

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL Y SIN PROYECTO

2.1 Fuentes de captación y funcionamiento general del sistema

El agua potable para la ciudad de Puebla proviene de dos fuentes de captación: la primera, está compuesta por pozos profundos que se encuentran distribuidos en la totalidad de la mancha urbana, mismos que extraen el agua del acuífero de la ciudad. La segunda, se constituye por obras de captación construidas fuera del acuífero de la ciudad, como son los pozos que abastecen a los acueductos Nealtican y Norponiente.⁵ El acueducto Nealtican se encuentra en operación desde 1995 y conduce agua proveniente de 10 pozos que se abastecen de las infiltraciones de los deshielos del volcán Iztacihuatl, la producción actual de estos pozos es de 411 lps. El acueducto Norponiente se encuentra actualmente en construcción y entrará en operación a finales de 1997. Este acueducto se abastecerá del agua extraída de dos zonas de captación: i) pozos Hylsa y distribuidor vial y ii) pozos Xotla. Asimismo, en caso necesario, se podrá contar con agua de la zona de San Martín Texmelucan, en donde existen algunos pozos ya perforados con capacidades de 100 lps cada uno. Tomando en cuenta estas fuentes, se tiene proyectado que el acueducto Norponiente suministre a la ciudad alrededor de 1,000 lps.

Una vez que entre en operación el acueducto Norponiente, la producción total del sistema será de 4,502 lps, obtenidos de 181 pozos profundos.⁶ De este volumen, 3,091 lps se extraerán del acuífero de la ciudad de Puebla y los restantes 1,411 lps, de acuíferos externos. Cabe señalar que en los próximos años, de mantenerse el ritmo actual de extracción en los pozos localizados en la ciudad, el nivel del manto acuífero continuará disminuyendo a un ritmo aproximado de 5 metros anuales y aumentarán las posibilidades de infiltración de aguas sulfurosas. Lo anterior, traerá consigo mayores costos por la mayor profundidad de extracción y el tratamiento necesario de las aguas sulfurosas.

El sistema de agua potable de la ciudad de Puebla se constituye por cuatro subsistemas o sectores operativos: Constancia, San Baltazar, Loreto y San Rafael. Si bien anteriormente estos subsistemas operaban en forma independiente, en el momento actual se avanza hacia un sistema único, a

-
5. Estos pozos, al igual que los asentados en la ciudad de Puebla, se abastecen de agua proveniente de los deshielos volcánicos; sin embargo, se ubican en cuencas hidrológicas distintas, por lo que su explotación no afectará al manto acuífero de la metrópoli.
 6. Información proporcionada por la Dirección de Operación del S.O.A.P.A.P.

partir de la interconexión de las áreas de influencia de los cuatro subsistemas mediante un acueducto periférico o acuaférico, como se puede observar en la figura 2.1.

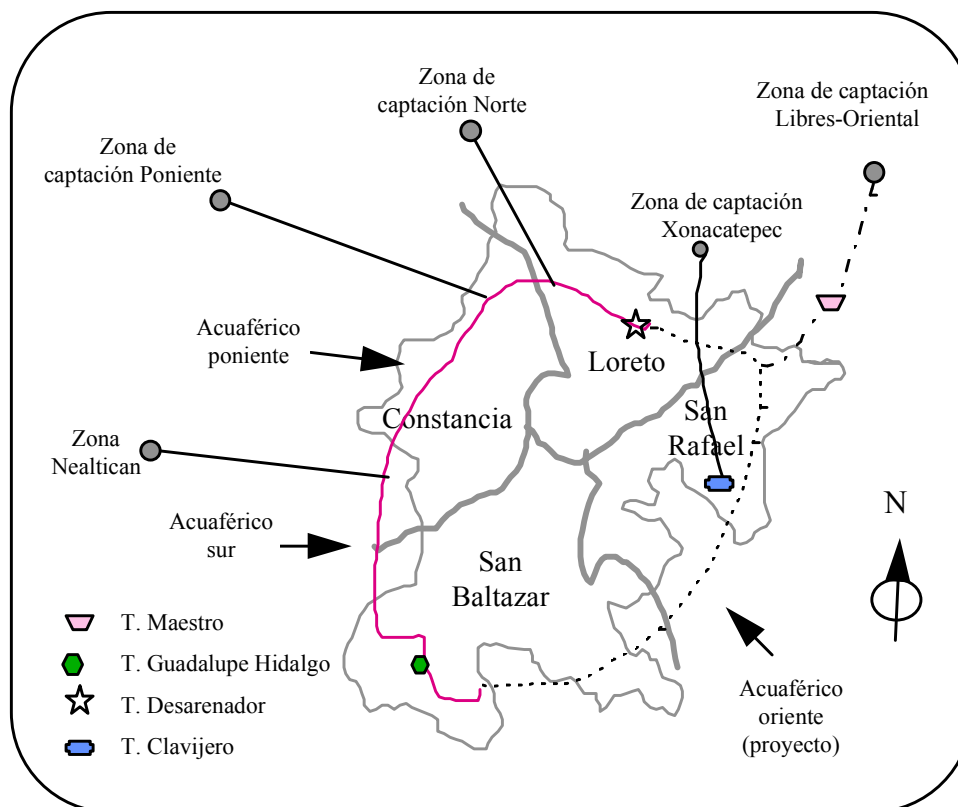


Figura 2.1 Área de influencia y operación del S.O.A.P.A.P.

Este acuaférico se encuentra actualmente en construcción y tiene como principal objetivo distribuir el agua proveniente de fuentes de captación externas, así como redistribuir agua de ciertas zonas hacia otras en caso de escasez temporal. La longitud total proyectada de este acueducto periférico es de 65 kms., 35 de los cuales estarán concluidos a principios de 1998. La capacidad de conducción es variable (de 500 a 2,000 lps), ya que el agua se irá entregando a los diferentes tanques conectados.

Cabe señalar que el acuaférico conducirá agua directamente a tanques elevados para su posterior distribución a las colonias ya que las redes primaria y secundaria no tienen la suficiente capacidad para conectarse directamente al acuaférico.

El acuaférico se compone de cuatro tramos. El *tramo sur*, actualmente en operación, que conecta al acueducto Nealtican con los tanques Guadalupe Hidalgo y San Manuel en el subsistema San Baltazar. El *tramo poniente*, actualmente en construcción, que conducirá agua proveniente del acueducto Norponiente hacia el sur para surtir al sector Constancia y conectarse con el tramo sur. El *tramo norte*, también en construcción, conducirá agua del acueducto Norponiente hacia el tanque desarenador al norte de la ciudad, para la posterior distribución del agua hacia los sectores Loreto y San Rafael. El *tramo oriente*, cuya construcción se realizaría como parte del acueducto Libres-Oriental, conduciría el agua proveniente de esta fuente, a través de un primer ramal hacia el tanque desarenador para su conexión con el tramo norte del acuaférico y, por un segundo ramal que correría de este a sur, circundando parte de la ciudad, hasta conectarse con el tanque Guadalupe Hidalgo ubicado en el subsistema San Baltazar y cerrar así el acuaférico.

Este sistema en su situación óptima, operará con los siguientes flujos:

- Del acueducto Nealtican hacia el sur por gravedad hasta San Baltazar.
- Del acueducto Norponiente hacia el sur por gravedad a través del tramo poniente hacia el subsistema Constancia, con la posibilidad de seguir hacia San Baltazar, con la simple apertura de válvulas.
- Del acueducto Norponiente hacia el oriente, a través de su tramo norte, por gravedad hasta una estación de bombeo y de ahí, por rebombeo al tanque desarenador para su posterior distribución a los subsistemas Loreto y San Rafael.

Cabe señalar que, en caso necesario, el agua podrá enviarse en sentido contrario a los flujos mencionados por medio de rebombes.

A principios de 1998, el acuaférico tendrá un 54% de avance, pero podrá conducir agua a toda la ciudad ya que actualmente se está construyendo una línea de conducción del tanque desarenador, ubicado en el sector Loreto, hacia la zona de Xonacatepec y de ahí hacia el tanque Clavijero localizado en el sector San Rafael. En este sentido, se considera que el acuaférico estará cumpliendo su objetivo en términos generales. Sin embargo, en el momento en que llegue agua en bloque por la zona oriente de la ciudad como se pretende con el proyecto Libres-Oriental, tendría que construirse el tramo oriente del acuaférico para conducir por gravedad dicha agua hacia los tanques de distribución de los sectores San Rafael y San Baltazar.

2.2 Oferta de agua potable

Al igual que en todo sistema de abastecimiento de agua potable, en la ciudad de Puebla existen pérdidas físicas de agua en la red de conducción y distribución, que tienen como resultado que un porcentaje del agua producida no llegue al usuario final. Hay pérdidas físicas inevitables que obedecen a fenómenos naturales y pérdidas evitables que son producto del mal estado de la red de conducción y/o distribución, así como de las válvulas de seccionamiento. En 1993, de acuerdo a un estudio de evaluación de fugas contratado por el S.O.A.P.A.P., el nivel de pérdidas físicas representaba 38.5% de la producción. Como resultado de un programa de disminución de pérdidas físicas iniciado en 1994, se estima que en 1997 las pérdidas físicas representan 29.3% y el organismo tiene como meta reducir y mantener este nivel en 18% a partir de 1998. No obstante, se considera que esta meta es muy optimista tomando en cuenta los niveles alcanzados en sistemas de agua similares, el hecho de que la red del centro de la ciudad es ya muy vieja, así como las inversiones proyectadas para rehabilitación de la red y reparación de fugas. Para términos de evaluación, se estima que el nivel de pérdidas físicas se mantendrá en alrededor de 29.3% durante los próximos 30 años.⁷

A continuación se describen los cuatro subsistemas a través de los cuales se dota de agua potable a los habitantes de la ciudad de Puebla.⁸

2.2.1 Subsistema Constancia

El Subsistema Constancia está compuesto por 28 pozos con profundidades que varían de 150 a 240 metros y con diámetros de 12" a 16", agrupados en 4 fuentes de captación. También cuenta con 11 tanques de regulación con una capacidad total de 9,950 m³ y una red de conducción de 33,810 metros.

El área de influencia y la oferta actuales del subsistema son las siguientes:

- Área de influencia

El área de influencia del subsistema Constancia está constituida por una población servida de 227,326 habitantes, con 44,121

-
7. Se parte del supuesto de que las pérdidas físicas se presentan básicamente en la red de distribución, ya que los acueductos Nealtican y Norponiente se construyeron con tubería de acero soldada en las uniones, con lo que las pérdidas en la conducción son mínimas.
 8. No se incluye la oferta de agua proveniente del acueducto Norponiente ya que ésta se distribuirá a los cuatro subsistemas a través del acuaférico.

tomas domésticas y 8,715 tomas no domésticas instaladas en 109 colonias. Este subsistema concentra 20.6% del número total de tomas instaladas por el S.O.A.P.A.P. en la ciudad de Puebla. Detalle en Anexo 1.

- Oferta de agua

Los pozos del subsistema Constancia actualmente producen un caudal total de 818 lps y, tomando en consideración las pérdidas físicas en la red, su oferta total es de 579 lps.

2.2.2 Subsistema San Baltazar

El Subsistema San Baltazar está compuesto por 70 pozos con profundidades que varían de 140 a 230 metros y con diámetros de 8" a 16", agrupados en 6 fuentes de captación. También cuenta con 31 tanques de regulación con una capacidad total de 18,090 m³ y una red de conducción de 41,180 metros.

El área de influencia y la oferta actuales del subsistema son las siguientes:

- Área de influencia

El área de influencia del subsistema San Baltazar está constituida por una población servida de 439,161 habitantes, con 83,050 tomas tipo doméstico y 10,473 no domésticas instaladas en 151 colonias. Este subsistema cuenta con 36.4% del número total de tomas instaladas por el S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexo 2

- Oferta de agua

Los pozos del subsistema San Baltazar actualmente producen un caudal total de 1,479 lps y, tomando en consideración las pérdidas físicas en la red, su oferta total es de 1,046 lps.

2.2.3 Subsistema Loreto

El Subsistema Loreto está compuesto por 43 pozos con profundidades que varían de 95 a 200 metros y con diámetros de 14" a 16", agrupados en 3 fuentes de captación. También cuenta con 9 tanques de regulación con una capacidad total de 21,570 m³ y una red de conducción de 20,730 metros.

El área de influencia y oferta actuales del subsistema son las siguientes:

- Área de influencia

El área de influencia del subsistema Loreto está constituida por una población servida de 205,556 habitantes, con 39,445 tomas tipo doméstico y 16,743 no domésticas instaladas en 83 colonias. Este subsistema concentra 21.9% del número total de tomas instaladas por el S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexo 3.

- Oferta de agua

Los pozos del subsistema Loreto actualmente producen un caudal total de 765 lps y, tomando en consideración las pérdidas físicas en la red, su oferta total es de 541 lps.

2.2.4 Subsistema San Rafael

El Subsistema San Rafael está compuesto por 30 pozos con profundidades que varían de 120 a 200 metros y con diámetros de 12" a 16", agrupados en 3 fuentes de captación. También cuenta con 13 tanques de regulación con una capacidad total de 5,450 m³ y una red de conducción de 690 metros.

Las capacidades y condiciones actuales de operación del subsistema son las siguientes:

- Área de influencia

El área de influencia del subsistema San Rafael está constituida por una población servida de 259,842 habitantes, con 48,047 tomas tipo doméstico y 6,191 no domésticas instaladas en 88 colonias. Este subsistema cuenta con 21.1% del número total de tomas instaladas por el S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexo 4.

- Oferta de agua

Los pozos del subsistema San Rafael actualmente producen un caudal total de 440 lps y, tomando en consideración las pérdidas físicas en la red, su oferta total es de 311 lps.

2.2.5 Infraestructura de los cuatro subsistemas del S.O.A.P.A.P.

El cuadro 2.1 resume las capacidades actuales de infraestructura hidráulica con que cuenta cada uno de los cuatro subsistemas para ofrecer el servicio de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Puebla.

Cuadro 2.1 Infraestructura hidráulica de los subsistemas (1997)

Subsistema	Pozos	Tanques	Cap. (m ³)	Red. conduc (m)	Tomas domést.	Tomas no domést.
Constancia	28	11	9,950	33,810	44,121	8,715
San Baltazar	70	31	18,090	41,180	83,050	10,473
Loreto	43	9	21,570	20,730	39,445	16,743
San Rafael	30	13	5,450	690	48,047	6,191
Total	171	64	55,060	96,410	214,663	42,122

Fuente: Elaboración propia con base en información del S.O.A.P.A.P.
Detalle en Anexo 5, 6 y 7

2.2.6 Oferta total de agua potable

Tomando como base los datos anteriores, es decir, suponiendo que el nivel de pérdidas físicas es uniforme en los cuatro subsistemas y que el organismo operador optará por mantener el mismo nivel de producción aunque tenga que incurrir en mayores costos (extraer agua a mayor profundidad o sustituir pozos de igual capacidad en la misma zona), la oferta total de agua potable para el abastecimiento futuro de la ciudad de Puebla será de 3,183 lps como se muestra en el cuadro 2.2

Cuadro 2.2 Oferta total de agua potable en 1998 (lps)

Subsistema	Producción	Pérdidas físicas	Oferta
Constancia	818	240	578
San Baltazar	1,479	433	1,046
Loreto	765	224	541
San Rafael	440	129	311
Acueducto Norponiente	1,000	293	707
Total	4,502	1,319	3,183

Fuente: Elaboración propia con base en información del S.O.A.P.A.P.

2.3 Demanda de agua potable

2.3.1 Proyección de la demanda

En la ciudad de Puebla, 99% de los usuarios pagan una cuota fija anual por el servicio de agua potable, ya que no disponen de micromedición; el 1% restante, compuesto por algunos consumidores domésticos de tipo residencial y grandes industrias, paga una tarifa variable de acuerdo al consumo medido. Adicionalmente, la totalidad de los usuarios enfrentan una situación de restricción administrativa en el consumo, recibiendo el servicio de agua por 12 horas continuas cada tres días en promedio, por lo que el consumo actual no representa un punto de la demanda a las tarifas vigente. Ahora bien, con la entrada en operación del acueducto Norponiente y el inicio del programa para la instalación de micromedidores, se estima que para el año 2,000 la mayoría de los usuarios cuenten con servicio continuo y paguen una tarifa variable de acuerdo a su nivel de consumo. El programa instrumentado por el S.O.A.P.A.P contempla la instalación de micromedidores en todas las nuevas tomas y en 215,000 tomas ya existentes.⁹

Para la determinación del momento óptimo para ejecutar el proyecto de aumento en la oferta de agua, así como su evaluación costo-beneficio, se requiere conocer el nivel y dinamismo de la cantidad de agua demandada durante el horizonte de evaluación bajo la situación sin proyecto. Sin embargo, no se cuenta actualmente con registros administrativos sobre consumo medido que permitan estimar la función de demanda de agua de los diferentes tipos de usuarios de la ciudad de Puebla, en un escenario de libre consumo y tarifa variable.

Dado lo anterior, se utilizó el método de asimilación. Este método consiste en aplicar parámetros conocidos de estudios realizados en zonas con similares condiciones físicas y socioeconómicas. En este caso, se tomó la decisión de utilizar las funciones de demanda de agua potable estimadas para la población del municipio de Naucalpan, Estado de México¹⁰ que, como se aprecia en el cuadro

-
9. El proyecto se encuentra actualmente en licitación y se ejecutará a partir de 1998. Se tiene programado que en el primer año se incorporen todas las tomas de tipo industrial, comercial y doméstico residencial; en 1999, las tomas domésticas tipo medio, y en el 2000, las domésticas tipo popular. Algunas tomas de tipo popular seguirán bajo el régimen de cuota fija ya que carecen de instalaciones sanitarias, por lo que no se amerita la instalación del micromedidor.
 10. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Social de Proyectos (CEPEP). Evaluación social de la construcción de la línea de conducción de la Toma III a los tanques Loma Colorada y México 68, Naucalpan, Estado de México, 1996.

2.3, presenta características relativamente similares a las del municipio de Puebla.

Cuadro 2.3 Comparativo de las características físicas y socioeconómicas de los municipios de Naucalpan y Puebla

Concepto	Municipio de Naucalpan	Municipio de Puebla
Altitud	2,300 mts.	2,140 mts.
Temperatura promedio	19° C	16° C
Precipitación pluvial	898.5 mm.	888.5 mm.
% población ocupada con ingresos ^a :		
• menores a 1 salario mínimo (sm.)	21.2%	16.6%
• De 1 hasta 2 sm.	43.7%	39.5%
• Más de 2 hasta 5 sm.	21.7%	33.0%
• Más de 5 sm.	13.4%	10.9%

Fuente: Elaborado con base en información del INEGI.

^{a/} Datos referidos al año de 1990, la población ocupada sin ingresos se incluye en el estrato “menores a un sm.”

La función de demanda utilizada es de tipo hiperbólico con elasticidad precio constante y la ecuación que la define es:

$$Q = AP^E$$

Donde:

- Q es la cantidad de agua demandada.
- P es el precio por metro cúbico de agua.
- E es la elasticidad-precio de la demanda de agua potable. (-0.36 para el usuario doméstico y -0.20 para el usuario comercial e industrial).¹¹
- A es una constante de proporcionalidad que depende de la máxima disposición a pagar por cierta cantidad de un bien, en este caso, el bien agua.

11. La elasticidad utilizada es la estimada por la Comisión Nacional del Agua (CNA): Guía para la elaboración de estudios de factibilidad técnica, económica, financiera e institucional para el mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, p.65

Las ecuaciones estimadas para Naucalpan se ajustaron con base en los índices de hacinamiento por vivienda de la ciudad de Puebla¹²:

$$Q_P = 272.78 P^{-0.36}$$

$$Q_M = 397.14 P^{-0.36}$$

$$Q_R = 498.82 P^{-0.36}$$

$$Q_C = 565.30 P^{-0.20}$$

$$Q_I = 1,171.99 P^{-0.20}$$

Donde:

Q_P es la cantidad de agua demandada al año por un usuario popular (en metros cúbicos).

Q_M es la cantidad de agua demandada al año por un usuario medio.

Q_R es la cantidad de agua demandada al año por un usuario residencial.

Q_C es la cantidad de agua demandada al año por una toma comercial o de servicios.

Q_I es la cantidad de agua demandada al año por toma industrial.

2.4 Balance entre oferta y demanda actual

El S.OA.P.A.P. estima concluir los proyectos actualmente en ejecución en el año 2000, por lo que se ha determinado que la situación sin proyecto comienza en dicho año. Tomando en consideración los supuestos de proyección y la medida de optimización propuesta, se estima que en el año 2000 el consumo por tipo de usuario alcanzará los niveles registrados en el cuadro 2.4. Cabe señalar que los consumos estimados se convirtieron a litros por segundo para su comparación con la oferta.

12. Los índices por tipo de usuario se obtuvieron en trabajo de campo y fueron: 5.4 en viviendas populares, 5.5, en medias y 4.4 en residenciales (Ver detalle en Anexo 8).

Cuadro 2.4 Cantidad demandada de agua en el año 2000, por subsistema y tipo de consumidor en la situación actual (lps)

Tipo de consumidor	Constancia	San Baltazar	Loreto	San Rafael	Total
Popular	237	311	186	134	868
Medio	80	299	74	253	706
Residencial	144	149	98	27	418
Comercial ^a	134	158	262	93	647
Industrial	33	41	56	26	156
Servicio social	9	24	13	8	54
Clandestino	19	34	92	11	156
Total	656	1,016	781	552	3,005

Fuente: Elaboración propia con base en información del S.O.A.P.A.P.

Nota: ^{a/} Comprende a los establecimientos dedicados a la compra y venta de mercancías diversas así como a la prestación de servicios, con excepción de escuelas públicas que se incluyen bajo el concepto de servicio social.

2.5 Tarificación

El S.O.A.P.A.P. aplica actualmente el siguiente esquema de tarificación por tipo de consumidor:

2.5.1 Consumo doméstico

Existen dos tipos de tarificación: cargo variable y cargo fijo.

a) Cargo variable: se aplica a todos aquellos usuarios que poseen micromedidor y el precio por m³ es creciente en función al consumo. El cuadro 2.5 presenta las tarifas mensuales vigentes a marzo de 1997.

Cuadro 2.5 Tarifas mensuales vigentes para usuarios domésticos y cargo variable al mes de marzo de 1997

Consumo m ³				Pesos por m ³
Cuota base				10.37
De	0.01	Hasta	10.00	1.90
De	10.01	Hasta	20.00	2.28
De	20.01	Hasta	30.00	2.68
De	30.01	Hasta	40.00	3.13
De	40.01	Hasta	50.00	3.56

Fuente: Dirección comercial del S.O.A.P.A.P.

Nota : A partir de 50.01 m³ la cuota se incrementa en 0.029845069 por cada metro cúbico consumido sobre la base de \$3.56.

- b) Cargo fijo: El monto del cargo fijo a pagar anualmente varía según el tipo de uso habitacional. El cuadro 2.6 presenta las tarifas mensuales vigentes a marzo de 1997

Cuadro 2.6 Cuotas fijas anuales para consumo doméstico al mes de marzo de 1997

Uso habitacional	Cuota anual (\$)
Popular	260.52
Infonavit	573.64
Medio bajo	748.12
Medio alto	1,162.56
Residencial	2,133.96

Fuente: Dirección comercial del S.O.A.P.A.P.

2.5.2 Consumo no doméstico

Dentro de este tipo de consumo también se aplican dos formas de tarificación: cargo variable y cargo fijo.

- a) Cargo variable: se aplica de manera uniforme a todos aquellos consumidores dedicados a actividades industriales, comerciales y de servicios, que cuentan con micromedición, variando el precio por m³ en función al consumo. El cuadro 2.7 presenta las tarifas mensuales vigentes al mes de marzo de 1997.

Cuadro 2.7 Tarifas mensuales para usuarios no domésticos y cargo variable al mes de marzo de 1997

Consumo m ³				Pesos por m ³
Cuota base				61.92
De	0.01	hasta	120.00	2.98
De	120.01	en adelante		6.78

Fuente: Dirección Comercial del S.O.A.P.A.P.

Para los consumos de 0.01 hasta 120.00 m³ se aplica sobre la base de \$2.98 una cuota progresiva con un incremento por metro cúbico consumido de \$0.031384295.

- b) Cargo fijo: El monto de este cargo se paga anualmente y varía de acuerdo a la clasificación del tipo de uso. El cuadro 2.8 presenta las tarifas anuales vigentes a marzo de 1997 para usuarios no domésticos sin medidor.

Cuadro 2.8 Cuotas fijas anuales para consumo no doméstico al mes de marzo de 1997

Otros usos	Cuota anual (\$)
Clasificación I	204.80
Clasificación II	376.84
Clasificación III	625.60
Clasificación IV	1,039.28
Clasificación V	1,682.36
Clasificación VI	2,648.80
Clasificación VII	3,724.36
Clasificación VIII	4,740.28

Fuente: Dirección Comercial del S.O.A.P.A.P..

Las tarifas mencionadas anteriormente son establecidas y autorizadas por la Dirección del S.O.A.P.A.P., ya que la Ley de Agua y Saneamiento del Estado de Puebla le otorga esta facultad sin la intervención del Congreso del Estado. La política actual del organismo en materia de tarifas consiste en mantener éstas fijas en términos reales, indexándolas mensualmente con base en las tasas inflacionarias correspondientes; además de establecer un sistema basado en la medición del consumo y el cobro por tarifa variable de acuerdo a rangos de consumo.

2.6 Costos de abastecimiento

Como se señaló, el área en estudio se compone de 4 subsistemas independientes en términos de la captación, conducción y usuarios que abastecen, cada uno de los cuales genera un costo de abastecimiento diferente; no obstante, con la entrada en operación del acuaférico, los costos de captación tenderán a compartirse entre más de un subsistema.

La estructura de costos fijos y variables para la producción de agua potable de estos cuatro subsistemas se puede aproximar, a un nivel de perfil, con base en experiencias similares:¹³

- i) Energía eléctrica: 100% variable.
- ii) Mano de obra: 15% variable y 85% fijo.

13. CEPEP. Mejoramiento del sistema de agua potable, drenaje y saneamiento de Manzanillo, Colima, 1996.

- iii) Costos de mantenimiento y servicios: 50% variable y 50% fijo.
- iv) Insumos: 100% variables los correspondientes a cloro, y el pago a la Comisión Nacional del Agua (CNA) por m³ de agua extraída.
- v) Gastos de administración: 100% fijos.

Para determinar los costos de abastecimiento de los cuatro subsistemas se procesó la información contable y se organizó en los siguientes centros de costos: extracción de pozos; rebombeo; mantenimiento a las redes primaria y secundaria y gastos de administración. El Anexo 11 y 12 contiene el detalle de los costos por centro.

Los costos de abastecimiento por subsistema son:

a) Subsistema Constanica

De acuerdo a la oferta estimada en 1997, los costos medios de operación privados de este subsistema corresponden a los señalados en el cuadro 2.9

Cuadro 2.9 Costos privados del Subsistema Constanica

Energía eléctrica \$/m ³	Mano de obra \$/m ³	Mtto. y serv. \$/m ³	Insumos \$/m ³	Gastos Admón. \$/m ³	Oferta (Miles m ³ /año)	Costo total medio \$/ m ³	Variable medio \$/ m ³
0.63 47.6%	0.02 1.7%	0.03 2.0%	0.25 18.9%	0.40 29.8%	19,347	1.33	0.90

Fuente: Elaborado con base en la información del S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexos 11 y 12

b) Subsistema San Baltazar

En el cuadro 2.10 se presentan los costos medios de operación privados, dada la oferta de este subsistema.

Cuadro 2.10 Producción y costos privados del Subsistema San Baltazar

Energía eléctrica \$/m ³	Mano de obra \$/m ³	Mtto. y serv. \$/m ³	Insumos \$/m ³	Gastos Admón. \$/m ³	Oferta (Miles m ³ /año)	Costo total medio \$/ m ³	Variable medio \$/ m ³
0.63	0.02	0.03	0.25	0.40	34,981	1.33	0.90

47.2% 1.5% 2.5% 18.95% 29.9%

Fuente: Elaborado con base en información del S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexos 11 y 12

c) Subsistema Loreto

De acuerdo a la oferta estimada en 1997, los costos medios de operación privados de este subsistema corresponden a los señalados en el cuadro 2.11

Cuadro 2.11 Producción y costos privados del Subsistema Loreto

Energía eléctrica \$/m ³	Mano de Obra \$/m ³	Mtto. y serv. \$/m ³	Insumos \$/m ³	Gastos Admón. \$/m ³	Oferta (Miles m ³ /año)	Costo total medio \$/ m ³	Variable medio \$/ m ³
0.56 44.7%	0.02 2.0%	0.03 2.4%	0.25 19.7%	0.39 31.2%	18,094	1.27	0.84

Fuente: Elaborado con la información de la Dirección del S.O.A.P.A.P.. Detalle en Anexos 11 y 12

d) Subsistema San Rafael

En el cuadro 2.12 se presentan los costos medios de operación privados, dada la oferta de este subsistema.

Cuadro 2.12 Producción y costos privados del Subsistema San Rafael

Energía eléctrica \$/m ³	Mano de Obra \$/m ³	Mtto. y serv. \$/m ³	Insumos \$/m ³	Gastos Admón. \$/m ³	Oferta (Miles m ³ /año)	Costo total medio \$/ m ³	Variable medio \$/ m ³
0.69 48.2%	0.05 3.6%	0.04 3.0%	0.25 17.5%	0.40 27.7%	10,407	1.43	0.97

Fuente: Elaborado con base en la información del S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexos 11 y 12

De acuerdo a los datos anteriores, el costo marginal privado de la producción, conducción y distribución del agua potable en la ciudad de Puebla es de \$0.89.¹⁴ Bajo la situación sin proyecto, el S.O.A.P.A.P. habrá

14 Se ha supuesto que en la producción del agua potable se presenten costos constantes a escala por lo que costo marginal es igual al costo variable medio. El

de incurrir en costos crecientes para poder mantener la misma oferta de agua, ya que tendrá que aumentar la profundidad de extracción de algunos pozos y hacer frente a ciertas infiltraciones de aguas sulfurosas. Sin embargo, debido a la falta de información disponible sobre las capacidades futuras y profundidades de los pozos acentados en el manto acuífero de la ciudad, se ha supuesto que tanto la oferta como los costos de producción permanecen constantes.¹⁵

2.7 Optimización de la situación actual

Para que la evaluación del proyecto sea correcta, es decir, que no se le atribuyan al proyecto costos y beneficios que no le corresponden, se requiere optimizar la situación actual. La optimización se puede efectuar a través de pequeñas inversiones, de medidas administrativas, y considerando las acciones o programas que el S.O.A.P.A.P. realizará independientemente de que se ejecute o no el proyecto en estudio. Por lo cual, la situación actual optimizada es la situación sin proyecto.

2.8 Proyectos actualmente en ejecución

Independientemente de la realización del proyecto propuesto, el S.O.A.P.A.P. realizará una serie de medidas administrativas e inversiones, que consisten en lo siguiente:

- Un programa permanente de empadronamiento de usuarios, iniciado en 1995 y que tiene como meta reducir las pérdidas comerciales debidas al consumo clandestino de un 5.7% registrado en 1994 a 3.7% en 1997 y mantener este nivel en los próximos años.
- Programa de disminución de pérdidas físicas, el cual inició en 1994, año en el que las pérdidas estimadas representaban 38.5% de la extracción total, y que para 1998 tiene como meta reducir y mantener las mismas en un nivel de 18% de la producción total. El equipo evaluador considera esto muy optimista, entonces se consideró, para fines de la evaluación que las pérdidas representarán el 25% de la producción para el año de 1998, manteniendo constante este nivel en el horizonte de evaluación.
- Instalación de micromedidores en 215,000 tomas: proyecto actualmente en licitación y que empezará a ejecutarse a partir de 1998. Se tiene proyectado que en el primer año se incorporen todas las tomas de tipo

costo marginal de todo el sistema constituye un promedio ponderado de los costos variables medios de los cuatro subsistemas.

15 El suponer lo anterior tiene como consecuencia subestimar los beneficios atribuibles al proyecto por concepto de liberación de pozos.

industrial, comercial y tipo residencial; en 1999, se incorporarán las tomas doméstico medio, y para el 2000 las tomas doméstico popular. Asimismo, la política de comercialización del organismo señala que para otorgar el servicio a una nueva toma, ésta tendrá que contar necesariamente con micromedidor; es decir, la política tarifaria cambiará, ya que pasarán de un esquema de cobro a cuota fija a un esquema de cobro variable según el consumo, tal como lo establece la legislación actual. Sin embargo, pasar de una situación de pago por cuota fija a una de pago variable según el consumo, traerá consigo impactos sobre el ingreso de los consumidores, especialmente los de tipo popular, que el organismo operador tendrá que prever y por tanto deberá implementar un mecanismo que incentive el cambio de régimen. El cuadro 2.13 muestra lo que pagaría al año un consumidor popular, medio o residencial sujeto a una tarifa variable de acuerdo a su consumo promedio, en comparación el cobro fijo anual.

Cuadro 2.13 Cuotas fijas anuales vs. pago por tarifa variable (marzo, 1997)

Tipo de usuario	Cuota fija sin medidor (\$/año)	Consumo en m ³ mensuales	Tarifa variable que enfrentaría con medidor (\$/m ³)	Pago estimado a tarifa variable (\$/año)
Popular	261	22	2.68	708
Medio	574 a 748	33	3.13	1,239
Residencial	2,134	41	3.13	1,540

Fuente: Elaboración propia con base en información del S.O.A.P.A.P.

- Construcción del acueducto Norponiente: consiste en la perforación de una batería de 10 pozos para extraer 1,000 lps y la construcción de un acueducto que se interconectará con el acuaférico. El proyecto empezará a operar a partir de 1998.
- Línea de conducción Tanque Desarenador-Xonacatepec-Tanque Clavijero: permitirá conducir agua desde el acueducto Norponiente hasta el sector San Rafael sin necesidad de construir el tramo oriental del acuaférico. La construcción de dicho tramo será necesaria en el momento en que se realice el proyecto Libres-Oriental.
- Inversiones adicionales en tanques de regulación, obras de interconexión y otras obras requeridas para homogeneizar la distribución del agua en el sistema.

2.9 Propuesta de optimización

Como una medida de optimización, el equipo evaluador propone que los usuarios considerados como servicio social pasen de un régimen de servicio gratuito a uno basado en el cobro variable de acuerdo a su consumo. Se espera que lo anterior fomentará un uso más eficiente del agua y, por tanto, una reducción en la cantidad demandada por parte de estos consumidores. Como resultado de esta medida de optimización se espera que la cantidad demandada por los usuarios del servicio social pase de 20 a 17 litros/alumno/día.

2.10 Balance entre oferta y demanda proyectada

Para la proyección de la cantidad demandada de agua en la situación sin proyecto, se utilizaron estas ecuaciones de demanda individual, las tarifas vigentes y el número de tomas domésticas y no domésticas proyectadas para el horizonte de evaluación, de acuerdo a las tasas de crecimiento presentadas en el cuadro 2.14

Cuadro 2.14 Tasas de crecimiento anual utilizadas para la proyección de la demanda en la situación sin proyecto (%)

Concepto	1997/ 2000	2001/ 2005	2006/ 2010	2011/ 2015	2016/ 2020	2021/ 2025	2026/ 2030
Población	2.98	3.01	2.72	2.46	2.26	2.07	1.89
Industria	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Comercio	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Servicio social	2.15	1.97	1.76	1.60	1.50	1.40	1.30

Fuente: Elaboración propia con base a datos del Plan de Desarrollo Urbano de Puebla y estimaciones oficiales.

La tasa de crecimiento de la población se utilizó para estimar el incremento en el número de tomas domésticas y refleja también un ajuste por el efecto ingreso, suponiendo una elasticidad ingreso de la demanda decreciente con valores que van de 0.4 en el año 2000 a 0.2 en el año 2030. El crecimiento de las tomas industriales y comerciales corresponde al de la economía nacional.

Existen algunos consumidores que fueron autorizados por el organismo operador para conectarse al sistema de agua potable sin pagar por el servicio como son: escuelas públicas, mercados, oficinas de gobierno y otros, a los cuales no se les cobra dado su carácter de instituciones de servicio social. Para la ciudad de Puebla, el organismo señala que el principal usuario de este servicio lo constituyen las escuelas públicas. Lo anterior significa que el S.O.A.P.A.P. está subsidiando a este tipo de consumidores y desde el punto de vista del organismo operador

representan un volumen de agua por el cual no recibe ingreso y, en consecuencia, una pérdida. El consumo por este concepto se calculó a partir del número total de alumnos inscritos en escuelas públicas localizadas en cada uno de los subsistemas de agua y el gasto diario por alumno estimado por la CNA (20 litros diarios por alumno). Durante el horizonte de evaluación, se supuso que el número de alumnos crecerá de acuerdo a la tasa demográfica, como se muestra en el cuadro 2.4 (Véase detalle de alumnos en el Anexo 9).

Asimismo, existen consumidores de agua que no se encuentran registrados en el padrón de usuarios del S.O.A.P.A.P. debido a que se han conectado a la red de agua potable en forma ilegal, consumiendo agua en forma gratuita. Este consumo clandestino representa también una pérdida para el organismo operador. Cabe señalar que actualmente el organismo lleva a cabo un programa permanente de empadronamiento de usuarios. Este programa se inició en 1995, cuando las pérdidas comerciales debidas al consumo clandestino representaban 5.7% de la oferta, tiene como meta reducir este consumo a 3.7% en 1997 y mantenerlo en los próximos años. En este sentido, este tipo de consumo se proyectó como una proporción fija de la oferta bajo la situación sin proyecto.

A partir de la comparación entre las proyecciones de la cantidad de agua ofertada y demandada se obtiene el balance presentado en el cuadro 2.15. Como se puede observar, bajo la situación sin proyecto se presenta un déficit creciente de agua a partir del año 2002.

Cuadro 2.15 Balance de agua en la situación sin proyecto (lps)

Concepto	Año					
Demanda por subsistema	2000	2001	2002	2010	2020	2026
Constancia	656	677	700	905	1,246	1,516
San Baltazar	1,016	1,049	1,083	1,395	1,906	2,305
Loreto	781	809	838	1,113	1,592	1,987
San Rafael	552	571	591	773	1,072	1,307
Total	3,005	3,106	3,212	4,186	5,816	7,115
Oferta total	3,184	3,184	3,184	3,184	3,184	3,184
Balance	180	78	(27)	(1,002)	(2,632)	(3,931)

Fuente : Elaborado con base a datos proporcionados por el S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexo 10.