

RESUMEN Y CONCLUSIONES

I. ORIGEN Y OBJETIVO DEL PROYECTO EN ESTUDIO

1.1 Localización geográfica y características físicas del área de estudio

En el norte del Estado de Puebla se localiza la ciudad de Puebla de Zaragoza, capital del Estado y cabecera del municipio del mismo nombre. Su temperatura media anual es de 12 a 18 grados centígrados, por lo que el clima se considera templado, no existiendo una estacionalidad marcada en la demanda de agua potable a lo largo del año. La ciudad cuenta en la actualidad con una población aproximada de 1.2 millones de habitantes.

El organismo encargado de prestar el servicio de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Puebla es el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (S.O.A.P.A.P.); el cual es un organismo descentralizado de la administración municipal del ayuntamiento de la ciudad de Puebla. Actualmente presta servicio a una población de 1.13 millones de habitantes, el resto se abastece con pozos de sistemas independientes o bien no cuentan con agua entubada.

Para la operación del suministro de agua potable, el S.O.A.P.A.P. ha dividido a la ciudad en cuatro subsistemas independientes en términos administrativos. Para efectos de conducción y distribución tres de estos subsistemas se encuentran interconectados por medio de un acueducto periférico (acuaférico), cuyo objetivo principal es el de distribuir el agua proveniente de las fuentes de captación externas, ubicadas en mantos acuíferos diferentes al que se explota en la actualidad; así como el de redistribuir demasías. 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. El acuaférico se compone de cuatro tramos: el tramo sur que interconecta al subsistema San Baltazar, el tramo poniente que conducirá el agua proveniente del acueducto Norponiente actualmente en construcción y que entrará en operación a finales de 1997 interconecta a los subsistemas Constanca y Loreto; unificando de esta manera a los tres subsistemas como uno solo. Actualmente, falta por construir el tramo oriente del acuaférico que conectará al subsistema San Rafael; con lo que finalmente se interconectarían los cuatro subsistemas como se muestra en la figura 1.1

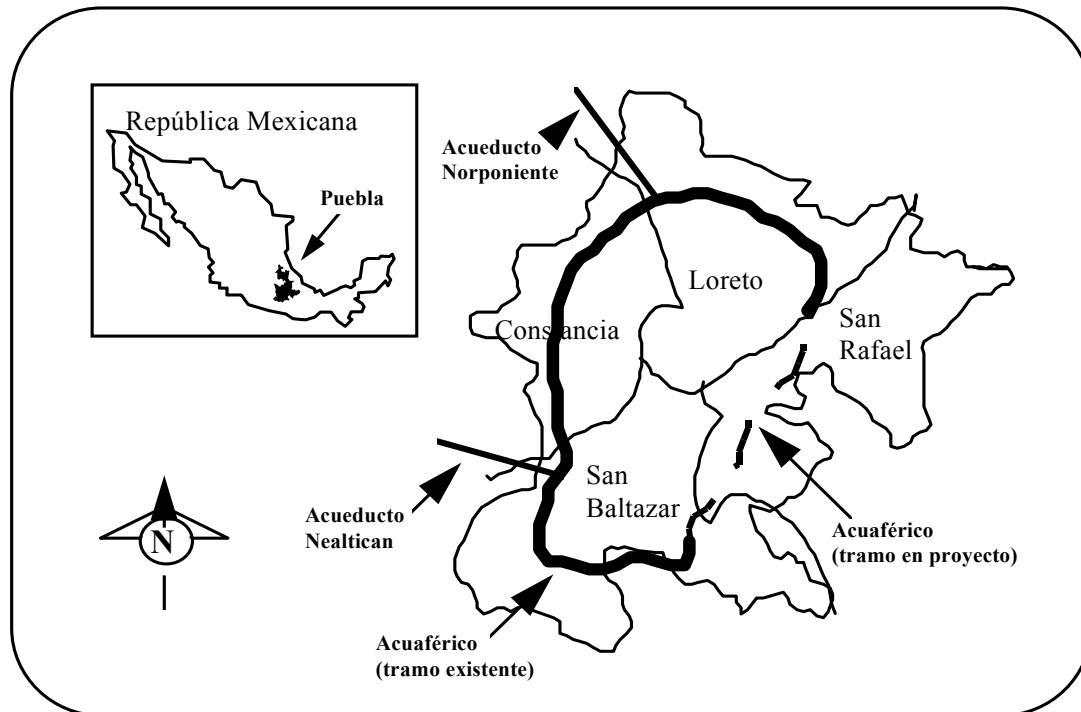


Figura 1.1 Área de influencia y operación del S.O.A.P.A.P.

1.2 Origen del proyecto

En la actualidad la oferta de agua potable para la ciudad de Puebla es insuficiente para satisfacer la cantidad demandada, razón por la cual existe tandeo (restricción administrativa en el consumo de agua) que afecta a la totalidad de los usuarios del S.O.A.P.A.P.. Así las colonias reciben agua durante 12 horas cada tres días en promedio. Esta restricción afecta más intensamente a los usuarios de menores ingresos, ya que los usuarios de ingresos medios y altos disponen de cisternas y equipos de bombeo.

Un problema adicional es que el manto acuífero de la ciudad de Puebla, que constituye la principal fuente de captación, presenta problemas de sobreexplotación que se refleja en el abatimiento de su nivel. De acuerdo con estimaciones del S.O.A.P.A.P., el nivel freático del acuífero llega a descender hasta 5 metros por año; ocasionándose con ello un alto riesgo de infiltración de aguas sulfurosas contaminantes.

Con la entrada en operación del acueducto Norponiente que aportará 1,000 lps y los proyectos previstos de reparación de fugas e instalación de micromedidores; el organismo operador espera eliminar el tandeo. Sin embargo, debido al crecimiento demográfico y económico de la ciudad el S.O.A.P.A.P. considera que en poco tiempo la oferta de agua volverá a ser insuficiente para satisfacer la demanda, por lo que tendrá que restringir nuevamente el servicio y continuar sobreexplotando el manto acuífero.

Bajo estas circunstancias, surge la idea de realizar un proyecto destinado a ampliar la oferta de agua potable, completar la parte oriental del acuafero, y detener la sobreexplotación del manto acuífero de la ciudad liberando fuentes de captación ubicadas en este. El agua adicional provendría de mantos acuíferos distintos al de la ciudad de Puebla.

Para resolver la problemática presentada, se propone un proyecto que consiste en la perforación de pozos profundos para obtener 3,000 lps de extracción de la cuenca Libres-Oriental localizada a 55 Km al noreste de la ciudad de Puebla y la construcción de un acueducto con una capacidad máxima de conducción de 4,000 lps, así como la construcción de obras complementarias, como son: tanques de regulación y el tramo que cerraría el acuafero. El proyecto se divide en dos etapas de construcción para incrementar la producción en 1,500 lps en cada una de ellas.

1.3 Objetivo del estudio

El objetivo del presente estudio es realizar la evaluación socioeconómica a nivel de perfil del proyecto de ampliación de oferta denominado *“Acueducto Libres-Oriental de la Ciudad de Puebla”*; que permita determinar el momento óptimo de inversión para cada una de las dos etapas de 1,500 lps. Adicionalmente, se evalúa una propuesta de tamaño de línea de conducción del proyecto distinta a la propuesta por el S.O.A.P.A.P.

II. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Oferta de agua

La producción de agua potable para la ciudad de Puebla, proviene de dos fuentes de captación: la primer fuente 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 de Puebla. La segunda fuente se constituye por obras de captación construidas fuera del acuífero de la ciudad, como el acueducto Nealtican y el acueducto Norponiente. El primero se encuentra en operación desde 1995, con una producción para el presente año de 411 lps que se distribuye al subsistema San Baltazar mediante la parte sur del acuaferico; mientras que el segundo está actualmente en construcción y entrará en operación a finales de 1997, con una producción de 1,000 lps que se distribuirán a los subsistemas Constanica, Loreto y San Baltazar mediante el acuaferico.

La extracción total del sistema alcanza en promedio la cifra de 3,502 lps, obtenidos de 171 pozos profundos¹. De este volumen, 3,091 lps se extraen del acuífero de la ciudad de Puebla y los restantes 411 lps provienen del acuífero Nealtican-Acuexcomac.

El S.O.A.P.A.P., estima actualmente que existen pérdidas físicas de agua en la red de conducción y distribución de aproximadamente el 29.3 % de la extracción total, asimismo considera uniforme este porcentaje en los cuatro subsistemas. Deducidas las pérdidas físicas de la producción total, la oferta del sistema se muestra en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Oferta total de agua potable

Subsistema	Extracción lps	Pérdidas 29.3%	Oferta lps	Número de tomas
Constancia	818	230	579	52,836
San Baltazar	1,479	433	1,046	93,523
Loreto	765	224	541	56,188
San Rafael	440	129	311	54,238
Total	3,502	1,026	2,477	256,785

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el S.O.A.P.A.P.

2.2 Demanda de agua potable

En la ciudad de Puebla el 99% de los usuarios pagan una cuota fija anual, ya que no disponen de micromedición; el 1% restante paga una tarifa

1. Información proporcionada por la Dirección de Operación del S.O.A.P.A.P.

variable de acuerdo al consumo medido. Adicionalmente, la totalidad de los usuarios enfrentan una situación de restricción administrativa en el consumo, recibiendo agua por 12 horas continuas cada tres días en promedio, por lo que el consumo actual no representa un punto de la demanda a la tarifa vigente.

Ante esta situación, para calcular la cantidad demandada de agua en la situación actual, se utilizaron los consumos de la población de un área con características urbanas y socioeconómicas similares a las de la ciudad de Puebla; utilizando para esto, la función de demanda propuesta por la Comisión Nacional del Agua (CNA) representada por una hipérbola con elasticidad precio constante (de -0.36 para el usuario doméstico y -0.20 para el usuario comercial e industrial)². La ecuación que la define es:

$$Q = AP^E$$

Para la estimación de la cantidad demandada de agua en la situación actual, se tomaron los consumos de la ciudad de Naucalpan, Estado de México. Los consumos en litros/habitante/día por tipo de usuario son: 138,198 y 311, para el usuario doméstico tipo popular, medio y residencial, respectivamente. A la cantidad demandada por uso doméstico se le agregaron las cantidades por concepto de consumo comercial, industrial, servicio social y clandestinaje.

2.3 Balance entre oferta y demanda

Una vez estimada la demanda de agua, se tiene que el balance entre la cantidad demandada y la oferta actual es el que se muestra en el cuadro 2.2.

2. 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. CNA pp.65

Cuadro 2.2 Balance entre la cantidad demandada de agua y la oferta actual estimada por subsistema en 1997(litros/segundo)

Subsistema	Cantidad demandada	Oferta actual
Constancia	733	579
San Baltazar	1,232	1,046
Loreto	809	541
San Rafael	697	311
Total	3,471	2,477
Cantidad de agua restringida	(994)	

Fuente: Estimación y elaboración propia con base en datos proporcionados por el S.O.A.P.A.P..

Las cifras del cuadro anterior, indican que la cantidad demandada de agua en un escenario de libre consumo y sistema de tarificación a cuota fija, comparada con la oferta disponible, genera un déficit de 994 lps que representa el volumen de agua controlado por el tandeo en la situación actual.

III. SITUACIÓN SIN PROYECTO

3.1 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 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 3.1 muestra las cuotas fijas cobradas actualmente comparadas con las tarifas variables que enfrentará el usuario una vez que este cuente con micromedidor, sobre la base de los consumos promedio estimados.

Cuadro 3.1 Tarifas domésticas de cuota fija vs tarifa variable

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	260	22	2.68	708
Medio	573	33	3.13	1239
Residencial	2,134	41	3.13	1540

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la Dirección 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.

3.2 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 esta medida fomentará un uso más eficiente del agua y, por tanto, una reducción en la cantidad demandada por parte de estos consumidores.

3.3 Balance entre oferta y demanda

La cantidad demandada se proyectará en el horizonte de evaluación sobre la base de las tasas presentadas en el cuadro 3.2

Cuadro 3.2 Tasas de crecimiento anual utilizadas para la proyección de la demanda en la situación actual (%)

1997-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Población	2.98	3.01	2.72	2.46	2.26
Industria	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Comercio	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Serv. social	2.15	1.97	1.76	1.60	1.50

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

^a Incluye efecto ingreso

Por su parte el cuadro 3.3 muestra el balance oferta-demanda proyectado.

Cuadro 3.3 Balance de agua proyectado por subsistema con optimización 1997-2026 (litros/segundo 1997-2026)

Subsistema	1997	2001	2002	2013	2020	2026
Constancia	733	677	700	995	1,246	1,516
San Baltazar	1,232	1049	1,083	1,531	1,906	2,305
Loreto	809	809	838	1,238	1,592	1,987
San Rafael	697	571	591	852	1,072	1,307
Total	3,471	3,106	3,212	4,616	5,816	7,115
Oferta	2,477	3,184	3,184	3,184	3,184	3,184
Balance	(944)	78	(27)	(1,432)	(2,632)	(3,931)

Fuente : Elaborado con base en datos proporcionados por el S.O.A.P.A.P.

El resultado de las inversiones que actualmente se realizan y forman parte del sin proyecto, es una reducción en la cantidad demandada de agua y un incremento en la oferta. Sin embargo, se observa que, bajo el escenario de libre consumo la situación sin proyecto presenta restricción de agua a partir del año 2002.

IV. PROYECTO PROPUESTO POR EL S.O.A.P.A.P.

4.1 Proyecto de ampliación de oferta Libres-Oriental

El proyecto *Libres-Oriental* consiste en la perforación de 40 pozos profundos en la cuenca Libres-Oriental, que se localiza al noreste de la ciudad de Puebla, para extraer 3,000 lps de agua. La construcción de un acueducto con una capacidad máxima de conducción de 4,000 lps para los primeros 55 kms que comprenden la primera etapa hasta la localidad de Rafael Lara, y de 2,000 lps de capacidad de conducción para la segunda etapa de 31 kms hasta el poblado Oriental; y las obras requeridas para la construcción de la parte oriental del acuaférico. En la figura 4.1 se presenta de forma esquemática el proyecto.

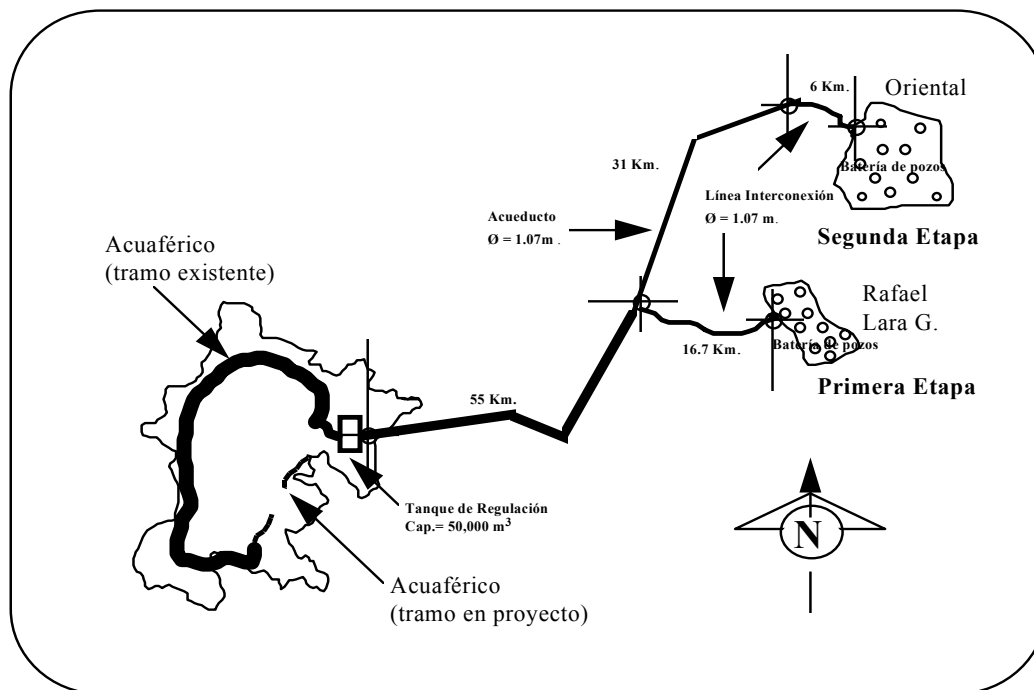


Figura 4.1 Proyecto Libres-Oriental

4.2 Funcionamiento del sistema con el proyecto

La realización del proyecto Libres-Oriental, permitirá la unificación de los cuatro subsistemas en los que actualmente se encuentra dividida la ciudad de Puebla en uno solo, pretendiéndose con esto un manejo más eficiente de la producción de agua. Este sistema, en su situación óptima, operará con los siguientes flujos de agua:

- Del acueducto Nealtican hacia el sur por gravedad hasta San Baltazar.

- Del acueducto Norponiente hacia el sur por gravedad a través del tramo poniente del acuaférico hacia el subsistema Constanica, con la posibilidad de seguir hacia San Baltazar, con el manejo de válvulas.
- Del acueducto Norponiente hacia el oriente, a través del tramo norte del acuaférico, por gravedad hasta una estación de rebombado y de ahí al tanque denominado Desarenador para su posterior distribución a los subsistemas Loreto y San Rafael.
- Del acueducto Libres-Oriental hacia el tanque Desarenador para su interconexión con el tramo norte del acuaférico y por el tramo oriental hasta el tanque Guadalupe Hidalgo ubicado en el subsistema San Baltazar.

V. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO PROPUESTO POR EL S.O.A.P.A.P.

5.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos sociales

Costos de inversión

Los costos estimados de inversión para la ejecución del proyecto de ampliación de oferta Libres-Oriental propuesto por el S.O.A.P.A.P. para la construcción de las dos etapas se muestran en el cuadro 5.1

Cuadro 5.1 Montos de inversión para la construcción del acueducto Libres-Oriental (miles de pesos, julio 1997)

Concepto	Primera Etapa		Segunda Etapa	
	Inversión Privada	Inversión Social	Inversión Privada	Inversión Social
Perforación y equipamiento electromecánico de 20 pozos	8,000	7,624	8,000	7,624
Construcción de 16.7 Km de línea de interconexión de baterías de pozos a línea principal	38,410	36,605		
Construcción de 55 Km de línea de acueducto principal	225,500	214,901		
Construcción de 37 Km de línea de acueducto principal			85,100	81,100
Construcción de tanque de regulación de 50,000 m ³ de capacidad	8,000	7,624		
Construcción de 30 Km del tramo oriente del acuaferico	69,000	65,757		
Construcción de 2.5 Km de interconexiones de 0.35 mts. de diámetro	2,677	2,551		
Total	351,587	335,062	93,100	88,724

Fuente: Elaborado con base en la información del Estudio de Fuentes Futuras para el Abastecimiento de Agua Potable a la ciudad de Puebla, Puebla. CNA, 1994.

Costos de operación y mantenimiento

El incremento en el volumen de abastecimiento de agua generará un aumento en los costos de operación y mantenimiento del S.O.A.P.A.P., así

como de los de administración. El incremento en los costos de operación y mantenimiento, para las dos etapas es de \$411,000 y para los administrativos de \$120,000 pesos al año; además se contempla la sustitución de equipos electromecánicos a un ritmo de uno por año, lo que implica un costo adicional de \$600,000 pesos cada quinquenio.

5.2 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios sociales

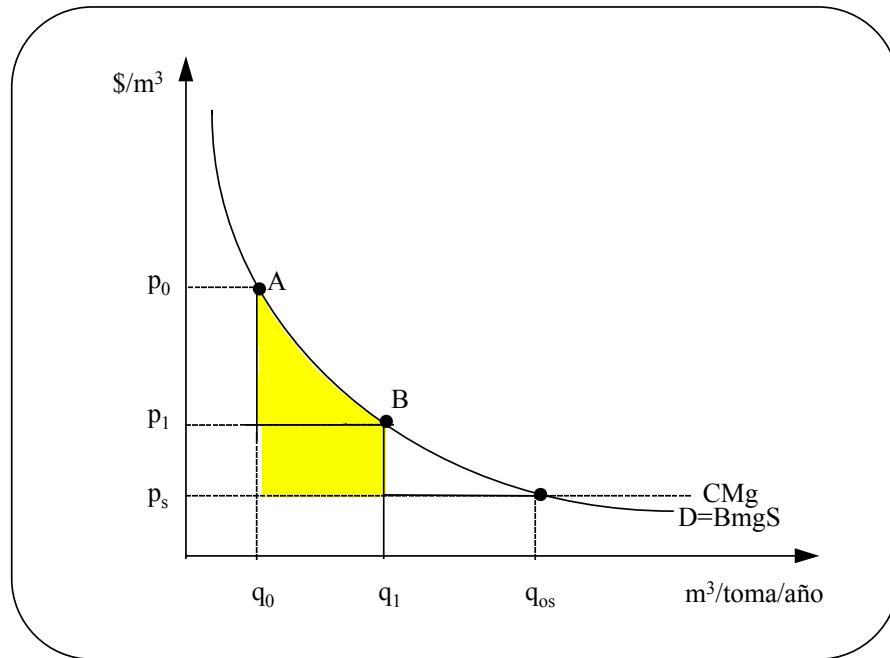
a) Aumento en el consumo de agua

Los niveles actuales de dotación por habitante, sujetos a tandeo administrativo debido a la escasez de oferta, se encuentran por debajo de los niveles a los cuales los usuarios quisieran consumir, bajo la perspectiva de un escenario de libre consumo. Por tanto, el incremento de consumo que posibilitará la ejecución y operación del proyecto, le permitirán consumir los niveles que su máxima disposición a pagar refleje, generando un beneficio privado y social por mayor consumo del bien agua.

Para ejemplificar como se realizó el cálculo se presenta la situación de los usuarios domésticos, los cuales en la situación sin proyecto cuentan con un consumo promedio por toma anualizado de $q_0 \text{ m}^3$. El proyecto, al eliminar el tandeo y aplicando el cobro variable a las tarifas vigentes, permitiría un consumo anualizado de $q_1 \text{ m}^3$ por toma.

Como se observa en la figura 5.1, en la situación sin proyecto los usuarios enfrentan un precio implícito de p_0/m^3 , mientras que una vez que el proyecto permita la aplicación de cobro variable a las tarifas vigentes, los usuarios consumirían q_1 . Cabe señalar que este consumo representa un equilibrio socialmente no óptimo, ya que éste se da en el punto en que la demanda se iguala con el costo marginal, es decir en un consumo anualizado de $q_{os} \text{ m}^3$ de agua por toma.

Lo anterior da como resultado que para este tipo de usuario, se observa un beneficio por el aumento en el consumo de agua, al pasar del punto A al punto B. El beneficio neto está representado por el área bajo la curva de demanda y por encima de la línea de costo marginal social.



Gráfica 5.1 Cuantificación de beneficios por mayor consumo de agua

Los beneficios netos totales una vez sumados los beneficios generados por tipo de usuario para cada uno de los subsistemas se muestran en el cuadro 5.2

Cuadro 5.2 Beneficios netos por mayor consumo de agua en cada subsistema (miles de pesos, julio 1997)

Subsistema	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Constancia	3,492	5,409	7,663	10,299	13,368	16,931
San Baltazar	6,386	9,868	13,959	18,744	24,317	30,785
Loreto	3,872	5,802	8,063	10,696	13,754	17,292
San Rafael	3,586	5,590	7,945	10,700	13,910	17,635
Total	17,337	26,669	37,630	50,440	65,349	82,643

Fuente : Elaboración propia con base a información proporcionada por el S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexos 13 al 22

b) Liberación de recursos

El proyecto en su conceptualización original contempla la sustitución de pozos que actualmente extraen agua del acuífero de la ciudad de Puebla, pretendiéndose con esta medida permitir la recarga del manto acuífero, originándose con esto una liberación de recursos que generan un beneficio social por dos conceptos: 1) liberación de los recursos actualmente utilizados en la operación de dichas

fuentes; como energía, mano de obra y otros; 2) ahorro en costos de inversión en plantas de tratamiento de aguas sulfurosas.

Los beneficios netos generados por este concepto se muestran en el cuadro 5.3

Cuadro 5.3 Beneficios netos por liberación de recursos (cifras en pesos de julio 1997)

Concepto	Miles de \$
Ahorro en costos de operación de fuentes liberadas	1,895
Ahorro en mano de obra	322.92

Fuente : Elaboración propia con base en datos proporcionados por la Dirección del S.O.A.P.A.P.. Detalle en Anexo 23

5.3 Evaluación: momento óptimo de inversión y valor actual neto social

Dado que el proyecto es la ampliación de oferta de agua potable y de que los beneficios son independientes del momento de ejecución del proyecto y dependen del tiempo calendario, el indicador de rentabilidad a utilizar será la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) que para este caso en que la inversión tiene vida finita, está representada por la anualidad de la inversión; ya que el principal objetivo de la evaluación es determinar el momento óptimo de operar el proyecto. Asimismo, se calculará el Valor Actual Neto Social (VANS) para comparar el programa de inversión del S.O.A.P.A.P. con la optimización por tamaño de línea de conducción propuesta por el equipo evaluador y determinar de esta manera la inversión socialmente óptima.

Los resultados de la evaluación y dado que el período de inversión es de un año, muestran que el momento óptimo de entrada en operación del proyecto propuesto por el S.O.A.P.A.P. en su primera etapa es el año 2008; mientras que para la segunda, el momento óptimo de operación es el año 2010. Los cuadros 5.4 y 5.5 muestran los flujos de beneficios y el momento de iniciar la operación del proyecto en cada una de sus etapas de 1,500 lps. Asimismo, la evaluación muestra que en el año 1997, el proyecto tiene un valor actual neto social de 84 millones de pesos.

Cuadro 5.4 Flujo de beneficios y momento óptimo de iniciar la operación del proyecto Libres-Oriental en su primera etapa (miles de pesos, julio de 1997)

Año	Anualidad	Beneficio Neto
2006	44,636	26,669
2007	44,154	37,630
2008	43,613	50,440

Fuente : Elaboración propia con base a información proporcionada por el S.O.A.P.A.P.. Detalle en Anexo 22

Cuadro 5.5 Flujo de beneficios y momento óptimo de iniciar la operación del proyecto Libres-Oriental en su segunda etapa (miles de pesos, julio de 1997)

Año	Anualidad	Beneficio Neto
2009	11,389	5,323
2010	11,211	13,444

Fuente : Elaboración propia con base a información proporcionada por el S.O.A.P.A.P.. Detalle en Anexo 24

VI. OPTIMIZACIÓN POR TAMAÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Como una medida de optimización en tamaño de línea de conducción del proyecto del S.O.A.P.A.P. para encontrar un tamaño óptimo de inversión, se propone construirlo en 2 etapas con acueductos paralelos de 2,000 lps de capacidad.

En este caso, las obras que se realizarán en la primera etapa serán: la perforación y equipamiento de 20 pozos en el poblado Rafael Lara para producir 1,500 lps; construcción de un acueducto con capacidad de 2,000 lps; construcción de un tanque de regulación de 25,000 m³ y la construcción del tramo oriente del acuífero.

En la segunda etapa, se perforarán los pozos del poblado Oriental para producir 1,500 lps; se construirá un acueducto paralelo y un tanque de regulación, con las mismas capacidades de la primera etapa. La figura 6.1 muestra esquemáticamente esta opción del proyecto.

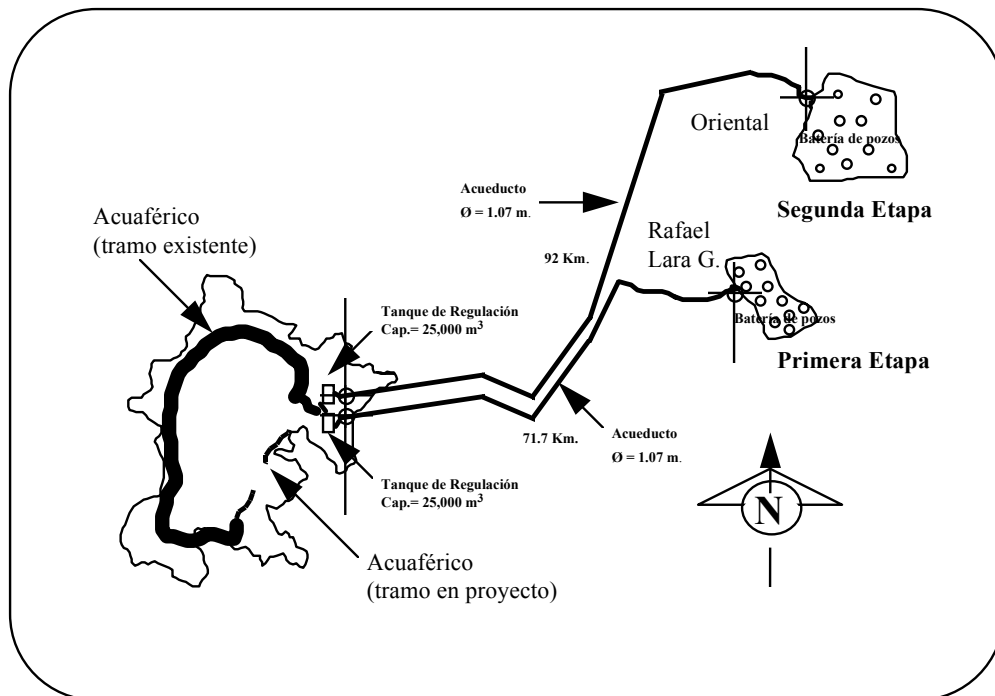


Figura 6.1 Optimización por tamaño de línea de conducción

VII. EVALUACIÓN SOCIAL DE LA OPTIMIZACIÓN POR TAMAÑO

7.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos sociales

Costos de inversión

Los costos estimados de inversión para la ejecución del proyecto contemplando la optimización para la construcción de las dos etapas, se muestran en el cuadro 7.1

Cuadro 7.1 Monto de inversiones para la construcción de la optimización por tamaño del proyecto (miles de pesos, julio 1997)

Concepto	Primera Etapa		Segunda Etapa	
	Inversión Privada	Inversión Social	Inversión Privada	Inversión Social
Perforación y equipamiento electromecánico de 20 pozos en Rafael Lara	8,000	7,624		
Perforación y equipamiento electromecánico de 20 pozos en Oriental			8,000	7,624
Construcción de 71.7 Kms. de línea de conducción	164,910	157,159		
Construcción de 92 Kms. de línea de conducción			211,600	201,655
Construcción de tanque de regulación de 25,000 m ³	4,000	3,812	4,000	3,812
30 Km de acueducto de 1.07mø	69,000	65,757		
2.5 Km de interconexión de 0.35mø	2,677	2,551		
Total	248,587	236,903	223,600	213,091

Fuente: Elaboración propia con base en la información del Estudio de Fuentes Futuras para el Abastecimiento de Agua Potable a la Ciudad de Puebla, Puebla. CNA, 1994.

Costos de operación y mantenimiento.

El incremento en el volumen de abastecimiento de agua generará un aumento en los costos de operación y mantenimiento del S.O.A.P.A.P., así como de administración. Para efectos de evaluación se consideran los costos incrementales estimados para el funcionamiento del proyecto en su concepto original.

7.2 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios sociales

Dado que la optimización no cambia el objetivo del proyecto y lo único diferente al propuesto por el S.O.A.P.A.P. es la forma de conducción del agua, los beneficios sociales atribuibles son los mismos que en el caso del proyecto del S.O.A.P.A.P..

7.3 Momento óptimo de inversión y valor actual neto social (VANS)

De acuerdo a la evaluación y dado que el período de inversión es de un año, el momento óptimo de entrada en operación de la optimización por tamaño, es el año de 2007 para la primera etapa y el año 2012 para la segunda. Los cuadros 7.2 y 7.3 muestran los flujos de beneficios y el momento de iniciar la operación de la primera etapa y segunda etapa, respectivamente.

Cuadro 7.2 Flujo de beneficios y momento óptimo de iniciar la primera etapa de la optimización de las líneas de conducción (miles de pesos, julio 1997)

Año	Anualidad	Beneficio Neto
2005	32,422	17,337
2006	31,559	26,669
2007	31,218	37,630

Fuente : Elaboración propia con base en información proporcionada por la Dirección del S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexo 22

Cuadro 7.3 Flujo de beneficios y momento óptimo de iniciar la operación de la segunda etapa de la optimización de las líneas de conducción (miles de pesos, julio 1997)

Año	Anualidad	Beneficio Neto
2011	26,454	22,938
2012	26,454	34,157

Fuente : Elaboración propia con base en información proporcionada por la Dirección del S.O.A.P.A.P. Detalle en Anexo 24

Asimismo, la evaluación muestra que la optimización por tamaño de línea de conducción propuesta tiene un VANS de 93 millones de pesos.

VIII. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES

8.1 Conclusiones

- El momento óptimo de operar el proyecto de ampliación de oferta denominado “Acueducto Libres-Oriental de la Ciudad de Puebla” propuesto por el S.O.A.P.A.P., es el año 2008, para la primer etapa, y el año 2010 para la segunda.
- El resultado de la evaluación social realizada al nivel de perfil, indica que el proyecto Libres-Oriental para la ampliación de oferta de agua corresponde a una alternativa de solución al problema que origina la idea de realizar este proyecto.
- Comparando el proyecto propuesto por el S.O.A.P.A.P. con la optimización por tamaño de línea de conducción, y considerando un horizonte de evaluación de 30 años, se observa que el proyecto propuesto por el S.O.A.P.A.P. presenta un menor VANS.
- El proyecto considerando la optimización por tamaño en su línea de conducción mostró un mayor VANS, por lo que representa la inversión socialmente óptima a ejecutar. Su momento de entrar en operación es el año 2007 para su primera etapa y el 2012 para la segunda.

8.2 Recomendaciones

- Implementar como programas permanentes la actualización del padrón de usuarios, para la eliminación de clandestinos y la reparación de fugas, para la reducción de pérdidas físicas.
- Revisar la legislación actual para proceder al cobro del denominado servicio social, política seguida por otros Estados; ya que la evaluación del proyecto supone que los usuarios pagan el servicio.
- Se sugiere que el organismo a futuro contrate un estudio de tarificación a costo marginal de largo plazo, ya que este tipo de tarificación permite alcanzar un nivel de eficiencia socialmente aceptable.

8.3 Limitaciones

- La falta de apoyo e interés del organismo operador para realizar la evaluación del proyecto llevó al equipo evaluador a emplear supuestos y criterios de asimilación para algunas variables utilizadas en la evaluación. Por ejemplo, debido a que aún no existe un proyecto con las inversiones requeridas al nivel de perfil para determinar el momento óptimo de operar el proyecto, se calcularon aproximaciones de costo de inversión a partir de conceptos y precios de proyectos similares.