebollitas, Grande y Juanácaso. Tiene 4 presas de importancia que son: Carretas, el Tihuite, el Pantano y la Red.

**LOCALIZACION DEL AREA
DE ESTUDIO**



LOCALIDAD	TEPATITLAN DE MORELOS
MUNICIPIO	TEPATITLAN DE MORELOS
ESTADO	JALISCO

CLIMA.

La clasificación del clima es semiseco, con invierno y primavera secos, semicálido con invierno benigno. La temperatura media anual es de 19°C, con una precipitación pluvial media de 874.7 milímetros. Los vientos dominantes son en dirección sur norte.

El promedio de días con heladas es de 9.5 al año y su régimen de lluvias es en los meses de Junio, Julio y Agosto.

OROGRAFIA.

En su relieve presenta más de la mitad de su extensión como zonas semiplanas, la tercera parte zonas planas y el resto zonas accidentadas. Por lo tanto, se considera una zona topográfica regular.

CLASIFICACION Y USO DEL SUELO.

La región está considerada dentro del período cuaternario, con rocas ígneas, extrusiva ácida y brecha volcánica, toba en las partes más altas y lunares de basalto o riolita.

Se encuentran los siguientes suelos: en el norte luvisol férrico, planosol eútrico y feozem háplico; en el centro feozem háplico, vertisol pélico y planosol mólico; y en el sureste cambisol eútrico, luvisol férrico y feozem háplico.

Los suelos son utilizados con fines agrícolas, frutícolas o pastizales. La propiedad predominante es la privada dejando muy poco suelo en propiedad ejidal.

FLORA Y FAUNA.

Flora: La vegetación se presenta en los cerros, los que están cubiertos de roble blanco y pastizales de buena calidad, pino y encino, mezquite, fresno y palo dulce.

Fauna: La constituyen la liebre, conejo, zorro, zorrillo, armadillo, algunos reptiles y diversas aves.

CAPITULO II

**DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO DE AGUA
POTABLE**

2. DIAGNOSTICO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.

2.1. Análisis de las demandas de agua.

Características socioeconómicas de la población.

POBLACION.

La población total del municipio en 1980 ascendía a 92,378 habitantes, cifra que representa el 0.79 % de la población total del estado y el 0.117 % respecto a la Nación. La tasa media anual de crecimiento de la localidad fue de 3.7 % durante la década de 1970-1980, según estimaciones del INEGI.

La mayor concentración de población en el municipio se encuentra en las ciudades de: Tepatitlán (principalmente), Capilla de Guadalupe, San José de Gracia, Pegueros y Milpillas. El municipio cuenta con una proporción numerosa de población joven contrastando con la población mayor de 65 años, con una distribución proporcional en ambos sexos y el mayor porcentaje de los habitantes corresponde a la población urbana.

POBLACION ACTUAL DE LA LOCALIDAD.

Con la finalidad de obtener la población actual en la ciudad, se han tomado tres fuentes de información:

- a) El XI Censo Nacional de Población y Vivienda de 1990.
- b) La obtenida con el padrón de usuarios de la Comisión Federal de Electricidad.
- c) La proporcionada por el Organismo Operador de agua potable.

La información de los Censos Nacionales de Población y Vivienda de la ciudad y del Municipio de Tepatlán, se presentan a continuación:.

ANO	MUNICIPIO (HAB.)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	LOCALIDAD (HAB.)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	PROPORCION DE LA LOCALIDAD RESPECTO AL MUNICIPIO (%)
1960	56,642		19,835		35.0
1970	63,740	1.2	29,292	4.0	45.9
1980	78,364	2.1	50,992	5.7	65.0
1990	92,378	1.7			

El dato de la población del municipio de 1990 se tomó del del XI Censo General de Población y Vivienda, obteniendo una tasa de crecimiento del 1.7%, que resulta ser más baja que la tasa media nacional que fue del 2.5 %. Esto puede entenderse como que el municipio en conjunto no ha tenido con sus localidades el mismo crecimiento acelerado. Sin embargo existen localidades que cobran una mayor importancia a nivel Municipal y Estatal y éste es el caso de la ciudad de Tepatitlán, por lo que se considera que la población real de la ciudad y Municipio fue más alta.

Para tomar la población a nivel localidad, se consideró la misma tasa de crecimiento respecto al dato del Censo de 1980 o sea de 6.7 % hasta 1991, resultando 93,827 habitantes, el cual se considera un tanto lógico dado que en 1980 la población fue de 50,992 habitantes.

Otra consideración tomada fue el padrón de usuarios de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con que cuenta la localidad de Tepatitlán (Junio de 1991), este dato fue de 14,931 contratos domésticos y comerciales (suprimiendo contratos Industriales y Servicios Públicos), dado que en la mayoría de los comercios viven las personas que los atienden, esto corresponde al 90% de la cobertura estimada del servicio; por lo tanto, el 100% significaría un total de 16,590 contratos que multiplicados por el índice de hacinamiento de 6.0 habitantes por vivienda resulta una población estimada de 99,540 habitantes.

PADRON DE USUARIOS CFE, CIUDAD DE TEPATITLAN.

Contratos Domésticos	12,491
Contratos Comerciales	2,440
Contratos Industriales	138
Contratos Servicios Públicos	<u>20</u>
T O T A L	15,089

Otro procedimiento fue el del número de tomas de agua potable 12,599 tomas domésticas, comerciales e industriales registradas, con una cobertura del 85% y considerando 7.0 habitantes por toma, número que difiere al estipulado en el padrón de C.F.E. considerando el alto índice de escasez de vivienda en Tepatitlán por el alto costo del suelo y considerando también que una toma en ocasiones abastece más de una vivienda. Estos casos rara vez se presentan en el suministro de energía eléctrica. Con lo que se llegó a obtener la población de 103,756 habitantes en la localidad.

El resultado obtenido se comparó con la población resultante del número de tomas eléctricas. Decidiendo considerar para análisis subsecuentes, la población obtenida con el número de tomas eléctricas que es de 99,540 habitantes para 1991. Esta decisión se adoptó, ya que el padrón de usuarios de la Comisión Federal de Electricidad es información confiable, actualizada y de gran apoyo.

ANO	POBLACION LOCALIDAD (HAB.)	TASA DE CRECIMIENTO (%)
1970	29,292	
1980	50,992	5.70
1991	99,540	6.27

Por lo tanto la población de la localidad para el año 1990 se considera que fue de 93,668 habitantes; este dato se obtuvo de la tasa de crecimiento promedio resultante de 1980 a 1991; este dato se utilizará para obtener la población futura por medio de los métodos de proyección.

Como se observa en la última columna de la tabla, la tasa de crecimiento de la población en la localidad se ha incrementado, esto refleja el fenómeno natural observado en otras poblaciones en el cual la gente emigra hacia los lugares donde existen mejores oportunidades de trabajo y solo se encuentran en primera instancia en cabeceras municipales.

POBLACION FUTURA.

En la identificación de la población futura se desarrollaron diversos métodos analíticos de proyección, los cuales se apoyan en los datos estadísticos analizados anteriormente.

A continuación se presentan los resultados de los diferentes métodos dónde se observa la utilización del dato de población resultante en 1990 (93,668 habitantes) que se utilizará para definir la proyección definitiva.

METODO ARITMETICO.

AÑO	No. DE HABITANTES.
1960	19,835
1970	29,292
1980	50,992
1990	93,668

$$\text{Incremento(Inc)} = \frac{\text{Población 1990} - \text{Población 1960}}{30 \text{ AÑOS}}$$

$$\text{Incremento(Inc)} = \frac{93,668 - 19,835}{30} = 2,461$$

Población Año 2000 = Población 1990 + (Inc) 10 AÑOS.

Población Año 2000 = 93,668 + (2,461) 10

Población Año 2000 = 118,272 habitantes.

Población Año 2010 = 93,668 + (2,461) 20

Población Año 2010 = 142,888 habitantes.

METODO DE INCREMENTOS DIFERENCIALES.

AÑO	HABITANTES	INCREMENTO	INCREMENTO DE INCREMENTOS.
1960	19,836		
1970	29,292	9,457	
1980	50,992	21,700	12,243
1990	93,668	<u>42,676</u>	<u>20,976</u>
		73,833	33,219

$$\text{Incremento Promedio} = \frac{73,833}{3} = 24,611$$

$$\text{Promedio de Incrementos} = \frac{33,219}{2} = 16,610$$

SUMA 41,221

AÑO	HABITANTES	DIFERENCIA	DIFERENCIA DE INCREMENTOS DE INCREMENTOS.
1990	93,668	24,611	16,610
2000	118,279	41,221	
2010	159,500		

Población Año 2000 - 118,279 habitantes.

Población Año 2010 - 159,500 habitantes.

METODO GEOMETRICO LOGARITMICO.

AÑO	HABITANTES	LOGARITMO No. DE HAB.	DIFERENCIA LOGARITMO ENTRE (10 AÑOS)
1960	19,835	4.2974	
1970	29,292	4.4667	0.01893
1980	50,992	4.7075	0.02408
1990	77,985	4.9716	<u>0.02641</u>
		SUMA	0.06742

Promedio diferencias logarítmicas = $\frac{\text{Suma de diferencias}}{\text{No. Décadas.}}$

Promedio diferencial log. = $\frac{0.06742}{3} = 0.02247$

Log. Población Año 2000 = Log. Hab. 1990 + (Prom. dif. log.) 10 años.

Log. Población Año 2000 = 4.9716 + (0.2247) 10 años

Log. Población Año 2000 = 5.1963

Población Año 2000 = 157,145 Habitantes.

Log. Población Año 2010 = 4.9716 + (0.02247) 20 años

Log. Población Año 2010 = 5.421

Población Año 2010 = 263,633 Habitantes.

METODO DE MALTHUS.

AÑO	HABITANTES	INCREMENTO (HAB.)	INCREMENTO (%)
1960	19,835		
1970	29,292	9,457	0.4768
1980	50,992	21,700	0.7408
1990	93,668	42,676	<u>0.8369</u>
		SUMA =	2.0545

$$\text{Promedio Incrementos (\%)} = \frac{\text{Suma Incrementos (\%)}}{\text{No. Décadas}}$$

$$\text{Promedio Incrementos} = \frac{2.0545}{3} = 0.6848$$

Población Año 2000 = Hab. 1990 (1 + promedio inc.)ⁿ

n = 1 = Número de Décadas.

Población Año 2000 = 93,668 (1 + 0.6848)¹

Población Año 2000 = 157,812 habitantes.

Población Año 2010 = 93,668 (1 + 0.6848)²

Población Año 2010 = 265,938 habitantes.

METODO DE FOLWELL.

ANO	HABITANTES	X
1960	19,835	0
1970	29,292	1
1980	50,992	2
1990	93,669	3

$$X = 0 : a = 19,835 \text{ habitantes}$$

$$X = 1 : b = 29,292 - 19,835 = 9,457$$

$$X = 2 : 50,992 = 19,835 + 9,457 (2)_{\underline{c}} \quad C=?$$

$$\begin{array}{r} 50,992 - 19,835 \\ \hline 9457 \end{array} = 2_{\underline{c}}$$

$$3.2946 = (2)_{\underline{c}}$$

$$\text{Log. } 3.2946 = c \text{ log. } 2$$

$$\begin{array}{r} \text{Log. } 3.2946 \\ \hline \text{Log. } 2 \end{array} = C = \begin{array}{r} 0.51700 \\ \hline 0.3010 \end{array} = C1 = 1.7201$$

$$\text{SI } X = 3 : 93,668 = 19,835 + 9,457 \text{ (3) } \underline{c}$$

Desarrollando la Igualdad $C2 = 1.8706$

$$\text{SUMA } C3 = C1 + C2 = 3.5907$$

$$\text{Promedio de } C = \frac{\text{SUMA } C3}{2} = \frac{3.5907}{2} = 1.79535$$

Población Año 2000 = $19,835 + 9,457 \text{ (4) } \underline{1.79535}$

Población Año 2000 = 133,771 Habitantes.

Población Año 2010 = $19,835 + 9.457 \text{ (5) } \underline{1.79535}$

Población Año 2010 = 189,913 Habitantes.

METODO DE TASA DE CRECIMIENTO.

AÑO	HABITANTES	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)
1960	19,835	
1970	29,292	4.00
1980	50,992	5.70
1990	93,668	<u>6.27</u>
	SUMA	15.97

$$\text{Promedio T.C.} = \frac{15.97}{3} = 5.32$$

$$\text{Población Futura} = \text{Población Actual} (1 + Tc/100)^n$$

Tc = Tasa de crecimiento

n= Número de Años.

Sustituyendo datos:

$$\text{Población Año 2000} = 93,668 (1 + 0.0532)^{10}$$

$$\text{Población Año 2000} = 157,290 \text{ Habitantes.}$$

$$\text{Población Año 2010} = 93,668 (1 + 0.0532)^{20}$$

$$\text{Población Año 2010} = 264,124 \text{ Habitantes.}$$

RESUMEN
PROYECCION DE POBLACION

METODO	HABITANTES ANO 1990	HABITANTES ANO 2000	HABITANTES ANO 2010
Aritmético	93,668	118,272	142,888
Incrementos Dif.	93,668	118,279	159,500
Geométrico Log.	93,668	157,145	263,633
Malthus	93,668	157,812	265,938
Folwell	93,668	133,771	189,913
Tasa de Crecimiento	93,668	157,290	264,124

Después de analizar los resultados de los diferentes métodos se determinó que el método de Tasa de Crecimiento, es el que se acerca más a las posibilidades de crecimiento de la localidad, dado que el INEGI considera que una localidad de las características de esta ciudad, duplica su población cada 14 años de acuerdo a las estadísticas en el tiempo; con el método de proyección mencionado se alcanza en 1994, una población de 193,528 habitantes, por lo tanto este método considera que a partir de 1991 la tasa de crecimiento poblacional se comporte de forma similar a las expectativas de la localidad.

A continuación se presenta la Proyección de Población definitiva, con la cual se determinará la Demanda Futura de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Tepatitlán, Jal.

PROYECCION DE POBLACION.

AÑO	HABITANTES	TASA DE CRECIMIENTO (%)
1991	99,540	
1992	105,811	6.3
1993	112,477	6.3
1994	119,563	6.3
1995	127,096	6.3
1996	134,086	5.5
1997	141,461	5.5
1998	149,241	5.5
1999	157,449	5.5
2000	166,109	5.5
2001	174,082	4.8
2002	182,438	4.8
2003	191,195	4.8
2004	200,373	4.8
2005	209,990	4.8
2006	219,020	4.3
2007	228,438	4.3
2008	238,261	4.3
2009	248,506	4.3
2010	259,192	4.3

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

La población económicamente activa de la ciudad representa el 31.5% en 1990 respecto a la población total. Esta tasa es ligeramente superior a la observada como promedio en el municipio que fue de 30.3% y ligeramente inferior a la observada en el Estado que es de 32.3%, lo cual es indicativo de una menor dependencia económica en esta ciudad, que en el municipio y la entidad. Por lo que se refiere a la estructura ocupacional entre los tres grandes sectores de actividad económica es la siguiente: actividades primarias 28.4%, secundarias 19.9% y terciarias 51.7%. Esto demuestra que la ciudad vive y se desarrolla en función de las actividades terciarias.

Las tendencias observadas en la P.E.A. por sectores evidencian una disminución absoluta y relativa de la mano de obra ocupada en las actividades agropecuarias como resultado del deterioro del sector a partir de los años sesentas, pero sobre todo se agrava en los setentas hasta la fecha, debido a que se ha expulsado mano de obra que tiene que buscar acomodo en los sectores terciarios y secundarios en la ciudad de Tepatitlán. Aún con esta disminución el municipio destacó en la ganadería en 1980 a nivel estatal.

La importancia del sector terciario se debe básicamente a la tendencia de crecimiento de las actividades comerciales, ya que para 1980 el municipio representó el cuarto lugar a nivel estatal y el primer lugar a nivel regional por el número de

establecimientos que tienen en la cabecera municipal, también con las mismas tendencias de crecimiento se ve envuelto al sector secundario en la industria manufacturera en las ramas textil y alimenticia, por lo que es poco probable que absorban en los puestos de cierta calificación a la mano de obra local, por lo que se tendrá que importar ésta, aumentando el fenómeno de la concentración demográfica-económica.

La composición por edades revela que en términos de tasa de participación, se presentan las más altas en los grupos de 15-49 años en el que el coeficiente es de 75.6%. Diferenciando por sexo a nivel global, la tasa de participación del hombre es de 73.3% y la de la mujer de 26.7%; en cuanto a los grupos quinquenales de edad, abunda la mano de obra de los 15-39 años en los hombres y de los 15-24 en las mujeres; sin embargo, las tasas de participación son más altas de los 15-49 años en los hombres y de 15-29 años en las mujeres coincidiendo en éstas la mayor disponibilidad de mano de obra.

ACTIVIDADES ECONOMICAS

Agricultura: Los principales cultivos agrícolas son el sorgo, maíz, frijol y agave.

Ganadería: Se cría ganado de carne y leche, porcino, caprino, ovino, equino y aves.

Industria: Se desarrollan actividades manufactureras, elaboración de alimentos y fabricación de productos minerales no metálicos.

Forestal: Sus recursos forestales comprenden zonas boscosas de pino, encino y roble.

Turismo: Existen atractivos turísticos como: la plaza que es una de las más bellas plazas coloniales. Entre sus atractivos culturales se destacan el Palacio Municipal, del siglo XVIII de estilo afrancesado, la Plaza de Armas con 200 años de antigüedad, es una de las más bellas de Jalisco: en uno de sus portales se descubre parte de un fresco con coro de monjas y frailes en procesión. La Parroquia de San Francisco, con cuatro cúpulas y torres con cuerpos escalonados, terminada en 1772, el estilo herreriano es característico en el Templo de San Antonio, que data de 1730 y el Santuario del Señor de la Misericordia que se terminó en 1855, así como el Santuario de Guadalupe terminado en 1893.

Comercio: Predominan los establecimientos con giros referentes a la venta de productos alimenticios de primera necesidad, que operan como tiendas mixtas que venden en pequeña escala artículos relacionados con los ramos de ferretería, bonetería, mercería y calzado entre otros.

Servicios: Se localizan en el municipio establecimientos que ofrecen los servicios de preparación de alimentos y bebidas, peluquerías, estudios fotográficos, atención médica, servicios de alquiler, recreación, funerarias y asistencia social.

Aspectos sociales: Los avances en el aspecto de educación han sido bastante considerables, en 1980 existía un 61.48% de analfabetas y para 1990 se estima que este valor se redujo al 10%.

Además, la calidad de los servicios educativos actuales es más aceptable si consideramos que en el nivel de primaria el número de alumnos por aula es de 45 y de alumnos por maestro de 42, valores que implican buenas condiciones en cuanto a la impartición de clases.

En el aspecto de salud, el servicio médico asistencial se cubrió al 100% por parte del sector oficial al dotárseles de 2 hospitales regionales, beneficiando principalmente a las personas de escasos recursos que no tenían acceso a dicho servicio.

INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Agua potable: El abastecimiento de agua potable en la ciudad de Tepatitlán se realiza a través de 2 presas, una planta potabilizadora donde se efectúa su potabilización por medio de cloración y filtración, además de 7 pozos, con una capacidad total de suministro de 213 l.p.s., el agua es almacenada en 4 tanques superficiales distribuyéndose a toda la población por medio de la red general.

Sobre este servicio básico existe un déficit del 15%, ya que tan solo se encuentra cubierto el 85% de la población debido a la insuficiencia de redes de distribución.

Drenaje y Alcantarillado: El sistema de drenaje en Tepatitlán es mixto, ya que recolecta tanto aguas residuales como pluviales por medio de un colector general, el cual resulta insuficiente por la saturación que sufre en tiempo de lluvias. Todas las descargas de la ciudad van directamente al río Tepatitlán sin tratamiento alguno por carecer de una planta que realice tal operación. La cobertura del servicio es de aproximadamente un 80%, un 5% tiene fosas sépticas y el otro 15% restante no cuenta con tal servicio.

Electricidad y alumbrado: La ciudad de Tepatitlán es alimentada por una línea de 23,000 volts, la cual deriva de la subestación de potencia denominada "Tepatitlán" que contiene dos entronques, uno de los cuales tiene capacidad de 125,000 KVA con una relación de transformación de 69/29 KV y el otro de 50,000 KVA con una relación de transformación de 29/4 KV. De esta misma subestación surgen otras 4 líneas que van hacia las localidades Acatic, Yahualica, Santa María del Valle y Valle de Guadalupe. Dicha subestación esta trabajando el 70% de su capacidad, por lo que el servicio se encuentra satisfecho al 100% en la ciudad.

El servicio de alumbrado cubre un 90% de la población, las áreas no cubiertas obedecen a los nuevos fraccionamientos que una vez concluidos se les dotará de dicho servicio.

Telecomunicaciones: La localidad de Tepatitlán, se encuentra bien comunicada con el resto del país, ya que cuenta con infraestructura telegráfica, telefónica y de correos con buena calidad de servicio; recibiendo las señales de televisión de los canales 2, 5 y 13 de México y de Guadalajara 4, 6 y 7.

Estructura vial: La estructura vial en Tepatitlán esta formada por un conjunto de calles que presentan una traza ortogonal en su mayor parte e irregular en otras áreas, como ocurre con los nuevos fraccionamientos que no toman en cuenta la continuidad vial. Sus calles son de sección reducida, particularmente en el área central donde se provocan congestionamientos de tránsito por la carencia de estacionamientos públicos. Entre las calles más amplias se tienen las avenidas de La Gloria, López Mateos, Manuel Gómez Morán y González Gallo; las dos primeras entroncan con la carretera a Yahualica y se localizan al Poniente de la ciudad al igual que las otras dos. Otros puntos de conflicto tanto vehicular como peatonal los representan los entronques carreteros que a pesar de contar con señalamientos de tránsito requieren ya de pases a desnivel y puentes peatonales que garanticen la seguridad de la población.

Transporte: El servicio de transporte en Tepatitlán es atendido por unidades de transporte foráneo y urbano, camiones de carga y unidades de taxi, los cuales cubren satisfactoriamente la demanda de la población. Recientemente se termina de adaptar un espacio en el mercado de abastos como central camionera, al Sur de la ciudad, lo que ha resultado positivo por el descongestionamiento provocado al centro de la ciudad, sin embargo falta ver si en realidad es el lugar idóneo.

Administración Pública y Servicios: Las oficinas y/o dependencias encargadas de prestar dichos servicios son las siguientes: **Presidencia Municipal, Oficinas Federales y Estatales, Registro Civil, Cuerpo de Policía, Juzgado de Primera Instancia, Delegación de Tránsito, Administración y Agencia de Correos y Telegráfos, Central de Teléfonos, Cementario, Tiradero de basura, Planta Potabilizadora de Agua Potable y Vivero Municipal.**

EQUIPAMIENTO

El equipamiento urbano es considerado como uno de los elementos determinantes en la planeación de las ciudades, ya que influye en una adecuada estructuración del área urbana, así como en la autosuficiencia de sus sectores. La adecuada dosificación y distribución del equipamiento disminuye tiempos perdidos por transportación y contaminación, entre otras cosas.

Educación y Cultura: La educación de la población es atendida a través de varios planteles escolares que se encuentran distribuidos en diversos puntos de la ciudad, siendo éstos según su nivel los siguientes: a nivel preescolar se tienen 13 jardines de niños, a nivel primaria 17 planteles, a nivel medio existen 8 secundarias, 2 de las cuales son técnicas y las demás generales, a nivel medio superior se cuenta con una escuela preparatoria regional, entre otras escuelas como academias comerciales y una escuela de educación especial.

Cabe mencionar que una parte de las escuelas anteriormente mencionadas son de carácter privado, las cuales quedan fuera de las posibilidades de la población de escasos recursos.

Para completar la operatividad de este rubro e incrementar el nivel cultural de los habitantes, la ciudad cuenta con una Casa de la Cultura con promociones afines y que incluye Auditorio, Biblioteca, Aulas y salones de Música y Danza.

Con lo anterior se puede decir que este rubro se encuentra satisfactoriamente cubierto.

Salud y Asistencia Social: Los establecimientos dedicados a mantener el bienestar físico de la población de Tepatitlán son los siguientes: del sector privado se cuenta con un Hospital, una Clínica, un Sanatorio y varios Consultorios Dentales; del sector público se tiene un Hospital Regional y un Centro de Salud Urbano de la Secretaría de Salud y Bienestar Social; un Hospital General de Zona y una Unidad de Medicina Familiar del Instituto Mexicano del Seguro Social; un Consultorio de Medicina General de Instituto de Seguridad y Servicio Social de los Trabajadores del Estado y un Centro de Socorro de la Cruz Roja Mexicana.

En lo que respecta a la asistencia social, existe un Orfanatorio de carácter privado: un centro DIF, con actividades de tipo social y un Asilo.

Sobre el servicio que prestan las instalaciones y el equipamiento urbano se puede decir que es satisfactorio.

Comercio y Abasto: La comercialización de productos básicos y complementarios de la ciudad de Tepatitlán, se hacen a través de las siguientes instalaciones: dos mercados, uno de abastos y otro municipal, tres centros comerciales privados, un rastro municipal, varias tiendas CONASUPER y 130 tiendas privadas de detalle. Los establecimientos de abasto diario, semanal y de influencia vecinal como farmacias, tiendas de abarrotes, tlapalerías, tortillerías, etc., se encuentran distribuidos en toda el área urbana. El equipamiento de tipo comercial se encuentra conjuntado en el centro de la ciudad y a lo largo de la carretera a Lagos de Moreno, teniendo éste la capacidad de servicio a nivel regional.

Este rubro también se encuentra totalmente cubierto ya que el comercio es una de las actividades principales de los habitantes de la ciudad.

Recreación y deporte: Para la recreación y esparcimiento de la población se tienen las áreas e instalaciones siguientes: diez plazas cívicas, dos jardines, dos unidades deportivas, diez canchas deportivas, dos áreas de juegos infantiles, dos lienzos charros, cinco cines, seis billares y un área provisional para la feria anual de Tepatitlán.

Se puede decir que la cobertura de recreación y deporte es satisfactoria, observándose una buena calidad en servicio e instalaciones.

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

La ciudad de Tepatlilán cuenta con una red de comunicaciones que permiten el acceso por carretera y avión.

La transportación terrestre puede efectuarse a través de la carretera federal No. 80. La ciudad es el punto donde confluyen los caminos hacia Yahualica de González Gallo, Acatic, Atotonilco el Alto y Arandas.

También cuenta con una red de caminos de terracería y rurales que facilitan la comunicación entre sus localidades.

Respecto a los medios de comunicación, la ciudad cuenta con servicios de correos, telégrafo, teléfono (Integrado al sistema LADA), radiotelefonía, y también dispone de radiodifusoras y recibe señales de televisión.

Cuenta con aeropista localizada entre la cabecera municipal y la localidad de Pegueros.

2.2. DETERMINACION DE LOS CONSUMOS DE AGUA POR TIPO DE USUARIO.

De acuerdo a los datos proporcionados por el Organismo Operador, en cuanto a capacidad de los equipos, número de horas que bombean y producción de los pozos, se tienen los siguientes datos:

CAPTACION	CAPACIDAD DE FUENTE(LPS)	HORAS DE TRAB. DIARIAS	PRODUCCION DIARIA (M3/DIA) PROMEDIO
Pozo No. 1	24.6	24.0	2,125
Pozo No. 2	13.0	24.0	1,123
Pozo No. 3	13.3	12.0	575
Pozo No. 4	20.0	18.0	1,296
Pozo No. 5	14.0	6.0	302
Pozo Aguilillas.	8.6	12.0	371
Pozo Jardines de Tapa.	10.6	10.0	382
Planta Potabilizadora	<u>109.0</u>	24.0	<u>9,418</u>
	213.1		16,592

PROMEDIO PRODUCCION DIARIA 180.0 LPS.

Para el cálculo del volumen real producido, se considera que la antigüedad de los pozos en algunos casos reduce el aprovechamiento de los caudales de producción; se calcula que tienen en conjunto una capacidad máxima de producción en el sistema de 188 l.p.s.

Es oportuno hacer mención que todos los datos proporcionados por el Organismo Operador son estimados.

De las 12,599 tomas que se tienen registradas, el 97% se considera con medidor, ya que 396 tomas no cuentan con ellos.

CONSUMO DOMESTICO.

Del total de usuarios 12,106 son del tipo doméstico, haciendo la aclaración de que el padrón de usuarios no está actualizado y no es muy confiable.

El consumo para los usuarios del tipo doméstico se consideró de acuerdo al registro de consumos del organismo de 17 M3/toma/mes en una sola clasificación, ya que no existe desgloce por clases socioeconómicas, ni sectores de la población.

CONSUMO DOMESTICO

No. DE TOMAS	CONSUMO MENSUAL M ³ /TOMA/MES	VOLUMEN TOTAL DE CONSUMO DIARIO (M ³)
12,108	17.41	7,025

CONSUMO COMERCIAL

La estimación del consumo comercial se basó en la información que proporcionó la Junta Local de Agua, el cual fue de 17.40 m³/comercio/mes.

No. DE TOMAS	CONSUMO PROMEDIO M ³ /COMERCIO/MES	VOLUMEN TOTAL DE CONSUMO DIARIO (M ³)
493	17.40	286

CONSUMO INDUSTRIAL:

El organismo operador de la localidad considera las tomas de servicio industrial similares a las tomas comerciales en cuanto a consumo y tarifa, por lo cual se analizaron anteriormente como un solo tipo de servicio.

CONSUMO OFICIAL:

El consumo oficial comprende el volumen de agua utilizada por 25 escuelas, 15 Iglesias, 11 Jardines Públicos, la Unidad deportiva (con 20 tomas internas), el Vivero, el Auditorio Municipal, la Presidencia Municipal, varios campos deportivos, la oficina de Correos, la Casa de la Cultura, los mercados de abasto y popular, el Rastro Municipal, las instalaciones del DIF y las del ISSSTE, todas ellas dando un total de 71 tomas de servicio público. Estas tomas no están registradas en el Padrón de usuarios, ya que no se les cobra ninguna cuota.

Para este servicio el consumo en promedio se considera de 150 m³/toma/mes, o sea 5.0 m³/toma/día.

•No. DE TOMAS	CONSUMO PROMEDIO M ³ /TOMA/MES	VOLUMEN TOTAL DE CONSUMO DIARIO (M ³)
71	150.0	350

• **NOTA:** Las tomas de tipo oficial no están consideradas en el padrón de usuarios, así como su consumo, por lo que este volumen se considera como agua que no se contabiliza, incluidas en el porcentaje de pérdidas físicas.

TABLA RESUMEN DEL CONSUMO DIARIO CUANTIFICADO

USUARIO	No. DE TOMAS	CONSUMO TOTAL M ³ /DIA	LTS/HAB/DIA
DOMESTICO	12,106	7,025	83.0
COMERCIAL INDUSTRIAL	<u>493</u>	<u>286</u>	<u>3.41</u>
SUMA	12,599	7,311	86.41

Existen incongruencias entre los datos de la investigación de campo y los datos proporcionados por la oficina del Organismo responsable de la operación.

A partir de los resultados que se presentaron anteriormente se concluye que en la localidad existe un consumo doméstico de agua potable de 86.41 l/h/d aproximadamente. La información citada fue verificada mediante investigaciones realizadas entre los usuarios del servicio, obteniendo datos por encima de este promedio.

Es importante señalar que los volúmenes anteriores se consideran netos, es decir sin tomar en cuenta las pérdidas físicas de agua que existen en la red de distribución. Sin embargo, se supone la existencia de un número considerable de tomas clandestinas domésticas no detectadas.

Se considera que los valores apropiados de consumo son los que corresponden a los verificados en campo, por lo que se considera en la tabla de proyecciones un consumo superior a éste.

A partir de esta cifra de 7,311 m³/día de volumen consumido y de la producción de 15,592 m³/día se puede estimar la pérdida de agua en la red.

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de} & & \text{Vol. producido. - Vol. de consumo} \\ \text{agua no} & \text{ (%) } & \text{-----} \times 100 = \\ \text{contabilizada} & & \text{Volumen producido} \\ & & \\ & & 15,592 - 7311 \\ & & \text{-----} \times 100 = 53.11 \\ & & 15,592.0 \end{aligned}$$

Por lo tanto, implica una pérdida del 53.11% del volumen producido.

DEMANDA ACTUAL Y FUTURA.

Teniendo en cuenta que el abastecimiento actual es del orden de 180.0 l.p.s. en promedio, se considera que el 53.11% del agua no se contabiliza; en este análisis el consumo por habitante resulta del orden de 86.41 lts/Hab/día, o sea 81.3 l.p.s en condiciones normales; teniendo en cuenta que los comercios e industrias consumen del orden de 3.31 l.p.s. y los servicios públicos consumen 4.11 l.p.s., aunque este último se considera, como ya se mencionó, agua no contabilizada.

Por otro lado, si consideramos la producción de 15,292 m³ por día y una población servida actual de 84,610 habitantes, nos resulta una dotación de 180.74 L/H/D.

Partiendo de la proyección de la población para calcular la demanda futura, utilizando la dotación promedio determinada de 180.74 L/H/D, con las pérdidas de 53.11% de agua no contabilizada, nos puede llevar a mantener un error. Por lo tanto si se considera que el objetivo del proyecto es disminuir dicho porcentaje al 30% para proporcionar una dotación por habitante adecuada y satisfacer la demanda, tenemos entonces que en las proyecciones de demanda se presentan las predicciones hasta el año 2010. En base a las conclusiones de los puntos anteriores se puede determinar que la dotación media para el cálculo del proyecto será de 210 lts/hab/día.

**DEMANDA DE AGUA ACTUAL Y FUTURA
CUADRO DE PRODUCCION-CONSUMO**

6 72 HAB/TOMA

AÑO	TASA P O B L A C I O N		No TOMAS %	C O N S U M O			P E R D I D A S		P R O D U C C I O N		C A P A C I D A D		
	CREC.	TOTAL SERVIDA		TOTAL	M3/T/MES	L/W/D	LPS	FIBRAS%	L/W/D	M3/AÑUAL	REC.	M3/T.	
1991		98,540	84,809	85.00	12,599	17.42	86.41	84.62	53.11	180.74	5.59	212.4	243.0
1992	6.3	105,811	92,056	87.00	13,889	22.18	110.00	117.20	45.00	200.00	6.72	255.7	313.0
1993	6.3	112,477	101,229	90.00	15,084	28.21	130.00	152.31	38.10	218.00	7.76	285.3	313.0
1994	6.3	119,563	111,194	93.00	16,547	29.84	147.00	188.18	30.00	210.00	8.52	324.3	378.0
1995	6.3	127,088	120,741	95.00	17,867	29.84	147.00	205.43	30.00	210.00	9.25	352.2	378.0
1996	5.5	134,088	127,382	95.00	18,956	29.84	147.00	218.73	30.00	210.00	9.78	371.5	378.0
1997	5.5	141,461	134,389	95.00	19,998	29.84	147.00	229.85	30.00	210.00	10.30	392.0	448.0
1998	5.5	149,241	141,779	95.00	21,098	29.84	147.00	241.22	30.00	210.00	10.87	413.5	448.0
1999	5.5	157,448	149,577	95.00	22,258	29.84	147.00	254.48	30.00	210.00	11.47	436.2	448.0
2000	5.5	166,108	157,803	95.00	23,483	29.84	147.00	268.48	30.00	210.00	12.10	460.3	498.0
2001	4.8	174,082	165,378	95.00	24,610	29.84	147.00	281.37	30.00	210.00	12.68	482.4	498.0
2002	4.8	182,438	173,318	95.00	25,791	29.84	147.00	294.88	30.00	210.00	13.28	505.5	563.0
2003	4.8	191,195	181,635	95.00	27,029	29.84	147.00	308.03	30.00	210.00	13.82	529.8	563.0
2004	4.6	200,373	190,354	95.00	28,326	29.64	147.00	323.67	30.00	210.00	14.58	555.2	563.0
2005	4.6	208,990	199,491	95.00	29,686	29.64	147.00	338.41	30.00	210.00	15.29	581.8	635.0
2006	4.3	219,020	208,069	95.00	30,963	29.64	147.00	354.01	30.00	210.00	15.95	608.0	635.0
2007	4.3	228,438	217,016	95.00	32,294	29.64	147.00	369.23	30.00	210.00	16.63	633.0	635.0
2008	4.3	238,281	226,348	95.00	33,883	29.64	147.00	385.11	30.00	210.00	17.35	660.2	720.0
2009	4.3	248,506	236,091	95.00	35,131	29.64	147.00	401.66	30.00	210.00	18.10	688.6	720.0
2010	4.3	259,192	246,232	95.00	36,642	29.64	147.00	418.94	30.00	210.00	18.87	718.2	720.0

CAPITULO III

**OFERTA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE E
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

3. OFERTA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

3.1. RECURSOS HIDRAULICOS EXISTENTES.

En la actualidad la localidad cuenta con los siguientes recursos hidráulicos en la región.

PRESA CARRETAS

Esta presa se construyó en el año de 1950, con una capacidad total de 500,000 m³, en un lugar denominado Potrero de la Capilla al Noreste de la ciudad. La construcción se efectuó en varias etapas abarcando un periodo aproximado de 6 años.

De la presa sale una línea de conducción a la Planta Potabilizadora de la localidad. Esta línea es de 8" de diámetro de fierro fundido. En la actualidad dicha tubería está parcialmente obstruida por la formación de tubérculos debido a la incrustación en las paredes.

La presa tiene las siguientes características:

Cuenta con 39.0 km² de área de captación.

Rendimiento:

Volumen medio diario escurrido	19,860 m ³
1 km ² = 67 m ³ /día	
Precipitación media anual	890 mm
E.M.N.A.	1,587 mm
Escorrentía = 21%	

Embalse:

Superficie del Vaso	28 Ha.
Profundidad media del Vaso	5.0 Mts
Capacidad útil	420,000 m ³
Capacidad de Azolves	80,000 m ³
Capacidad total	500,000 m ³

PRESA JIHUITE

A partir de 1962, la S.R.H. emprende de nuevo los Estudios y Proyectos para la construcción de una mayor fuente de abastecimiento. Resultando la Presa denominada Jihuite, con una capacidad total de 5'000,000 m³, amplia capacidad para esas fechas, ya que la población estimada era de 33,247 habitantes. La presa se terminó de construir en el año de 1964 conjuntamente con varias obras complementarias como es la Planta Potabilizadora con capacidad inicial de tratamiento de 80 Ips. Las características de la cuenca y embalse son las siguientes:

Cuenca de captación 60.5 km³

Rendimiento:

Volumen medio diario escurrido 29,914 m³

1 km = 677 m³/día.

Precipitación media anual = 860 mm.

E.M.N.A. 1,587 mm.

Escurrentía = 21 %

Embalse:

Superficie del vaso 80 Ha.

Profundidad media del Vaso 7.7 Mts.

Capacidad útil 4,200,000 m³

Capacidad de azolves 800,000 m³

Capacidad Total 5,000,000 m³

SISTEMA POZOS PROFUNDOS

Desde 1950 se han realizado estudios exploratorios para el aprovechamiento de aguas subterráneas mismos que determinan su incosteabilidad, ya que se requiere perforar a través del manto rocoso a unos 300 mts. de profundidad.

Sin embargo a partir del año de 1980, debido a la gran dificultad de agua para suministro, se inició la perforación de pozos profundos para la población, ya que las presas tuvieron bajas considerables de nivel por la escasez de lluvias.

El sistema cuenta con pozos perforados, los cuales cuentan con las siguientes especificaciones:

POZO No. 1:

Profundidad de perforación	300 mts.
Q. aforo = 24.6 l.p.s.	
Q. actual = 24.6 l.p.s.	

POZO No. 2:

Profundidad de perforación	300 mts
Q. aforo = 15 l.p.s.	
Q. actual = 13 l.p.s.	

POZO No. 3

Profundidad de perforación 364 mts

Q. actual = 13.3 l.p.s.

POZO No. 4

Profundidad de perforación 343 mts

Q. actual = 20 l.p.s.

POZO No. 5

Profundidad de perforación 300 mts

Q. actual = 14 l.p.s.

POZO LAS AGUILILLAS

Q. = 8.6 l.p.s.

POZO JARDINES DE TEPA

Q. = 10.6 l.p.s.

Actualmente se abastece a la ciudad a través de los siete pozos profundos que tienen un gasto máximo de explotación de 104 l.p.s., además de la planta potabilizadora con capacidad máxima de 109 l.p.s. la cual se abastece por las dos presas antes mencionadas.

Las aguas superficiales de las presas de el Jihuite y Carretas con la sobre elevación de la cortina y aumento de sus capacidades de 5.0 millones y 500 mil m³ respectivamente son fuentes potenciales de abastecimiento ya estudiadas:

El acuífero donde actualmente se encuentran perforados los pozos no se considera fuente potencial como las presas mencionadas; en cambio el Acuífero Tepatitlán - Arandas se le estima una recarga anual de 41.45 millones de m³ y una extracción media anual de 21.0 millones de m³ lo cual arroja una disponibilidad probable de 20.45 millones de m³.

Para un futuro cercano se tiene contemplado la explotación del acuífero Tepatitlán-arandas, esto por medio de la perforación de nuevos pozos en esa región y así obtener cerca de 100 l.p.s.

Por otra parte se contemplan también los proyectos y la construcción de las Presas San Pablo - Tepatitlán y Tecolote - Tepatitlán; además del aprovechamiento del manantial Las Hormigas. Las características más importantes de estos proyectos se describirán en la formulación de alternativas de abastecimiento.

3.2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

3.2.1. AGUA POTABLE.

CAPTACIONES.

Las captaciones actuales, están constituidas por siete pozos profundos y una planta potabilizadora cuyo abastecimiento proviene de las presas "Carretas" y "El Jihuite", las cuales tienen capacidades de 500,000 y 5'000,000 de m³ respectivamente.

Las características principales de los pozos se presentan a continuación:

POZO PROF (MTS.)	PROFUNDIDAD (M)	ADOME DIAM. (PULG.)	COLUMNA LONG. (MTS.)	COLUMNA DIAM. (PULG.)	GASTO OPERAC. (L.P.S.)	PRESTION BOMBEO (KG/CM ²)
No. 1	-----	12"	220	6"	24.6	7.6
No. 2	300	12"	165	6"	13.0	6.1
No. 3	364	10"	---	4"	13.3	0.5
No. 4	343	12"	145	6"	20.0	1.5
No. 5	300	10"	220	4"	14.0	6.5
Aguil- llas	150	10"	116	3"	8.6	1.4
Jardines de Tepa.		8"	---	4"	10.6	3.0

El tipo de bomba instalada en los pozos es de tipo sumergible, desconociéndose las capacidades de éstas, ya que sólo se sabe la potencia de la bomba del pozo Aguilillas, que es de 25 HP. Se cree que las capacidades de las demás fluctúan entre los 22.5 HP y 45 HP; tampoco se conoce las fechas de instalación de los equipos. Los gastos máximos disponibles se desconocen por la falta de datos, pero de acuerdo a un análisis se consideró que pueden proporcionar hasta 188 l.p.s. en conjunto.

Los pozos trabajan a criterio del bombero que opera los equipos; no hay bitácora de horarios de bombeo y por consiguiente no hay control de producción.

Los pozos carecen de medidores de gasto que permitan conocer los volúmenes explotados.

De igual manera los pozos carecen de un sistema de desinfección a la salida de su descarga.

Tampoco cuenta con personal técnico dentro del sistema para responder de cualquier eventualidad en los equipos de bombeo.

PLANTA POTABILIZADORA:

La planta potabilizadora tiene una capacidad actual de 132 lps, es abastecida por dos líneas de asbesto-cemento de 8" de ϕ , una de cada una de las presas, estas dos líneas descargan en el aereador donde se lleva a cabo una precloración con 3 ppm, de aquí pasa al edificio de dosificación o caja de mezcla donde se le aplica el sulfato, cloro y cal, haciendo la mezcla por gravedad, para después al clarificador, donde se sedimentan los sólidos, después se expulsan por medio de rastras por la parte de abajo, para después por un canal para llegar a los tres filtros por la parte de arriba para llegar al tanque de aguas claras con capacidad de 280 m³, después se almacena en un tanque superficial de 1000 m³ para de ahí ser distribuido a la red de distribución.

CONDUCCIONES:

Las líneas de conducción salen de los pozos y llegan hasta los tanques de regularización. Los diámetros que presentan las conducciones son de 3", 6", 8" y hasta 14", siendo las tuberías de Asbesto-Cemento y en algunos casos de fierro galvanizado.

Las características de las líneas, longitudes y clases de material se enuncian en la tabla siguiente:

LONGITUDES DE TUBERIA DE LINEAS DE CONDUCCION

DE	HASTA	LONGITUD	MATERIAL
Pozo No. 1	Red de distribución		Asbesto-cemento
Pozo No. 2	Tanque superficial 240 m ³	750 m.	Asbesto-cemento: 6"
Pozo No. 3	Tanque superficial 1000 m ³ Zona Media (terreno planta pota- bilizadora)	50 m.	Asbesto-cemento: 6"
Pozo No. 4	Tanque superficial 940 m ³ Zona Alta	825 m.	Asbesto-cemento: 6"
Planta Potabi- lizadora	Tanque superficial 1000 m ³ Zona Media	75 m.	Asbesto-cemento: 6"
Pozo No. 5	Red de distribución	125 m.	Asbesto-cemento: 8"
Pozo No. 6	Tanque elevado 40 m ³ altura 10 m. metálico	25 m.	Asbesto-cemento: 6"
Pozo Unidad Deportiva No. 8 (sin incorpo- rar al serv.)	Descarga a un tanque de proyecto de 300 m ³		
Pozo Jardines de Tapa (sin incorpo- rar al serv.)	Red de distribución exedencias al tanque de 36 m ³ , elevado, metálico.	450 m.	Asbesto-cemento: 6"
Pozo Residen- cial Hacienda	Red de distribución		
Pozo Jardines de la Rivera	Tanque de concreto elevado de 103 m ³ de capacidad		
Pozo Cuatro Camino	Tanque elevado 10 m. capacidad 36 m ³ metal.	120 m.	Fierro Galvani- zado 4"
Pozo El Carmen	Tanque superficial de 1000 m ³ de concreto reforzado	400 m.	Asbesto-cemento: 8"

REGULARIZACION:

Para la regularización del abasto se cuenta con 5 depósitos superficiales ubicados hacia el norte y oriente de la ciudad.

Un tanque al norte de la Planta Potabilizadora con capacidad de 1000 m³ alimentado por el Pozo No. 4, el cual distribuye a la colonia Pozo del Monte y Circuito de las colonias.

Tanque en la Planta Potabilizadora con capacidad de 1000 m³, el cual es alimentado por las aguas tratadas de las dos presas y el pozo No. 3. Dicho tanque distribuye agua a la zona alta y al tanque regulador de la zona baja.

Tanque Zona Baja con capacidad de 1000 m³ el cual distribuye a Zona Centro y Baja.

Tanque San Gabriel con capacidad de 300 m³ el cual es alimentado por el Pozo No. 2. Dicho tanque distribuye en la colonia San Gabriel, fraccionamiento Paseo de las Lomas y Zona Oriente de la Colonia Española.

En la colonia las Aguilillas se cuenta con un Tanque Elevado con poca capacidad, alimentado por el pozo del mismo nombre.

Cuatro de ellos construídos de mampostería, con losa de concreto y uno solo es metálico.

No existe cloración de agua en ninguno de los tanques por falta de equipos de cloración.

Todos los tanques reciben agua las 24 hrs. del día, ya que no existe control de válvulas que regule su funcionamiento.

RED DE DISTRIBUCION:

La red de distribución cuenta con tuberías cuyos diámetros van de 3" hasta 8".

Cuenta también con líneas alimentadoras con diámetros de 10" hasta 18", la red interna esta formada por tuberías de diferentes materiales.

Las tuberías instaladas en la zona centro tienen una antigüedad aproximada de 30 años presentándose en consecuencia rupturas y fallas de las juntas, incrustaciones en las tuberías, en accesorios y piezas especiales; a la fecha no se cuenta con un levantamiento de la red que permita conocer la localización de los cruceros y cajas de válvula, tampoco se ha llevado a cabo un registro histórico de los consumos o gastos en diferentes puntos de la red.

Existen 160 válvulas instaladas en la red de distribución.

El servicio actual es en forma irregular, se abastece diario y se normaliza de acuerdo a la saturación de la red alcanzando presiones de 5 kg/cm² en la zona baja y 3.0 km/cm² en la alta.

No se llevan registros de presiones en la red ni se recaban datos para mejorar el servicio.

El personal operativo y administrativo es de nuevo ingreso y no cuenta con información anterior.

RELACION DE TUBERIA EN LA RED DE DISTRIBUCION

ZONA	DIAM. LONG.	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	TOTAL
Alta			20905	----	1650	125	1900	---	24580
Media			18325	----	2075	---	----	---	20400
Baja			44895	2050	5960	1160	1200	650	55905
Jardines de Tepa				1300	1050				2350
Cuatro Caminos	850		1250	495					2595
Las Agui- lillas			6550	915	760				8225
Col. El Carmen			4325	1750	680	1200		1275	9230
Jardines de la Rivera			<u>2950</u>	<u>700</u>					<u>3650</u>
Suma	850		99200	6510	12875	2475	3100	1925	126935

TOMAS DOMICILIARIAS:

De las tomas domiciliarias instaladas actualmente el 97% cuenta con medidores, por lo que una mínima parte su cobro es a base de cuota fija.

Actualmente se tienen registradas 12,599 tomas, se está desarrollando el censo de las tomas domiciliarias con el fin de que todos los usuarios queden registrados y no existan consumidores clandestinos que dejen de pagar el servicio que se les brinda.

3.2.2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado presenta una cobertura de servicio del 85% y es administrado por el Municipio quien cobra los derechos de conexión, material y mano de obra de los trabajos para conectarse al sistema.

El estado actual del sistema es satisfactorio ya que presenta diámetros de tubería con capacidades suficientes y constantemente se construyen ampliaciones.

EMISOR

El diámetro mayor que presenta el sistema es el del emisor localizado desde la calle Donato Guerra y Emilio Carranza en la margen derecha del Arroyo Tepatitlán con un desarrollo de 4.5 km. hasta el punto donde descargan en el Arroyo Tepatitlán al Sur de la ciudad, cerca de la carretera que se dirige al municipio de Yahualica.

Se requiere otro emisor por la margen izquierda del Arroyo ya que los asentamientos vierten al arroyo por la pendiente que presenta el terreno y la falta del emisor.

COLECTORES Y SUBCOLECTORES

Existe un colector a lo largo de la calle Félix Ramos en la Col. La Crucita, inicia en la calle Alvaro Obregón con tubería de diámetro de 30 cm y una longitud de 150 m continuando por esta misma calle con 38 cm y una longitud de 220 m hasta llegar a la calle Josefa Ortiz de Domínguez con un diámetro de 61 cm y una longitud de 550 m hasta incorporarse al emisor principal.

Existe un subcolector que se desarrolla por la Av. Jalisco, el cual está construido en tramos y aún no está terminado. Este subcolector es de tubería de 30 cm de diámetro y tiene construido un tramo de 675 m desde la calle 5 de Febrero en la Col. Del Carmen, el cual se suspende en la Col. Sierra Hermosa en la calle Cordillera de los Andes, donde se descarga al Arroyo por estar suspendido dicho subcolector; el trazo continúa por la misma Av. Jalisco iniciando otra vez en la calle Industria hasta llegar a la colonia Cuatro Caminos donde descarga al Arroyo Tepatitlán. Este tramo tiene una longitud de 3,025 m con diámetros de 30 cm.

Un colector de 61 cm se desarrolla por la salida a Lagos de Moreno atravesando las colonias Nueva España y Españita con una longitud de 1,250 m hasta incorporarse a otro subcolector que corre por la margen derecha de un pequeño arroyo con diámetros de 30 cm. para descargar en el Arroyo Tepatitlán a una cuadra de la Av. Guadalajara, este subcolector tiene una longitud de 1050 m desde el inicio hasta la descarga en el Arroyo Tepatitlán.

Existe otro colector que inicia en la calle Morelos, recorriendo la margen derecha de un pequeño arroyo atravesando la colonia Hacienda La Gloria, así como la Av. del mismo nombre hasta incorporarse al emisor principal. Este colector inicia con tubería de 38 cm y una longitud de 925 m continuando con un diámetro de 61 cm y una longitud de 975 m hasta el entronque con el emisor.

Otro de los colectores es el que atraviesa la colonia Comarcas Francesas pasando por un costado del Club La Hacienda hasta llegar al emisor principal donde se conecta a éste. Este colector inicia con un diámetro de 30 cm y una longitud de 1,175 m, posteriormente cambia a 38 cm con longitud de 350 m para finalizar con diámetros de 61 cm y una longitud de 375 m hasta llegar al emisor.

Otro colector es el que inicia en la calle Tulipanes en el Fraccionamiento Jardines de Tapa, el cual atraviesa el Fraccionamiento Bosques del Lago. Este colector inicia con un diámetro de 38 cm y una longitud de 850 m continuando con un diámetro de 61 y una longitud de 675 m hasta llegar al emisor principal.

RED DE ATARJEAS

La red de atarjeas es de 20, 25 y 30 cm de diámetro, existen colonias que tienen diferencias de servicio por no estar conectadas al sistema en un 100% pero se esta tratando de incorporarse todas las colonias al sistema.

A continuación se presentan las colonias con sus respectivas coberturas.

Sierra Hermosa	100 %	Jardines del Rosal	100 %
Jardines de Tapa	100 %	Bosques del Lago	100 %
Fracc. La Loma	100 %	Jardines de la Rivera	100 %
Comercial del sur	100 %	Residencial Guadalupe	100 %
Fracc. Alameda	100 %	Eden	100 %
El Pipon	100 %	La Crucita	100 %
Centro de la Ciudad	100 %	Españita	100 %
Paseo de las Lomas	100 %	Jardín Español	100 %
El Tlacote	100 %	Infonavit "El Tablón"	100 %
La Nueva Cruz	100 %	Las Aguilillas	90 %
San Gabriel	90 %	Nueva Españita	90 %
Colonias	85 %	Jardineras	85 %
Granja Margarita	85 %	San Antonio el Alto	85 %
San Javier	80 %	Pozo del Monte	80 %
Colonia del Carmen	80 %	San Miguel	70 %
La Gloria	60 %	Los Viveros	60 %

Existen colonias y fraccionamientos de nueva creación como son: Jesús María y El Pedregal y otros en las cuales se gestionaría la introducción del alcantarillado con el municipio.

Las longitudes de tubería de la red como de colectores, subcolectores y emisor instaladas se presentan en la siguiente relación:

LONGITUDES DE TUBERIA DE ALCANTARILLADO

	20cm	25cm	30cm	38cm	45cm	61cm	122cm
Emisor							4500m
Colector y subcolector			6075	2145	415	3025	
Red de atarjeas	32940	54890	21960				

DESCARGAS DOMICILIARIAS:

Existen instaladas en el sistema aproximadamente 12,000 descargas según el Secretario de Obras del Municipio, las cuales constan de una longitud de 6 m. de tubería de concreto simple cada una, con Codo y Sian.

3.2.3. TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

En la actualidad no existe planta de tratamiento de aguas negras y residuales, por lo que el vertido es hacia el Arroyo Tepatitlán al cual se está contaminando en gran medida. Las aguas negras vertidas en los meses de Enero a Junio provocan malos olores y alarma en la población, en los otros meses se mezclan con las aguas de lluvia, estas aguas llegan a la presa El Purgatorio construida en el Municipio de Acatic, la cual se contempla para llevar agua a Guadalajara.

3.4 ANALISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES.

Con base a la información recopilada y las visitas técnicas a la ciudad de Tepatitlán de Morelos, Jal., se mencionan las condiciones actuales del medio ambiente desde el punto de vista de captación de agua potable, tratamiento de aguas residuales y vertido de desechos líquidos.

De acuerdo a las características del acuífero y de los pozos, no hay peligro de que la extracción sea mayor a la recarga por lo que no se tiene ningún impacto adverso para esta zona.

En la actualidad no existe Planta de Tratamiento de Aguas Negras, por lo que el volumen suministrado de agua potable no recibe ningún tratamiento, por lo tanto el efluente no reúne los requisitos de calidad suficiente.

De esta forma un arroyo es utilizado como cuerpo receptor de aguas negras, de tal forma que esto provoca una serie de impactos que en el caso particular son bastante notables, ya que el volumen contaminado llega a parar aguas abajo de la ciudad, por lo que es necesario la construcción de la Planta y su puesta en funcionamiento lo más pronto posible para dejar de contaminar dicho arroyo.

Esta situación ubica al arroyo como un foco de infección con todos los defectos que esto implica sobre la salud.

Desde el punto de vista estético, afecta directamente al paisaje de la ciudad.

3.3. REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Se han considerado los siguientes requerimientos para cada uno de los componentes de los sistemas, tanto para el abastecimiento de Agua Potable como el servicio de Alcantarillado. A continuación se presenta la lista de las acciones para mejorar el servicio y que por su beneficio deben realizarse.

3.3.1. AGUA POTABLE

CAPTACIONES:

- Con base en las condiciones de suministro anteriormente descritos se propone aumentar el volumen de abastecimiento con la perforación de nuevos pozos o con la realización de alguno de los proyectos planteados en las alternativas de solución.
- Requiere medidor de gasto todos los pozos existentes.
- Se requieren registros de capacidad (H.P.) de las bombas y curvas de las mismas.
- Se requieren equipos de medición (manómetros de presión, voltamperímetros, medidores de gasto, sonda eléctrica, etc.)

- Se requiere un sistema de mantenimiento para los equipos de bombas y eléctrico.
- Se requieren de válvulas de alivio y expulsadoras de aire a la descarga de los pozos.
- Se requiere en el pozo No.7 válvulas de compuerta y desfogue a la descarga del pozo.
- Se requiere controlar los horarios de bombeo para conocer las horas efectivas de trabajo.

REGULARIZACION

- Con este nuevo volumen se requerirá de tanques de regularización, para la zona donde sera ubicada la llegada de este nuevo caudal, la cual será de acuerdo a la solución definida.
- Se requiere llevar el control en la regularización de los tanques.
- Se requiere dar mantenimiento a todos los tanques existentes, pintura de tubos de entrada y salida; así como perimetral para las instalaciones y proporcionar limpieza en general, esto se incluye para el tanque de la Planta Potabilizadora.

POTABILIZACION

- Se requieren equipos de cloración de los pozos.
- Se requiere dar mantenimiento a los equipos de la Planta Potabilizadora.

CONDUCCION

- Se requerirá además de líneas de conducción para que el volumen propuesto pueda llegar a los nuevos tanques y la línea de alimentación del tanque a la red.

RED DE DISTRIBUCION

- Es recomendable sustituir las tuberías antiguas que existen en el centro, ya que por lo regular es en la que surgen rupturas por su poca capacidad para recibir presión.
- Se requiere instalación de válvulas en ciertos sitios de la red, para controlar los volúmenes y mejorar la operación con lo cual se puede dar servicio a las zonas altas de la ciudad.
- Se requiere estudiar la posible conexión de las ampliaciones del servicio y elaborar un proyecto a mediano plazo.

- Se requiere conocer los registros de las válvulas de los cruceros y por consiguiente el control de las mismas.

TOMAS DOMICILIARIAS Y MEDIDORES

- Se requiere instalar medidor a las tomas domiciliarias que faltan incluyendo tomas oficiales, de lo contrario continuará desconociéndose el consumo y desperdicio de agua potable de la población.

3.3.2. ALCANTARILLADO.

Para tener un funcionamiento adecuado se hace necesaria la revisión integral del sistema de alcantarillado y la elaboración del catastro de la red.

Es de suma importancia llevar a cabo la construcción del colector de la margen del arroyo, para que entre en funcionamiento el drenaje de una gran parte de esta zona la cual vierte al arroyo.

El sistema de alcantarillado existente se considera en buen estado.

Es necesario construir la Planta de Tratamiento de Aguas Negras para que entre en funcionamiento lo más pronto posible y se deje de contaminar la zona.

A este sistema de disposición y tratamiento de las aguas residuales deben incorporarse todas las colonias mediante la construcción de su red de atarjeas.

Se requiere implementar un programa de mantenimiento para realizar la limpieza y desazolve programados y planear las futuras ampliaciones para no saturar a los colectores existentes. Para esto debe diseñarse un proyecto integral.

3.4. DICTAMEN

De acuerdo con la información recabada y analizada se llega al siguiente dictamen sobre los sistemas:

Actualmente los pozos (excluyendo los dos que no han entrado en operación aún) y la Planta Potabilizadora existentes proporcionan 213.0 l.p.s. el caudal que demanda la población en este momento es de 212.4 l.p.s. considerando el alto porcentaje de pérdidas físicas de acuerdo a la proyección de oferta-demanda de agua potable de la localidad.

Debido al deterioro y falta de capacidad de la Planta Potabilizadora existente sería necesario rehabilitarla o bien construir una ampliación. Lo anterior se debe a la edad de su construcción y a la falta de filtros para producir un mayor volumen.

De acuerdo a los datos de calidad del agua, ésta presenta características dentro de los límites permitidos por la Organización Mundial de la Salud; por otra parte, la Planta está operando desde hace muchos años sin que se tenga noticia a la fecha de ningún problema por el consumo del agua que produce. Por lo anterior, se recomienda únicamente continuar llevando a cabo la dosificación de productos químicos del agua y realizar análisis físico-químicos del agua consumida periódicamente.

La cobertura actual del sistema de agua potable es de 85.0% de la población, en tanto que el sistema de alcantarillado da servicio al 80% de la misma.

El agua se distribuye a los usuarios por medio de 12,106 tomas domésticas, 493 tomas comerciales e industriales y 71 oficiales dando un total de 12,599 tomas; de las cuales el 97% cuentan con medidor instalado.

El sistema carece de macromedición en los pozos y aunque existe micromedición en las tomas domiciliarias, los registros de producción y consumos solo son estimaciones del personal del Organismo Operador como se observó en los registros de computadora.

Las pérdidas físicas por fugas y clandestinaje se estiman en un 53.11% y la dotación equivalente es de 180.74 lts/hab/día.

El consumo medio establecido para uso doméstico es de 83 lts/hab/día, para uso comercial e industrial es de 580.0 lts/día/toma y el consumo oficial promedio es de 4,930 lts/día/toma.

Se necesita la ampliación de la red de distribución de acuerdo a la demanda del servicio, formando nuevos circuitos en las zonas de crecimiento.

El sistema de alcantarillado opera en forma eficiente, faltando de incorporar a éste solo un 20% de la población aproximadamente.

Debido a que gran parte de la población cuenta con red de alcantarillado la cual sigue en aumento por la instalación constante que lleva a cabo tanto Obras Públicas del Estado como el Municipio.

El tratamiento de las aguas residuales no se lleva a cabo, el volumen total de aguas de desecho se vierten al arroyo causando grave contaminación.

La solución al problema de disposición de aguas residuales es la terminación de los colectores principales del Sistema de Alcantarillado Sanitario y la Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Organismo Operador.

Del estudio realizado al Organismo Operador de Tepatitlán de Morelos, Jal., se llegó a las siguientes conclusiones.

- El Organismo Operador no es autónomo económicamente, pues depende del Municipio del cual recibe subsidios.

El sistema de alcantarillado opera en forma eficiente, faltando de incorporar a éste solo un 20% de la población aproximadamente.

Debido a que gran parte de la población cuenta con red de alcantarillado la cual sigue en aumento por la instalación constante que lleva a cabo tanto Obras Públicas del Estado como el Municipio.

El tratamiento de las aguas residuales no se lleva a cabo, el volumen total de aguas de desecho se vierten al arroyo causando grave contaminación.

La solución al problema de disposición de aguas residuales es la terminación de los colectores principales del Sistema de Alcantarillado Sanitario y la Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Organismo Operador.

Del estudio realizado al Organismo Operador de Tepatitlán de Morelos, Jal., se llegó a las siguientes conclusiones.

- El Organismo Operador no es autónomo económicamente, pues depende del Municipio del cual recibe subsidios.

- No se realizan inventarios de equipos e instalaciones, ni revaluación de activos.

- Es necesario llevar a cabo un control de calidad del agua para evitar problemas de ingestión de agua contaminada.

Para aumentar la eficiencia del sistema se requiere que el Organismo Operador implemente las siguientes acciones:

- Actualización del padrón de usuarios.
- Tomar lecturas adecuadas en la micromedición de todas las colonias las cuales cuentan de este sistema.
- Programa de reparación y reposición de medidores.
- Actualización de planos de redes e instalaciones.
- Programa de mantenimiento de equipo.
- Programa de detección y corrección de fugas.

CAPITULO IV

**PROPUESTAS Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS
TÉCNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

4. PROPUESTAS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

4.1. FORMULACION DE ALTERNATIVAS.

El gasto suministrado actualmente (1991) a la ciudad de Tepatitlán de Morelos, está integrado por las siguientes fuentes:

AGUAS SUPERFICIALES:	Q (L.P.S.) producido
Presa Jihuite-Tepatitlán	116
Presa Carretas-Tepatitlán	<u>16</u>
	132
Planta Potabilizadora (capacidad de producción)	109.0
AGUAS SUBTERRANEAS:	
Pozo No. 1	24.6
Pozo No. 2	13.0
Pozo No. 3	13.3
Pozo No. 4	20.0
Pozo No. 5	14.0
Pozo Aguilillas	8.5
Pozo Jardines de Tapa	<u>10.6</u>
	104.0
Según aforo a Dic. de 1990 de SAPAJAL.-	213.0

El patronato en coordinación con las autoridades municipales se dió a la tarea de perforar en 1991 dos pozos profundos a 500 m. de profundidad y un costo aproximado de \$ 750.0 millones de pesos para incorporar un gasto de 30 l.p.s. adicionales a la oferta actual de 213.0 l.p.s. y así alcanzar 243.0 l.p.s.

Requerimientos de agua en la actualidad (1991), considerando pérdidas por el 53.11%.

	CAPACIDAD INSTALADA L.P.S.	CAPACIDAD NECESARIA 1991 L.P.S.
Abastecimiento por pozos	134.0	
Planta Potabilizadora	<u>109.0</u>	<u> </u>
	243.0	212.4

•Nota: Se incluye el gasto de los dos pozos que fueron perforados por el Patronato en Coordinación con las Autoridades Municipales, los cuales se van a incorporar en diciembre de 1991.

Las pérdidas físicas que se tienen para el año de 1991 son excesivas y crean demandas de agua elevadas. Por lo que las acciones de Desarrollo Institucional deberán ser implantadas por el Organismo Operador, en las que se incluye la aplicación de un programa de control de fugas y uso eficiente del agua.

REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA LA POBLACION.

Actualmente (1991), las pérdidas son del 53.11%. 212.4 l.p.s.

Requerimientos de agua para la población.

Al año 2000, las pérdidas se estiman en 30% 460.3 l.p.s.

Requerimientos de agua para la población.

Al año 2010, las pérdidas se estiman en 30% 718.20 l.p.s.

Tomando como base las necesidades de agua al año 2010 según la tendencia, se requiere un gasto de 718.2 l.p.s. por lo cual se identificaron fuentes subterráneas y superficiales y se fijó el gasto aprovechable de cada una de las fuentes.

Para satisfacer la demanda de los servicios de Agua Potable de la ciudad de Tepatitlán de Morelos, Jal., se han contemplado prácticamente todas las posibilidades de abastecimientos futuros, incluso el de la Presa "La Red", ya que estas aguas están comprometidas para abastecer a la Ciudad de Guadalajara, sin embargo esta opción se analizó, ya que puede considerarse como recurso de emergencia para la ciudad de Tepatitlán.

A continuación se presenta la descripción general y el costo de cada uno de los proyectos, indicando las obras que los integran, utilizando precios índice.

PRIMERA ALTERNATIVA.

PROYECTO PERFORACION DE POZOS EN EL ACUIFERO ARANDAS-TEPATITLAN.

Se propone para el aprovechamiento del Acuífero Tepatitlán Arandas la construcción y perforación de cuatro pozos interconectados por medio de líneas de 8", 10" y 12" de diámetro, a fin de transferir un caudal de 135 l.p.s. hasta un tanque de proyecto de 3,500 m³ y de éste a la ciudad por medio de una línea de conducción de 18" de diámetro.

El acuífero Tepatitlán - Arandas tiene un área de estudio en prospección de 6,300 km², se le estima una recarga anual de 41.45 Mm³ y una extracción media anual de 21 Mm³, lo cual arroja una disponibilidad probable de 20.45 Mm³ para el suministro de agua en bloque a Tepatitlán.

Para el aprovechamiento de las aguas subterráneas por medio de la perforación de pozos profundos, se han realizado previamente estudios Geohidrológicos, para conocer la posible capacidad de extracciones.

En los pozos que existen perforados en la ciudad, la relación beneficio/costo es muy baja, debido a la profundidad y poco gasto de extracción, por lo que se optó por una zona alejada de la ciudad y con mayores gastos de suministro.

PRIMERA ALTERNATIVA.

PROYECTO PERFORACION DE POZOS EN EL ACUIFERO ARANDAS-TEPATITLAN.

Se propone para el aprovechamiento del Acuífero Tepatitlán Arandas la construcción y perforación de cuatro pozos interconectados por medio de líneas de 8", 10" y 12" de diámetro, a fin de transferir un caudal de 135 l.p.s. hasta un tanque de proyecto de 3,500 m³ y de éste a la ciudad por medio de una línea de conducción de 18" de diámetro.

El acuífero Tepatitlán - Arandas tiene un área de estudio en prospección de 6,300 km², se le estima una recarga anual de 41.45 Mm³ y una extracción media anual de 21 Mm³, lo cual arroja una disponibilidad probable de 20.45 Mm³ para el suministro de agua en bloque a Tepatitlán.

Para el aprovechamiento de las aguas subterráneas por medio de la perforación de pozos profundos, se han realizado previamente estudios Geohidrológicos, para conocer la posible capacidad de extracciones.

En los pozos que existen perforados en la ciudad, la relación beneficio/costo es muy baja, debido a la profundidad y poco gasto de extracción, por lo que se optó por una zona alejada de la ciudad y con mayores gastos de suministro.

Por lo que se efectuaron Estudios de prospección geohidrológica en el Acuífero con objeto de definir con mayor precisión los sitios de perforación-explotación de pozos, así como la definición de las características geológicas de los mismos.

PROYECTO: POZOS PROFUNDOS- ACUIFERO TEPATITLAN.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE MILL. \$
Perforación de 4 pozos de 350 m. c/u	M	1400	1,773.10
Equipamiento de 4 pozos de Q= 35 l.p.s. y 350 m de profundidad c/u. Con subestación eléctrica y obra civil.	H P	600	1,606.83
Línea de conducción de 18", A-7 asbesto-cemento.	KM	6	2,172.30
Tanque de regularización	m ²	3500	1,161.00
Líneas de interconexión de pozos:			
8", A-7, A-C.	m	1250	164.45
10", A-7, A-C.	m	5750	953.42
12", A-7, A-C.	m	6500	<u>1,434.06</u>
			<u>9,265.16</u>

SEGUNDA ALTERNATIVA.

PROYECTO SOBRE-ELEVACION DE CORTINA EN LA PRESA CARRETAS-TEPATITLAN.

Se propone construir una sobre-elevación en la Presa de almacenamiento actual para captar mayor volumen de aguas de los arroyos, ya que la actual presa se considera azolvada en su capacidad, que se estima es del orden de 500,000 m³. (Esta Presa forma parte del Sistema Actual de Abastecimiento).

Con la nueva cortina tendrá una capacidad total de aproximadamente 4.41 millones de m³, incluyendo 0.18 millones de m³ de capacidad de azolves y 4.10 millones de m³ de capacidad útil incluyendo volumen por evaporación.

El gasto de tranferencia será del orden de 120 l.p.s. conducidos a través de una línea de 14" de diámetro y longitud de 4.8 km.

Además se tiene contemplada la ampliación de la planta de acuerdo al proyecto original y se complementará en dos etapas para cubrir un gasto total de 120 l.p.s. o sea dos etapas de 70 y 50 l.p.s. cada una.

PROYECTO: SOBREELEVACION PRESA CARRETAS-TEPATITLAN.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE MILL. \$
Sobreelevación presa Carretas de Manposte- ría (5 m)	<u>M3</u>	15,322	1,850.00
Línea de conducción (A-7) diámetro 14" Q= 120 l.p.s.	Km.	4.8	1,136.56
Ampliación Planta Potabilizadora actual	l.p.s.	120	<u>1,015.00</u>
			<u>4,001.56</u>

TERCERA ALTERNATIVA.

PROYECTO SOBRE-ELEVACION DE CORTINA EN LA PRESA EL JIHUITE-TEPATITLÁN.

Por otro lado para el aprovechamiento del Río Tepatitlán, (Cuenca propia de la Presa El Jihuite), se propone la sobre-elevación de la misa en 2.5 m. con un volumen de mampostería de 17,177 m³ proxímadamente para lograr un volumen total de almacenamiento del orden de 7.38 millones de m³. a fin de obtener un gasto de transferencia adicional de 65 l.p.s.: actualmente se aprovecha un gasto medio del orden de 116 l.p.s. y su capacidad actual de almacenamiento se estima en 5'000,000 m³.

Para conducir estos 65 l.p.s. adicionales, se tendrá que construir otro acueducto similar al que está actualmente en operación con longitud de 7.15 km y lo más razonable es construirlo paralelo para aprovechar el antiguo derecho de vía. La línea de conducción tendrá un diámetro de 12" y será de asbesto-cemento, clase A-7.

La planta potabilizadora se ampliará para tener capacidad adicional de producir 65 l.p.s.

PROYECTO: SOBREELEVACION PRESA JINUITE-TEPATITLAN.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE MILL. \$
Sobreelevación de 2.5 m. presa de Mampostería	m ³ .	17,177	1,965.00
Línea de conducción por gravedad diámetro 12" Q=65 l.p.s. A-7	km.	7.15	1,577.47
Ampliación Planta Potabilizadora actual	l.p.s.	65.0	<u>650.00</u> <u>4,192.47</u>

CUARTA ALTERNATIVA.

PROYECTO PRESA SAN PABLO-TEPATITLAN.

Se construirá la cortina de la Presa con 184,350 m³ de terraplén de materiales graduados.

Se propone construir una línea de conducción de 20" la cual trabajará por bombeo con un gasto de 180 l.p.s. y una longitud de 1,700 m.

El gasto resultante se bombeará mediante una estación de bombeo, la cual conducirá el volumen hasta un tanque de proyecto de 3,200 m³.

Se contempla la construcción del tanque de regularización de 3,200 m³, y a la salida del tanque se construirá una línea de conducción de 12" hasta la planta potabilizadora propuesta, esta línea tendrá una longitud de 300 m.

Se propone una planta potabilizadora al Oeste de la ciudad, esta planta será de tipo convencional como la existente y se construirá en dos etapas, la primera tendrá una capacidad para potabilizar 80.0 l.p.s. y en la segunda 100 l.p.s. para llegar a un total de 180 l.p.s.

PROYECTO: PRESA SAN PABLO-TEPATITLAN.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE MILL. \$
Presa San Pablo terrapién colocado	m ²	194,350	4,240.00
Línea de conducción por bombeo de 20" A-7.	km.	1.7	651.42
Estación de bombeo para 200 H.P. H = 70 m.	H P	200	650.00
Tanque regularización	m ²	3200	1,150.00
Línea de conducción por gravedad diámetro 12" Q= 180 l.p.s. A-7.	km	0.300	66.19
Planta Potabilizadora Propuesta	l.p.s.	180	<u>1,800.00</u> 8,557.61

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

QUINTA ALTERNATIVA.

PROYECTO PRESA EL TECOLOTE-TEPATITLAN.

El proyecto contempla la construcción de una presa de materiales graduados con 18,826 m³ de material.

En esta alternativa propone la construcción de una línea de conducción de 10" para conducir 40 l.p.s., esta línea trabajará por bombeo y unirá a la estación de bombeo con un tanque de proyecto de 600 m³.

Se ampliará la planta potabilizadora actual para recibir un incremento de volumen de 40.0 l.p.s.

PROYECTO: PRESA EL TECOLOTE-TEPATITLAN.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE MILL. \$
Presa de materiales graduados	m ³	18,826	433.00
Línea de conducción por bombeo diámetro 10" A-7 Q= 40 l.p.s.	Km	2.0	331.62
Tanque de regularización.	m ³	600	210.00
Estación de bombeo H=65 m	H.P.	65.0	205.00
Ampliación Planta Potabilizadora actual	l.p.s.	40.0	<u>225.00</u>
			1,404.62

SEXTA ALTERNATIVA.**PROYECTO MANANTIAL LAS HORMIGAS-TEPATITLAN.**

Para esta alternativa se propone la construcción de una obra para captar y almacenar el volumen del manantial, con el siguiente material, 690.0 m³ de mampostería y 49.0 m³ de concreto fc=200 kg/cm².

Además se construirá una estación de bombeo y una línea de conducción de 18", la cual trabajará por bombeo hasta el tanque de proyecto. También se construirá una línea de 16" que trabajará por gravedad y otro tanque de regulación para recibir las aguas a la entrada de la ciudad.

PROYECTO: MANANTIAL LAS HORMIGAS-TEPATITLAN.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE MILL. \$
Obra de captación. Mampostería 690.0 m ³ y 49.0 m ³ conc. f'c= 200	pza.	1	110.00
Línea de conducción por bombeo diámetro 18" A-C Q= 100 l.p.s. A-10	Km	4.7	1,926.89
Estación de bombeo	H.P.	102.0	322.00
Dos tanques de regulari- zación.	m ³	3500	1,220.00
Línea de conducción por gravedad diámetro 16" A-C Q= 100 l.p.s. A-7	Km	25.1	<u>7,198.70</u> 10,767.59

SEPTIMA ALTERNATIVA.

PROYECTO PRESA "LA RED"-TEPATITLAN.

Con esta alternativa se aprovecharán las aguas de la presa "La Red", ubicada al Sur de la Cabecera Municipal. Dicha presa tiene capacidad de 15'000,000 m³. El uso que se le da al agua de la presa es para riego agrícola, por lo que se tendrá que modificar el uso agrícola a régimen compartido (riego, abastecimiento de agua potable).

Para llevar a cabo su aprovechamiento para uso doméstico, se requiere construir una estación de bombeo en la obra de toma de la presa, para alojar equipos con capacidad total de 800 H.P., para trabajar con una altura de carga de 120 m.

Además debe construirse una línea de conducción de 24" con una longitud de 6 kms., desde la estación de bombeo antes mencionada hasta un tanque de regulación de proyecto.

Se construirá un tanque de regulación de mampostería y losas de concreto con capacidad de 7,000 m³.

Se construirá otra línea de conducción que trabajará por gravedad; del tanque de regulación de proyecto antes mencionado a una planta potabilizadora de proyecto, dicha línea tendrá una longitud aproximada de 10.0 km y un diámetro de 30".

Se construirá una planta potabilizadora al poniente de la ciudad, con capacidad inicial de 200 l.p.s. y preparación para posterior ampliación hasta 400 l.p.s.

PROYECTO: PRESA LA RED-TEPATITLAN.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE MILL. \$
Estación de bombeo para 120 m. de carga	H.P.	880	2,450.00
Línea de conducción por bombeo diámetro 24" A-14	Km	6.0	4,773.77
Tanque de regularización	m ³	7000	2,350.00
Línea de conducción por gravedad diámetro 30" asbesto cemento A-10	Km	10	10,378.33
Planta Potabilizadora propuesta	l.p.s.	400	<u>3,100.00</u> 23,052.10

A continuación se presenta un resumen de los proyectos de las siete alternativas, con la incorporación de los gastos de las fuentes potenciales descritas, las cuales se analizarán para definir las alternativas de costo mínimo.

	GASTO ESPERADO L.P.S.	GASTO ACUMULADO L.P.S
Gasto Actual.	243.0	
Proyecto Acuífero Arandas.	135.0	378.0
Proyecto Sobre-elevación Presa Carretas-Tepatitlán.	120.0	498.0
Proyecto Sobre-elevación Presa El Juhuite-Tepatitlán.	65.0	563.0
Proyecto Presa San Pablo.	180.0	743.0
Proyecto Presa Tecolote.	40.0	783.0
Proyecto Manantial Las Hormigas.	100.0	883.0
Proyecto La Red-Tepatitlán	400.0	1,283.0

LAS DIMENSIONES DE CORTINA PARA CADA OBRA DE CAPTACION SON LAS SIGUIENTES:

OBRAS DE CAPTACION	TIPO DE PROYECTO	COTA msnm	Lc m.	Hc m.	Ac m.	TALUD AMBOS	TIPO DE CORTINA	Q LPS
P. Jihuite	S/elev.	1900	350	2.5	3.0	(0:1)(1:1)	MAMP.	65
P. Sn Pablo	Nuevo	1780	250	25.0	10.0	2:1	M.G.	180
P. Carretas	S/elev.	1915	315	5.0	1.5	(0:1)(0.7:1)	MAMP.	120
P. Tecolote	Nuevo	1822	75	17.0	8.0	2:1	M.G.	40

M.G. = Materiales graduados

Hc = Altura de cortina

Lc = Longitud de cortina

Ac = Ancho de corona

Primero: Talud mojado

Segundo: Paramento seco.

OBRA DE CAPTACION	AC KM ²	PM mm	Vesc Mm ³	Va Mm ³	Caz Mm ³	Cu Mm ³	CT Mm ³
P. Jihuite	65.65	881.2	8.099	5.669	0.300	7.087	7.387
P. Sn Pablo	52.32	881.0	6.455	4.518	0.239	5.648	5.887
P. Carretas	39.27	881.0	4.845	3.391	0.179	4.239	4.418
P. Tecolote	12.07	881.2	1.489	1.042	0.055	1.303	1.358
P. La Red	205.00	880.0	34.400	24.080	1.300	12.600	15.000

Coefficiente de escurrimiento $C = 0.14$

A_c = Area de cuenca hidrológica en km^2

P_m = Precipitación media anual en mm.

V_{esc} = Volumen medio anual de escurrimiento en Mm^3

V_a = Volumen aprovechable anual Mm^3

C_{az} = Capacidad de azolves en Mm^3

C_u = Capacidad útil de la presa Mm^3

C_T = Capacidad total en Mm^3

El volumen de agua considerado debido a la sobreelevación de las presas será:

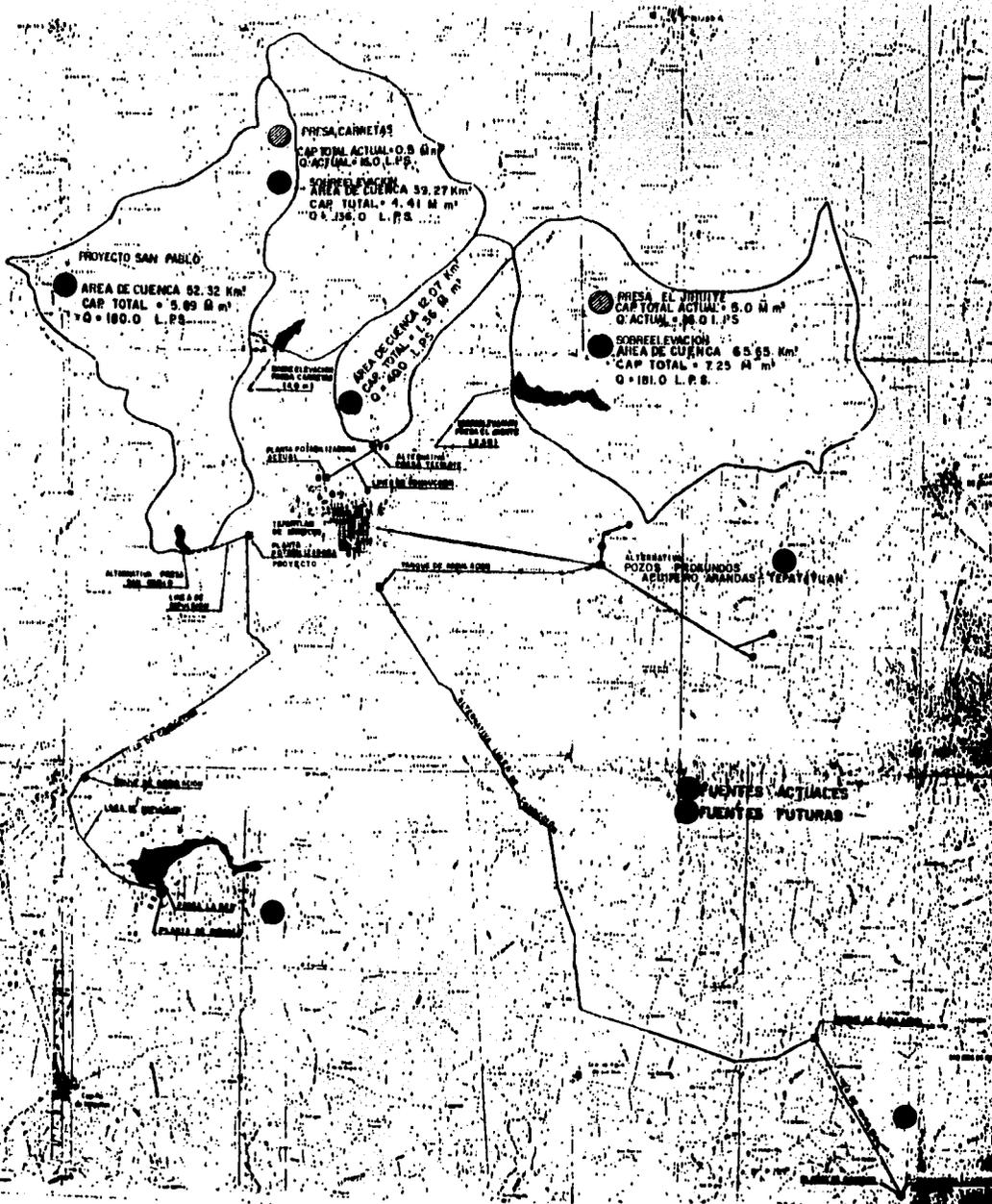
	CAPACIDAD Mm^3		C_u Mm^3	GASTO L.P.S.
	Hidrológica	actual		
P. Jihuite	7.387	5.000	2.087	65
P. Carretas	4.418	0.500	3.739	120

Las características presentadas se basan principalmente en los resultados que se obtuvieron con los Estudios Hidrológicos realizados para definir con mayor certeza el volumen medio anual de escurrimiento en las presas existentes como en las de proyecto.

CARACTERISTICAS DE COSTOS DE LAS OBRAS

P R O Y E C T O	CAPACIDAD Mm²	GASTO L.P.S.	ALTURA DE BOMBEO M.	COSTO DE OBRA MILL. \$
Posos profundos.	2.523	135	80	8,293.54
Sobre-elevación Presa Carretas.	3.739	120	-	3,515.00
Sobre-elevación Presa Jihuite.	2.087	65	-	3,131.00
Presa San Pablo- Tepatitlán.	5.648	180	70	8,196.50
Presa El Tecolote- Tepatitlán.	1.261	40	65	1,215.50
Manantial Las Hor- migas.	3.154	100	62	10,777.00
Presa La Red-Tepa- titlán.	12.614	400	120	22,650.00

FALLA DE ORIGEN



PRESA CARRETES
 CAP TOTAL ACTUAL = 0.5 M³/s
 Q ACTUAL = 16.0 L.P.S.

SORRELEVACION
 AREA DE CUENCA 39.27 Km²
 CAP TOTAL = 4.41 M³/s
 Q = 136.0 L.P.S.

PROYECTO SAN PABLO
 AREA DE CUENCA 82.32 Km²
 CAP TOTAL = 5.95 M³/s
 Q = 180.0 L.P.S.

AREA DE CUENCA 12.07 Km²
 CAP TOTAL = 1.36 M³/s
 Q = 40.0 L.P.S.

PRESA EL JOJUTE
 CAP TOTAL ACTUAL = 9.0 M³/s
 Q ACTUAL = 260.1 P.S.
SORRELEVACION
 AREA DE CUENCA 65.95 Km²
 CAP TOTAL = 7.25 M³/s
 Q = 181.0 L.P.S.

ALTERNATIVA POZOS PROFUNDOS

ALTERNATIVA POZOS PROFUNDOS

FUENTES ACTUALES
 FUENTES FUTURAS

3.2. SELECCION Y PREPARACION DE LOS COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS A EVALUAR.

Al sistema actual de abastecimiento de agua potable se le debe dar primeramente mantenimiento y hacer algunas rehabilitaciones en los aspectos de captación, conducción, estaciones de bombeo, potabilización, almacenamiento, regulación y distribución, para posteriormente iniciar la construcción de los proyectos que se seleccionarán. Con las acciones de rehabilitación se continuaría teniendo una capacidad de 243 l.p.s., suficientes para cubrir la demanda media actual, pero no cubriría las demandas de agua a futuro.

Con las acciones anteriores y pretendiendo la construcción de tres de las siete alternativas se tendría una producción suficiente para cubrir la demanda de agua hasta el año 2004. Es importante señalar que las tres alternativas se construirían como etapas hasta llegar a 720.0 l.p.s., ya que ninguna alternativa satisfaría en forma individual las demandas de agua de manera integral.

Habiéndose presentado en forma general las alternativas para el aprovechamiento de las fuentes, enseguida se jerarquizan los proyectos en función del costo, considerando para ello el costo de las obras así como gastos anuales de conservación, operación y mantenimiento.

Para desarrollar la Evaluación de Alternativas de Mínimo Costo se estimarán los costos de operación y mantenimiento de las alternativas presentadas; estos fueron desglosados en cuatro partidas principales como se presenta a continuación:

- Energía eléctrica
- Productos químicos
- Reparación y refacciones
- Sueldos y salarios

COSTOS ALTERNATIVA POZOS ACUIFERO ARANDAS-TEPATITLAN
(135 L.P.S.)

	1992	1993	1994	1995 2010
Costo de Inversión	6664.60	---	2600.56	---
Consumo de energía eléctrica	400.20	400.20	800.40	800.40
Consumo productos químicos	9.20	9.20	17.74	17.74
Reparación, refacciones y mantenimiento	7.20	7.20	14.40	14.40
Sueldos y salarios	3.70	3.70	3.70	3.70
T O T A L E S	7084.90	420.30	3432.86	836.24

Las consideraciones técnicas para estimar los costos en la primera alternativa para el abastecimiento fueron las siguientes:

Consumo de energía eléctrica:

En el año de 1992, con la perforación de dos pozos en el Acuífero Arandas-Tepatitlán, se incrementará el consumo de energía eléctrica del sistema en 1740,000 KW-H/año, con un costo de 400.20 millones de pesos a partir de este año.

1992-1993 Costo de energía. \$ 230.00/KW-H
Consumo de 1740,000 KW-H/AÑO
Costo de 400.20 millones por año.

En el año de 1994, con la perforación del tercero y cuarto pozo, se incrementará el consumo de energía eléctrica en el sistema en 1740,000 KW-H/año. Con un costo de 400.20 millones de pesos a partir de este año.

1994-2010 Consumo del tercero y cuarto pozo
Costo de 400.20 millones de pesos por año.
Consumo 1740,000 KW-H/año
 $400.20 + 400.20 = 800.40$ millones de pesos.

Costes per consumo de Productos Químicos.

Se iniciará la aplicación de Productos Químicos al volumen producido, en esta alternativa se aplicará cloro con una dosificación de 2 ppm., en el agua proveniente de los pozos.

Por lo tanto en el año de 1992, se clorará el gasto de 70 l.p.s. con un volumen anual de 2.2 millones de m³/año. el cual tendrá un consumo de cloro de 4.41 ton/año, con un costo anual de 9.20 millones de pesos.

1992-1993 Cloración en los dos primeros pozos.

Volumen 70 l.p.s.: 2.2 millones de m³ por año.

Dosificación 2 ppm. Costo kg. de cloro = 2,084.00

Consumo de 4.41 ton. = 9.20 millones de pesos por año

Costo consumo 1992 = 9.20 millones de pesos por año.

Con el mismo criterio se estima el consumo de cloro para el tercero y cuarto pozo arrojando el siguiente incremento de costos:

En el año de 1994, el tercero y cuarto pozo proporcionará un gasto de 66.00 l.p.s., con un consumo de cloro de 4.10 ton/año con un costo de 8.54 millones de pesos.

1994-2010 Cloración en el tercero y cuarto pozo.
Volumen 65.00 l.p.s. 2.04 millones de m³ por año.
Dosificación 2 ppm. Costo Kg. de cloro = 2,084.00
Consumo 4.1 ton. = 8.54 millones de pesos por año
Costo consumo 1994 = 9,20 + 8.54 = 17.74 millones de pesos por año.

Reparación, refacciones y mantenimiento.

En el año de 1992, se considera para este concepto un costo de 7.2 millones por año para los pozos que entrarán en operación.

1992-1993 Mantenimiento de dos pozos
Costo 7.2 millones de pesos por año.
Costo 1992 = 7.2 millones de pesos.

En el año de 1994 se contempla el incremento de costo por mantenimiento de dos pozos más.

1994-2010 Perforación del tercero y cuarto pozo
Costo 1994 = 7.2 + 7.2 = 14.4 millones de pesos.

Sueldos y salarios.

En este concepto se considera el siguiente criterio.

En el año de 1992, se considera un incremento de sueldos por la perforación de dos nuevos pozos, el costo para este concepto será de 3.7 millones de pesos por año, sueldo al año de un bombero.

1992-1993 Perforación de dos pozos

Costo 1992 = 3.7 millones de pesos

En el año 1994, se considera que con el incremento contemplado en 1992 es suficiente, por lo que en este año no se incrementa.

1994-2010 Perforación de pozos nuevos (se consideran en 1992)

Costo 1994 = no se incrementa = 3.7 millones de pesos

Sueldos y salarios.

En este concepto se considera el siguiente criterio.

En el año de 1992, se considera un incremento de sueldos por la perforación de dos nuevos pozos, el costo para este concepto será de 3.7 millones de pesos por año, sueldo al año de un bombero.

1992-1993 Perforación de dos pozos

Costo 1992 = 3.7 millones de pesos

En el año 1994, se considera que con el incremento contemplado en 1992 es suficiente, por lo que en este año no se incrementa.

1994-2010 Perforación de pozos nuevos (se consideran en 1992)

Costo 1994 = no se incrementa = 3.7 millones de pesos

COSTOS ALTERNATIVA SOBRE-ELEVACION PRESA CARRETAS-TEPATITLAN**(120.00 L.P.S.)****CONSIDERACIONES TECNICAS PARA LA ESTIMACION DE COSTOS EN EL PROYECTO PRESA "CARRETAS".**

	1992	1993	1994	1995: 2010:
Costo de Inversión	3578.56		423.00	
Consumo de energía eléctrica	271.44	271.44	465.33	465.33
Consumo productos químicos	120.34	120.34	206.22	206.22
Reparación, refacciones y mantenimiento	5.00	5.00	10.00	10.00
Sueldos y salarios	22.32	22.32	22.32	22.32
T O T A L E S	3997.66	419.10	1126.87	703.87

Consumo de energía eléctrica:

En el año de 1992, se incrementará el volumen en 70 l.p.s. por año respectivamente, por consiguiente se considera un incremento de consumo en conjunto de 1,180,177 KW-H/año. Con un costo de 271.44 millones de pesos en cada año.

1992-1993 Consumo de energía en la Planta Potabilizadora.
Costo de consumo 298.50 millones de pesos por año.
Consumo 1,180,177 KW-H/año
Costo 1992 = 271.44 millones de pesos.

En el año de 1994 se tendrá que incrementar la capacidad de la Planta esto incrementará el consumo de energía de manera similar a la anterior, en 842,984 KW-H/año, con un costo de 193.89 millones de pesos por año.

1994-1999 Costo 1994 = 271.44 + 193.89 = 465.33 millones de pesos.

Consumo de Productos Químicos.

En el año de 1992 se iniciará la aplicación de productos químicos en la nueva Planta Potabilizadora, los cuales son los siguientes:

La Planta Potabilizadora tendrá capacidad para 120 l.p.s. pero en este año solo potabilizará 70 l.p.s.

Dosificación cloro 4 ppm.	Costo 2000 \$/kg.
Sulfato de aluminio 45 ppm.	Costo 900 \$/kg.
Dosificación de cal 12 ppm.	Costo 500 \$/kg.

Gasto 70.0 l.p.s.

Volumen 2.21 millones de m³ por año.

Consumo de sulfato de aluminio 99.3 ton.

Costo 89.4 millones de pesos.

Consumo de cloro 8.84 ton.

Costo 17.68 millones de pesos.

Consumo de cal 26.52 ton.

Costo 13.26 millones de pesos.

1992-1993 Costo total 1992 = 89.4 + 17.68 + 13.26 = 120.34
millones de pesos.

Los costes de estos productos químicos en 1994 se incrementarán de la misma manera por el incremento de producción de agua en la Planta, ya que en ese año se producirán 120 l.p.s. Por lo tanto los costes son los siguientes cada año hasta el año 2010.

1994-2010 Gasto 120.0 l.p.s.

Volumen 3.78 millones de m³ por año

Consumo de sulfato de aluminio 170.3 ton.

Costo 153.3 millones de pesos.

Consumo de cloro 15.12 ton.
Costo 30.24 millones de pesos.

Consumo de cal 45.36 ton.
Costo 22.68 millones de pesos.

1994-2010 Planta Potabilizadora 120 l.p.s.
Costo total año 2000 = $153.3 + 30.24 + 22.68 = 206.22$
millones de pesos.

Reparación, refacciones y mantenimiento.

1992-1993 Planta Potabilizadora
Costo 5.0 millones de pesos por año.
Costo 1992 = 5.0 millones de pesos por año.

En el año de 1992, se considera un incremento de costos para este concepto de 5.0 millones de pesos.

Planta Potabilizadora
Costo 5.0 millones pesos al año.

1994-2010 Costo 2000 = $5.0 + 5.0 = 10.0$ millones de pesos al año.

Sueldos y salarios.

1992-1993 Operadores en la Planta Potabilizadora.

3 turnos, 2 personas más por turno.

**Sueldo auxiliar y bombero 310,000 pesos por mes a
cada uno = 11.16 millones de pesos por año.**

Costo 1992 = 22.32 millones de pesos por año.

**Este costo se considera suficiente para satisfacer este concepto
hasta el año 2010.**

1994-2010 Costo 1994 = 22.32 millones de pesos por año.

El mismo procedimiento se llevó a cabo para calcular los costos de todas las alternativas planteadas para hacer la Evaluación Económica, considerando la solución y que más se adapte a las necesidades de la población, proporcionando beneficios al menor costo.

El resumen de costos de las demás alternativas se presenta a continuación:

COSTO ALTERNATIVA SOBRE-ELEVACION PUESA JINJUTE (65 L.P.S.)

	1992	1993 2010
Costo de Inversión	4,192.47	
Consumo de energía eléctrica	554.36	554.36
Consumo productos químicos	111.74	111.74
Reparación, refacciones y mantenimiento	5.00	5.00
Sueldos y salarios	22.32	22.32
T O T A L E S	4,885.89	693.42

FRISA SAN PABLO-TEPATITLAN (100 L.P.S.)

	1992 (80 lps)	1993	1994 (180 lps)	1995 2010
Costo de Inversión	7332.61		1225.00	
Consumo de energía eléctrica	682.30	682.30	1535.16	1535.16
Consumo productos químicos	137.53	137.53	309.44	309.44
Reparación, refacciones y mantenimiento	5.00	5.00	15.00	15.00
Sueldos y salarios	22.32	22.32	22.32	22.32
T O T A L E S	8179.76	847.15	3106.92	1881.92

FRISA EL TEOLOTE-TEPATITLAN (40 L.P.S.)

	1992	1993 2010
Costo de Inversión	1,404.62	
Consumo de energía eléctrica	341.14	341.14
Consumo productos químicos	68.77	68.77
Reparación, refacciones y mantenimiento	5.00	5.00
Sueldos y salarios	22.32	22.32
T O T A L E S	1,841.85	437.23

MANANTIAL LAS HORNIGAS-TEPATITLAN (100 L.P.S.)

	1992 (100 lps)	1993 2010
Costo de Inversión	10787.59	
Consumo de energía eléctrica	316.75	316.75
Consumo productos químicos	13.80	13.80
Reparación, refacciones y mantenimiento	5.90	5.90
Sueldos y salarios	3.70	3.70
T O T A L E S	11107.74	340.15

PRESA "LA RED"-TEPATITLAN (200 L.P.S.)

	1992	1994	2000	2004
Costo de Inversión	18502.72	1387.50	3774.39	1387.50
Consumo de energía eléctrica	597.00	1450.00	2303.00	3328.40
Consumo productos químicos	120.34	292.95	484.18	636.07
Reparación, refacciones y mantenimiento	5.00	15.00	25.00	40.00
Sueldos y salarios	22.32	22.32	44.64	44.64
T O T A L E S	17247.38	3187.77	6811.19	5434.61

**RESUMEN DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA
COSTO DE LOS KV-H CONSUMIDOS POR CADA PROYECTO**

PROYECTO	KV-H FACTOR	No. HRS. /AÑO	KV-H TOTAL MILL.	PRECIO UNITA- RIO.	IMPORTE MILL. \$
Pozos Profundos.	0.745H	8760	4.35	230.00	1000.50
Presa Carretas.	0.745H	8760	5.19	230.00	1194.00
Presa Jihuite.	0.745H	8760	2.41	230.00	554.38
Presa San Pablo.	0.745H	8760	9.64	230.00	2217.48
Presa El Tecolote.	0.745H	8760	1.48	230.00	341.14
Manantial Las Hormigas.	0.745H	8760	2.30	230.00	527.92
Presa La Red.	0.745H	8760	33.38	230.00	7678.40

COSTO DEL SULFATO DE ALUMINIO, CAL Y CLORO POR CADA PROYECTO.

PROYECTO	GASTO L.P.S.	VOLUM. Mm ³	KG/M ³	\$/KG	COSTO MILL. \$	SUSTANCIA QUINICA
Pozos Profundos.	105	3.153	0.002	2084	13.80	Cloro
Sobre-elevación Presa Carretas.	120	3.784	0.045	900	153.30	Sulfato Al.
		3.784	0.004	2084	30.24	Cloro
		3.784	0.012	500	22.88	Cal
Sobre-elevación Presa-Jihuite.	65	2.050	0.045	900	83.03	Sulfato Al.
		2.050	0.004	2084	17.09	Cloro
		2.050	0.012	500	12.30	Cal
Presa San Pablo.	180	5.670	0.045	900	229.64	Sulfato Al.
		5.670	0.004	2084	47.27	Cloro
		5.670	0.012	500	34.02	Cal
Presa El Tecolote.	40	1.281	0.045	900	51.07	Sulfato Al.
		1.281	0.004	2084	10.51	Cloro
		1.281	0.012	500	7.57	Cal
Manantial Las Hormigas.	100	3.153	0.002	2084	13.14	Cloro
Presa La Red.	400	12.614	0.045	900	510.87	Sulfato Al.
		12.614	0.004	2084	105.15	Cloro
		12.614	0.012	500	75.68	Cal

4.3. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MINIMO COSTO.

El Método del Valor Presente es uno de los criterios más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión, el cual consiste en determinar la equivalencia en el tiempo de los flujos de efectivo futuros de un proyecto y comparar esta equivalencia con la inversión inicial.

Para comprender mejor la definición anterior a continuación se muestra la fórmula utilizada para evaluar el valor presente de los flujos generados por un proyecto de inversión.

$$VPC = \sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}$$

donde:

VPC = Valor Presente de los Costos.

Ct = Flujo de efectivo del periodo t.

n = Número de periodos de vida del proyecto t.

i = Tasa de recuperación mínima atractiva.

La fórmula anterior tiene una serie de características que la hacen apropiada para utilizarse como base de comparación capaz de resumir las diferencias más importantes de los costos que se derivan de las diferentes alternativas de inversión disponibles.

Para ilustrar cómo el Método del Valor Presente se aplicó al análisis y evaluación del proyecto de la primera alternativa, a continuación se describe numéricamente el ejemplo de la primera alternativa donde: $n = 19$ años, $i = 12\%$.

$$\begin{aligned}
 \text{VPC} = & \frac{7084.9}{(1 + 0.12)^1} + \frac{420.30}{(1.12)^2} + \frac{3432.86}{(1.12)^3} + \frac{832.3}{(1.12)^4} + \frac{832.3}{(1.12)^5} \\
 & + \frac{832.3}{(1.12)^6} + \frac{832.3}{(1.12)^7} + \frac{832.3}{(1.12)^8} + \frac{832.3}{(1.12)^9} + \frac{832.3}{(1.12)^{10}} \\
 & + \frac{832.3}{(1.12)^{11}} + \frac{832.3}{(1.12)^{12}} + \frac{832.3}{(1.12)^{13}} + \frac{832.3}{(1.12)^{14}} + \frac{832.3}{(1.12)^{15}} \\
 & + \frac{832.3}{(1.12)^{16}} + \frac{832.3}{(1.12)^{17}} + \frac{832.3}{(1.12)^{18}} + \frac{832.3}{(1.12)^{19}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{VPC} = & 6325.8 + 335.06 + 2443.44 + 528.94 + 472.27 + 421.67 + \\
 & 376.49 + 336.15 + 300.14 + 267.98 + 239.27 + 213.63 + \\
 & 190.74 + 170.3 + 152.08 + 135.77 + 121.2 + 108.23 + 96.64
 \end{aligned}$$

$$\text{VPC} = 13,235.80$$

Así se llevó a cabo con la ayuda de sistemas computarizados, el análisis y evaluación de las alternativas planteadas, llegando a los resultados que se presentan en los cuadros siguientes:

EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MINIMO COSTO.

1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
58655																
60341																
0.00																
0.00																
91080																
2.60056	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40
13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40
3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30
3.43286	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30	632.30

1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
423.00																
423.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33	465.33
206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22	206.22
10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32
703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87
1.12687	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87	703.87

1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36	554.36
111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74	111.74
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32
693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42
693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42	693.42

FALLA DE ORIGEN

SEPTIMA ALTERNATIVA		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1 COSTOS DE INVERSION												
	Estacion de bombeo	612.50		612.50								612.50
	Línea de conducción bombeo de 24"	2,385.89										2,385.89
	Tanque de regularización	2,350.00		0.00								0.00
	Línea de conducción gravedad 30"	10,378.33										0.00
	Planta potabilizadora	775.00		775.00								775.00
	Subtotal	16,502.72	0.00	1,387.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,774.39	0.00
2 COSTOS OPERACIONALES												
	Consumo de Energía Eléctrica	597.00	597.00	1,450.00	1,450.00	1,450.00	1,450.00	1,450.00	1,450.00	2,303.00	2,303.00	2,303.00
	Consumo Productos Químicos	120.34	120.34	292.95	292.95	292.95	292.95	292.95	292.95	484.16	484.16	484.16
	Mantenimiento y Materiales	5.00	5.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	25.00	25.00	25.00
	Sueldos y Salarios	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	44.64	44.64	44.64
	Subtotal	744.66	744.66	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	2,836.60	2,836.60	2,836.60
	FLUJOS ANUALES ALTERNATIVA VII	17,247.38	744.66	3,167.77	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	6,611.19	2,836.60	2,836.60

	TASA DE DESCUENTO:	12.00%		GASTO (ps)	COSTO UNITARIO (\$/ps)	ORDEN
	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ALTERNATIVA I:	13,235.8		135	98.04	3ro.
	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ALTERNATIVA II:	8,199.5		120	68.33	1ro.
	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ALTERNATIVA III:	8,850.9		65	136.17	7mo.
	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ALTERNATIVA IV:	19,531.9		180	108.51	5to.
	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ALTERNATIVA V:	4,125.5		40	103.14	4to.
	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ALTERNATIVA VI:	12,119.4		100	121.19	6to.
	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ALTERNATIVA VII:	32,715.5		400	81.79	2do.

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008	2010
	612.50						612.50				612.50						
	0.00						2,366.89										
	775.00						0.00				775.00						
00	1,387.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,774.39	0.00	0.00	0.00	1,387.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	1,450.00	1,450.00	1,450.00	1,450.00	1,450.00	1,450.00	2,303.00	2,303.00	2,303.00	2,303.00	3,326.40	3,326.40	3,326.40	3,326.40	3,326.40	3,326.40	3,326.40
34	292.95	292.95	292.95	292.95	292.95	292.95	464.16	464.16	464.16	464.16	636.07	636.07	636.07	636.07	636.07	636.07	636.07
00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	25.00	25.00	25.00	25.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
32-	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	22.32	44.64	44.64	44.64	44.64	44.64	44.64	44.64	44.64	44.64	44.64	44.64
65	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	2,836.80	2,836.80	2,836.80	2,836.80	4,047.11	4,047.11	4,047.11	4,047.11	4,047.11	4,047.11	4,047.11
65	3,167.77	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	1,780.27	6,611.19	2,836.80	2,836.80	2,836.80	5,434.61	4,047.11	4,047.11	4,047.11	4,047.11	4,047.11	4,047.11

GASTO (lps)	COSTO UNITARIO (\$/lps)	ORDEN
135	68.04	3ro.
120	66.33	1ro.
65	136.17	7mo.
180	106.51	5to.
40	103.14	4to.
100	121.19	6to.
400	61.70	2do.

FALLA DE ORIGEN

Después de haber realizado la Evaluación de Alternativas de Mínimo Costo, con una tasa de descuento del 12% y haber calculado el costo \$/l.p.s. aportado de agua potable, se llegó a la determinación de que la alternativa de Sobreelevar la Cortina de la Presa Carretas es la que presenta mayores ventajas dado que actualmente cuenta con la infraestructura necesaria para el manejo del agua. Sin embargo se requiere obligadamente de contar con una nueva fuente de abastecimiento.

En segundo lugar se presenta la alternativa del proyecto Presa La Red, esta alternativa finalmente se descarta por considerarse como un recurso de emergencia para la ciudad de Guadalajara en vista del compromiso del Señor Presidente de la República.

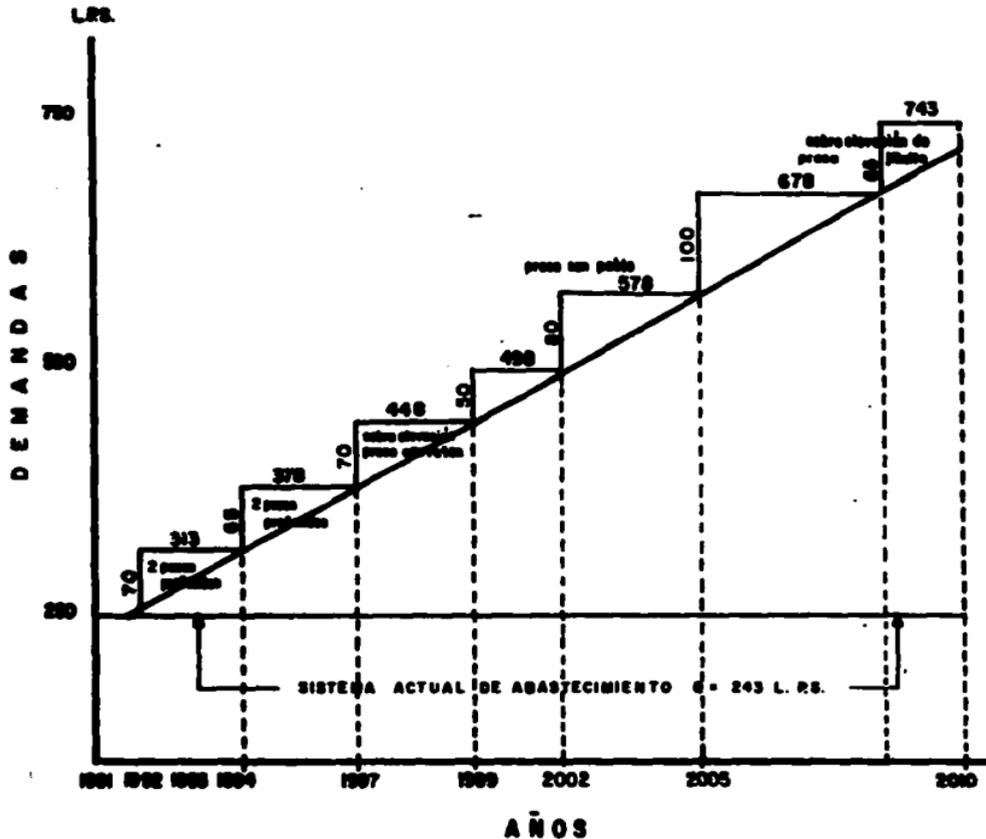
Continúa en tercer sitio la alternativa de perforar pozos en el acuífero Arandas-Tepatitlán. Con el gasto de esta alternativa se cubren las demandas de agua actuales y futuras hasta el año 1996.

En cuarto lugar resultó la Presa el Tecolote, dado que el beneficio es mucho menor que las demás alternativas ésta se descarta.

La Presa San Pablo se ubica en quinto lugar, es cierto que en esta alternativa sus costos son altos pero también el volumen aportado.

ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO PARA TEPATITLAN, JAL.

PERIODO EN QUE DEBEN INCORPORARSE LAS FUENTES.



CAPITULO V

DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

5. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS.

Una vez seleccionados los proyectos se presenta la descripción general de las obras más importantes para el abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Tepatitlán de Morelos, Jal., iniciando primeramente con acciones de fortalecimiento del sistema actual antes de llevar a cabo la construcción de las alternativas elegidas.

- Rehabilitación de las instalaciones eléctricas y civiles de los pozos existentes.
- Mantenimiento preventivo de los equipos de bombeo.
- Mantenimiento de las tuberías de descarga y reparación de las fugas que se tengan en el tron de piezas especiales.
- Revisión de las piezas para control del golpe de ariete.
- Revisión de las condiciones de operación de las líneas de conducción de los pozos a los tanques.
- Rehabilitación de todos los equipos de la Planta Potabilizadora
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas y civiles de la Planta Potabilizadora.
- Debe considerarse una revisión exhaustiva de las condiciones de operación de la Planta Potabilizadora.
- Protección de las instalaciones de dos pozos profundos.
- Mantenimiento a los tanques existentes.

- Llevar a cabo estudios de pitometría y de detección de fugas a fin de mejorar la eficiencia en la operación del sistema.
- Debido a que los niveles de cobertura del sistema de agua potable no alcanza el 100%, es conveniente incorporar la ampliación de red.
- Seccionar zonas de presión mediante instalación de válvulas.
- Instalación de micromedidores en el 100% de las tomas.

A continuación se hace una descripción general de las obras que se requieren en el proyecto, resaltando las características principales de cada uno de ellos.

El planteamiento de la solución presenta el abastecimiento por varios puntos de la ciudad y por consiguiente cuatro zonas, las cuales estarán separadas por válvulas para que en determinado momento que una fuente deje de operar podría abastecerse mediante la operación de válvulas.

PROYECTO PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS EN LA ZONA DEL ACUIFERO ARANDAS-TEPATITLAN.

El Proyecto consistirá en construir cuatro pozos localizados a unos 10 km. al sureste de Tepatitlán, con profundidad de 350 m. y gasto de 30 a 35 l.p.s. c/u, interconectados para así ofrecer 135 l.p.s. en total, las interconexiones llegarán a un tanque de regularización de 3,500 m³ y de éste con una línea de conducción de 8 km. de longitud y 18" de diámetro de asbesto-cemento, clase A-7 para entregar el volumen al tanque de la zona baja de la ciudad, después directamente a la red de distribución previa revisión de la misma.

Para el primer pozo de proyecto se tiene contemplada su perforación en el lugar llamado "El Aguacate" al Este de la ciudad. El pozo será perforado a una profundidad aproximada de 350 m.; y se espera extraer un gasto de 35 l.p.s., de este pozo se conducirá el gasto por medio de una línea de conducción de 12" de diámetro de asbesto-cemento, con una longitud aproximada de 6.5 km hasta el tanque de regularización de proyecto, el cual será de tipo superficial, construido con mampostería de piedra, losa y tapa de concreto reforzado, la capacidad de este tanque será de 3,500 m³, de este tanque se alimentará a la población mediante una línea de 18" de diámetro de asbesto-cemento clase A-7 con longitud de 6,000 m., la cual llegará al tanque de la zona baja y de ahí se abastece a la red existente de 8" de diámetro.

Para el segundo pozo de proyecto se tiene contemplada su perforación en un terreno ubicado al norte del tanque de proyecto. Este pozo será perforado a una profundidad de 350 m. y su descarga se conectará con una línea de 10" con una longitud de 750 m hasta el tanque de proyecto para trabajar por gravedad directo a la ciudad.

El tercer pozo se perforará cercano al pozo No.2 de proyecto, también se perforará a una profundidad de 350 m y se conectará a la línea del pozo No.2 que irá al tanque de proyecto, con una tubería de 8" de diámetro y longitud de 500 m.

El cuarto pozo se perforará al norte del primer pozo y se conectará a la línea de éste, tendrá profundidad de 350 m y se conectará con tubería de 8" de diámetro y longitud de 1250 m.

El equipamiento de los pozos se diseñará para extraer un promedio de 35 l.p.s. y comprenderá equipamiento, subestación eléctrica y obra civil.

PROYECTO SOBRE-ELEVACION PRESA CARRETAS-TEPATITLAN.

El funcionamiento hidráulico de esta alternativa será igual al que tiene en la actualidad como se presenta en la descripción de la infraestructura existente, quedando por describir solo la obra de elevación de la cortina en cinco metros de altura con 15,322 m³ de mampostería y la ampliación de la Planta Potabilizadora.

Se construirá una línea de conducción de 14" de diámetro de asbesto-cemento clase A-7 con una longitud de 4,800 m.

Se tiene contemplada la ampliación de la planta de acuerdo al proyecto original y se construirá en dos etapas para cubrir un gasto total de 120 l.p.s. o sea 70 y 50 l.p.s. cada una.

En esta obra se contemplará la construcción de los siguientes conceptos:

- Clarificador
- Filtros
- Tanque de aguas cloradas
- Cárcamo de bombeo de 200 m³
- Tanque de regularización de 2,000 m³
- Dos dosificadores Wallace and Thiernan modelo 44-125
- Un dosificador Wallace and Thiernan modelo IV-75

Estos elementos se construirán con algunas recomendaciones del organismo operador, ya que con su experiencia en la operación del primer modelo sabrán mejorar la eficiencia de la planta en conjunto.

PROYECTO PRESA SAN PABLO-TEPATITLAN.

Se construirá la cortina de la Presa con 184,350 m³ de terraplén.

Se construirá una línea de conducción de 20" de diámetro de asbesto-cemento clase A-7, que trabajará por bombeo con un gasto de 180 l.p.s. y una longitud de 1,700 m.

Se construirá una estación de bombeo para 200 H.P. y altura de carga de 70 m para conducir el volumen hasta un tanque de proyecto.

Se construirá un tanque de regularización de mampostería con losas de concreto, con capacidad de 3,200 m³.

De la salida del tanque se construirá una línea de conducción hasta la planta potabilizadora propuesta, esta línea será de asbesto-cemento, con diámetro de 12" clase A-7, con una longitud de 300 m.

Se construirá una planta potabilizadora al Oeste de la ciudad, esta planta será de tipo convencional como la existente y se construirá en dos etapas, en la primera se tendrá una capacidad para potabilizar 80.0 l.p.s. y en la segunda 100 l.p.s. para llegar a un total de 180 l.p.s.

COSTOS ALTERNATIVAS ELEGIDAS

	1992	1994	1997	2000	2002	2005
Costo de inversión proyecto pozos Acuífero Arandas.	6664.60	2800.56				
Consumo de Energía Eléctrica.	400.20	800.40	800.40	800.40	800.40	800.40
Consumo de Produc- tos Químicos.	9.20	17.74	17.74	17.74	17.74	17.74
Reparación, refac- ciones y manteni- miento.	7.20	14.40	14.40	14.40	14.40	14.40
Sueldos y Salarios.	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
Costos de inversión proyecto Presa - Carretas-Tepatitlán.			3578.56	423.00		
Consumo de Energía Eléctrica.			271.44	465.33	465.33	465.33
Consumo de Produc- tos Químicos.			120.34	206.22	206.22	206.22
Reposición, refac- ciones y manteni- miento.			5.00	10.00	10.00	10.00
Sueldos y Salarios.			22.32	22.32	22.32	22.32
Costo de inversión proyecto Presa San Pablo-Tepatitlán					7332.61	1225.0
Consumo de Energía Eléctrica.					682.3	1535.16
Consumo de Produc- tos Químicos.					137.53	309.44
Reparación, refac- ciones y manteni- miento.					5.00	15.00
Sueldos y Salarios.					22.32	22.32
	7084.90	3432.86	4833.90	1126.87	9719.87	4647.0

5.2. PROGRAMACION DE OBRAS Y REQUERIMIENTOS DE INVERSION.

Las obras descritas se han programado para construirse de tal forma que el balance oferta-demanda sea lo más equilibrado posible; dicha programación corresponde a la primera alternativa planteada y se presenta a continuación:

PROGRAMA DE INVERSION ALTERNATIVA SELECCIONADA

CONCEPTO	1991	1992	1993	1994	1995
AGUA POTABLE					
Perforación de cuatro pozos profundos.		886.55		886.55	
Equipamiento de cuatro pozos incluye electrificación y equipamiento.		803.42		803.41	
Línea de conducción de tanque de proyecto a la ciudad de 18".		2172.30			
Tanque de regularización.		1181.00			
Líneas de interconexión de pozos.		1641.33		910.60	
		<u>6664.60</u>		<u>2600.56</u>	

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las presentes conclusiones y recomendaciones son el resultado de las experiencias adquiridas en la elaboración de este estudio y a lo largo de varios años de práctica, las cuales permiten conocer los elementos de juicio necesarios para obtener un criterio que permita llegar a lo siguiente:

Establecer las bases necesarias para el desarrollo de los proyectos de abastecimiento de agua potable, basándose en las características generales de la población, en los estratos sociales de sus habitantes, así como del análisis de los sectores productivos, lo que permitirá conocer la situación económica prevalecte en la localidad.

La situación actual del sistema de agua potable y alcantarillado y las perspectivas de desarrollo de la ciudad de Tepatitlán de Morelos, hacen necesaria la realización de un eficiente sistema de agua potable, utilizando al máximo la infraestructura existente.

Lo anterior, genera la necesidad de que se requiera en forma permanente del auxilio del Gobierno del Estado, del Sistema de Agua potable para el Estado de Jalisco (SAPAJAL) en Guadalajara y de la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua.

Las condiciones físicas del sistema de agua potable son muy deficientes debido a que no existe ningún tipo de mantenimiento preventivo para las instalaciones.

La cobertura del suministro de agua potable es del orden del 85 % con la red de agua potable y del 80 % para alcantarillado.

Además de lo anterior, no se cuenta con un padrón de usuarios confiable, el 90 % de los usuarios no tiene medidor, se factura básicamente con cuota fija; no existen campañas de concientización hacia los usuarios para mostrarles el valor real del recurso.

Es imprescindible consolidar al organismo operador e implantar las acciones de control de pérdidas y uso eficiente del agua, dentro del contexto de desarrollo institucional, con el objeto de, entre otras cosas, atender la demanda de agua potable y mejorar la eficiencia técnica, operativa y financiera del sistema hidráulico.

Es importante considerar el crecimiento de la población y el comportamiento presentado en décadas anteriores en cuanto a índices de tasas de crecimiento y a la aparición de asentamientos humanos, los cuales en algunos casos se integran a la mancha urbana.

Las proyecciones de las demandas por servicios, es un aspecto crucial en la preparación de estudios de factibilidad y merece toda la atención de los responsables en la preparación del proyecto.

El consumo medio per cápita varía mucho en ocasiones de una ciudad a otra. Ello se debe probablemente en parte al uso de distintas definiciones de consumo medio, aunque hay que tener también en cuenta que el consumo doméstico depende, entre otras cosas, del nivel de vida, el clima, el costo del agua, la existencia o inexistencia de medidores de agua, la calidad del agua y la disponibilidad de alcantarillado.

Determinar las cantidades de agua consumida por los diferentes consumidores, industriales, instituciones públicas, comercios, consumo domésticos y otros que existan. Las estadísticas precisas pueden ser difíciles de obtener, pero una información aunque gruesa será siempre mejor que una discusión general.

La demanda de agua depende de factores tales como la importancia numérica de la población servida, el ingreso personal y su distribución, la educación, la densidad de la vivienda, el importe de las tarifas, el porcentaje de control con contadores y la distribución por categorías de las conexiones individuales.

Las estimaciones de demanda futura de incluir los consumos en las diferentes categorías de usuarios como son el doméstico, industrial y comercial. De ser posible en la demanda doméstica, la diferenciación por categoría de consumidores según el nivel de ingreso. La demanda de agua potable debe ser analizada y presentada gráficamente para el pasado, el presente y el futuro.

En la estimación de agua producida se deberá incluir un porcentaje razonable de agua no contabilizada, previniendo la reducción de agua por las pérdidas físicas existentes.

La oferta de las fuentes de abastecimiento de agua potable actual (243 lps) es superior a la demanda de agua potable para la población (212.4 lps) en condiciones normales se tiene un superávit pequeño, pero la realidad es que existe un déficit para este año provocado por el gran porcentaje de pérdidas físicas de agua y claudestinidad, las cuales llegan a ser hasta del 53.11 %.

La información disponible deberá ser complementada si es posible con información que proporcione alguna encuesta acerca de la población actual, consumos reales, así como las zonas de distribución de acuerdo al nivel de vida de la población.

Para el estudio de la cantidad y calidad de los recursos hidráulicos disponibles y el potencial de aguas superficiales y subterráneas en el área del proyecto, deberá considerarse información institucional, tal como: los estudios realizados al respecto por alguna dependencia gubernamental.

El planteamiento de las opciones de solución para la rehabilitación y ampliación de las fuentes de abastecimiento de agua potable debe hacerse con base en la información de los capítulos antecedentes y a partir de las siguientes consideraciones de trabajo:

- El inventario de la infraestructura existente se hace mediante investigaciones de campo que sean cotejadas con la información disponible en las dependencias oficiales.
- La determinación del estado de conservación de las obras e instalaciones que conforman los sistemas en operación debe hacerse a partir de la información proporcionada por el personal técnico del Organismo que opera el sistema y con base en investigaciones y verificaciones de campo.
- En una primera etapa del proyecto, exclusivamente se hacen las proporciones, los dimensionamientos y el análisis de los sistemas hidráulicos alternativos para rehabilitar y ampliar las fuentes de abastecimiento de la ciudad.

- Los presupuestos de obra se determinan mediante la aplicación de precios índice estimados. Los precios índice se integran tomando como base los precios vigentes en la localidad para la realización de trabajos similares.

- Los precios correspondientes al suministro de tuberías y equipos de bombeo se establecen con base en las cotizaciones hechas directamente por los proveedores potenciales.

- El cálculo de las cantidades de obra principales, se hacen utilizando como generadores de obra los planos escala que sean integrados a partir de la información recopilada en las dependencias oficiales.

- El planteamiento de las alternativas se apoyará básicamente en soluciones que permitan resolver la problemática de acuerdo a las condiciones de abastecimiento y al estado de conservación de la infraestructura de abastecimiento, que a su vez muestren las ventajas y desventajas de las obras que se proponen, para mejorar o ampliar los servicios del sector durante el horizonte de planeación adoptada.

- De acuerdo a la demanda de la población determinar la cobertura del servicio, se hacen proyecciones para determinar los requerimientos de agua potable a corto, mediano y largo plazo.

- El objetivo principal es de conocer la existencia de mantos acuíferos o aguas superficiales que permitan en un momento dado la explotación para el abastecimiento de la localidad, refiriendo su capacidad de productividad de las probables fuentes de abastecimiento, señalando las mejores para integrarlas al estudio de alternativas.

- Todas las alternativas deberán ser explicadas y descritas en forma detallada con resultados resumidos con referencia a toda la información disponible, llegando a dimensionamientos que permitan justificar técnicamente los costos de las obras determinantes del estudio.

- Aprobadas las alternativas a analizar y considerando que el beneficio sería común para cada una de ellas, se procede a determinar la alternativa de mínimo costo, de acuerdo con el método de evaluación que se considere conveniente, obteniendo indicadores de costo por volumen producido.

- En caso de que en el estudio de alternativas resultasen más de una alternativa como óptimas y muy cercanas entre sí, éstas deberán llevarse a nivel de anteproyecto, para que el proyecto definitivo muestre sus componentes principales conteniendo las alternativas óptimas para alcanzar las proyecciones de demanda de los objetivos propuestos.

BIBLIOGRAFIA.

Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana. Editorial Facultad de Ingeniería U.N.A.M.

Estudio preliminar para la identificación de las fuentes de abastecimiento para la ciudad de Tepatitlán, Jal.
Comisión Nacional del Agua, C.N.A.
Gerencia Estatal, Estado de Jalisco.
México 1990.

Catálogo General de Precios Unitarios para la construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.
Subgerencia de Costos y Precios Unitarios.
Comisión Nacional del Agua.
México 1990.

Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión.
Raul Coss Bu.
Editorial Limusa.
México 1992 (2a Edición).

Análisis y Administración del Riesgo.
Evaluación de Proyectos.
Editorial McGraw - Hill.
México 1991 (2a Edición).

XI Censo General de Población y Vivienda.
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
I.N.E.G.I. Estado de Jalisco.
Resultados definitivos
México 1990.

Redacción.
Antonio Miguel Saad.
Editorial Continental.
México 1982 (1a Edición).