



METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS

D.R.© Banco Nacional de Obras y
Servicios Públicos, S.N.C
*Centro de Estudios para la Preparación y
Evaluación Socioeconómica de Proyectos.*

Registro en Trámite

Se prohíbe la reproducción total o parcial
de esta obra sin autorización por escrito de
su editor.

México

Documento elaborado por:

MDI. Javier Meixueiro Garmendia
Lic. Marco Antonio Pérez Cruz
Dra. Anne Laure Mascle Allemand

DICIEMBRE 2011

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	<i>i</i>
CAPÍTULO I METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS (SCAPT)	1
1.1 Situación actual	1
1.1.1 Oferta actual	1
1.1.2 Demanda actual	3
1.1.3 Interacción oferta-demanda y descripción de la problemática	3
1.2 Situación sin el PPI	5
1.2.1 Optimizaciones	5
1.2.2 Oferta	5
1.2.3 Demanda	5
1.2.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación	6
1.2.5 Alternativas de solución	6
1.3 Situación con el PPI	6
1.3.1 Descripción del PPI	6
1.3.2 Oferta	9
1.3.3 Demanda	9
1.3.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación	10
1.4 Evaluación del PPI	11
1.4.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos	11
1.4.2 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios	12
1.4.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad	13
1.4.4 Análisis de sensibilidad	14
1.4.5 Análisis de riesgos	14
1.5 Conclusiones y recomendaciones	15
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS (SCAPT) DE ESCUELA	16
2.1 Situación actual	16
2.1.1 Oferta	17
2.1.2 Demanda	18
2.1.3 Interacción oferta-demanda y descripción de la problemática	19
2.2 Situación sin el PPI	20
2.2.1 Optimizaciones	20
2.2.2 Oferta	21
2.2.3 Demanda	21
2.2.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación	22
2.2.5 Alternativas de solución	23
2.3 Situación con el PPI	23
2.3.1 Descripción del PPI	23
2.3.2 Oferta	26
2.3.3 Demanda	27
2.3.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación	27
2.4 Evaluación del PPI	29

2.4.1	Identificación, cuantificación y valoración de costos	29
2.4.2	Identificación, cuantificación y valoración de beneficios	29
2.4.3	Cálculo de los indicadores de rentabilidad	30
2.4.4	Análisis de sensibilidad	32
2.4.5	Análisis de riesgos	32
2.5	Conclusión y recomendaciones	35
BIBLIOGRAFÍA		36

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua, la población con servicio formal de agua potable a nivel nacional en Diciembre de 2009 era de 90.7%¹. Sin embargo, existen disparidades entre los Estados de la República Mexicana con un máximo de 98.4% de la población con servicio en el Distrito Federal y un mínimo de 77.8% en Guerrero. En particular, en zonas rurales, la cobertura del sistema formal de agua es en promedio del 78.6%, menor que en zonas urbanas con 94.5%. Aunque el consumo de agua es una necesidad básica, ampliar la cobertura al 100% con un sistema formal de agua potable sería una solución muy costosa para el país. Es por ello que se deben considerar alternativas, una de ellas consiste en aprovechar el agua de lluvia, en particular a través de la instalación de Sistemas de Captación de Agua Pluvial en Techos (SCAPT).

Por lo tanto, con el objetivo de ayudar a las dependencias y entidades de la Administración Pública en la elaboración de los estudios de análisis costo-beneficio, el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) ha elaborado la **“Metodología para la Evaluación Socioeconómica de proyectos del Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos”**.

El desarrollo de esta metodología lo integran dos capítulos. En el primero, se describen los conceptos básicos necesarios para el análisis de los proyectos del SCAPT, mientras que en el segundo, se presenta un caso práctico de un estudio de evaluación de un sistema de captación de agua de lluvia en techos de una escuela. Es importante mencionar, que éste último sólo es ilustrativo, y no obvia el trabajo de campo que se debe realizar para cada Proyecto o Programa de Inversión (PPI), ya que cada uno tiene características particulares.

¹ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2010, “Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”, Edición 2010, www.conagua.gob.mx

Es frecuente que para los proyectos del SCAPT se pretenda dotar a diferentes inmuebles al mismo tiempo. Sin embargo, se debe aplicar la separabilidad de proyectos, ya que cada proyecto del SCAPT tendrá costos y beneficios independientes.

CAPÍTULO I METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS (SCAPT)

En el presente capítulo, se desarrolla la metodología para la evaluación de PPI del SCAPT, la cual está basada en la Metodología General para la Evaluación de Proyectos, publicada por el CEPEP (2008). Por lo tanto, el desarrollo de la metodología considera la descripción de los siguientes cinco puntos:

- Situación actual
- Situación sin PPI
- Situación con PPI
- Evaluación del PPI
- Conclusiones y recomendaciones

1.1 Situación actual

La situación actual consiste en determinar la oferta y la demanda de agua para una población determinada. Asimismo, se realiza la interacción entre ellas, con el objetivo de definir la problemática que, posteriormente, el PPI propuesto resolverá de manera parcial o completa.

1.1.1 Oferta actual

La descripción de la oferta actual, inicia con la localización del municipio en estudio en un mapa. En ese mapa, se puede establecer la localización exacta del inmueble sobre el cual se piensa instalar el SCAPT. Puede ser útil para el inmueble (sea casa, escuela, edificio de oficina, etc.), precisar información de la cual depende la conveniencia de colocar un SCAPT, como la superficie del techo, su estado general, si presenta fugas o filtraciones, así como de que material está hecho (paja, láminas metálicas, madera, etc.).

Para los proyectos del SCAPT, la oferta tiene dos componentes principales: la oferta de agua de lluvia o pluviometría de la zona del proyecto y el sistema de abastecimiento de agua que se está usando en la situación actual.

En un primer paso, se debe definir la pluviometría de la zona del proyecto. Se recomienda para ello usar datos de precipitaciones obtenidos a través de la estación agroclimática más cercana del municipio en estudio, ya que los datos a nivel estatal no serían lo suficiente precisos. Dada la variabilidad de las precipitaciones a lo largo del año, se recomienda que el análisis se haga mensualmente. Idealmente, se necesitan datos históricos sobre un periodo relativamente largo de 10 años, pero a veces esa información es difícil de conseguir. A partir de los datos históricos, se obtiene el promedio de precipitaciones mes a mes en milímetros (mm).

Adicionalmente, se requiere describir de manera detallada cual es el modo actual de abastecimiento de agua de la zona en estudio.

Cabe señalar, que la presente metodología se aplica principalmente cuando en la situación actual no existe un sistema formal de agua, por lo que el presente estudio se enfoca en estos casos. En ese caso, la gente se abastece de agua por otros medios que son el acarreo (ya sea caminando, acompañados de animales o con vehículos) o por camiones de pipas.

En el caso del acarreo, se necesita definir cuáles son las condiciones actuales del camino que lleva hasta la fuente de agua, qué modo de transporte se utiliza, cual es la capacidad de los recipientes que se usan para el transporte, si se usa algún tipo de almacenamiento en el inmueble y la frecuencia con que se realiza el acarreo.

En el caso de abastecimiento por agua de pipas, se precisará la capacidad del camión cisterna, las características del camino que lleva hasta el tanque de almacenamiento y las características del sistema de distribución.

A continuación, se determina la demanda de agua a fin de poder interactuarla con la oferta.

1.1.2 Demanda actual

La demanda de agua se define como la cantidad de agua requerida por los consumidores. Esta cantidad depende del tipo de consumidores y que usos tenga el agua. En general, el cálculo para obtener la cantidad consumida de agua se realiza en litros por día, por persona y después, se convierte en metros cúbicos por mes para el total de consumidores. Se recomienda que el análisis se haga de manera mensual ya que la demanda de agua puede variar mes a mes.

1.1.3 Interacción oferta-demanda y descripción de la problemática

Una vez que se definen la oferta y la demanda, el siguiente paso es realizar el diagnóstico de la situación actual, para lo cual se determinan los costos de abastecimiento de agua (acarreo y pipas).

En el caso del acarreo, el costo principal es el costo de oportunidad del tiempo de las personas que se dedican a ello. Se determina a partir de cuánto tiempo se necesita para hacer un viaje ida y vuelta hasta la fuente de acarreo, valorando ese tiempo con el valor del tiempo de las personas que acarrearán. Generalmente el acarreo a pie, se encargan los niños o amas de casa, sin embargo su tiempo tiene un costo de oportunidad, ya que podrían dedicarse a otras actividades. El CEPEP recomienda usar como valor del tiempo el salario promedio diario de la zona considerando 8 horas de jornada.

Al costo del tiempo de las personas, se pueden añadir otros costos según el caso:

- Costo de oportunidad de los animales que participan en el acarreo, que podría aproximarse al valor de renta del animal para cumplir otra actividad.
- Costos de operación y mantenimiento de los vehículos que se usan para el acarreo. En caso que sean motorizados, podrían determinarse a partir del modelo computacional VOC-MEX III.
- Costos de bombeo si el agua se extrae de un pozo con infraestructura de bombeo.

Una vez obtenido el costo por viaje, se debe multiplicar este costo por la cantidad de viajes realizados para abastecerse. Aunque se recomienda realizar el análisis mensualmente, al final se debe presentar el costo anual de abastecimiento de agua por acarreo de la situación actual.

En el caso del abastecimiento por pipas, el costo de provisión del agua se determina a partir del número de pipas que se requieren al año por la cantidad de agua abastecida por cada pipa. Esa cantidad se valora al precio unitario del agua por pipa. En general, este precio se incrementa con los costos de transporte que tiene que incurrir el camión para llegar al tanque de almacenamiento, así que en zonas rurales el precio es mayor que en zonas urbanas. En zonas muy aisladas, puede ser tan alto este costo, que el abastecimiento por pipas sea poco frecuente, lo que limita el consumo de agua de esas comunidades.

De manera general, la problemática que se detecta para ese tipo de proyectos del SCAPT son los “altos” costos de provisión del agua, así que podría existir una oportunidad de ahorrar costos con la captación de agua de lluvia.

Una vez que se ha definido la situación actual, el siguiente paso es la descripción de la situación sin proyecto, la cual se origina a partir de la inclusión de optimizaciones a la situación actual.

1.2 Situación sin el PPI

1.2.1 Optimizaciones

Las optimizaciones son medidas administrativas o inversiones menores, que permiten reducir la problemática a resolver y así, no atribuir a los PPI beneficios que no le corresponden.

Las optimizaciones más comunes en el caso de PPI del SCAPT son la detección y eliminación de fugas y las medidas que permitan ahorrar agua. Esas optimizaciones tienen como consecuencia el disminuir la cantidad consumida de agua y así, el costo de abastecimiento asociado.

Una vez determinadas las optimizaciones, se presenta de nuevo la oferta, demanda y la interacción entre ambas en la situación optimizada, proyectándolas a lo largo del horizonte de evaluación para determinar lo que se define como la situación sin proyecto.

1.2.2 Oferta

En la mayor parte de los proyectos, la oferta sin proyecto corresponde a la definida en la situación actual y además, no se verá afectada a lo largo del horizonte de evaluación. Sin embargo en algunos casos pueden existir optimizaciones concernientes a la oferta que modifiquen la situación sin proyecto de la actual. Entonces, se deberá plantear de nuevo en este apartado.

1.2.3 Demanda

En general, la mayor parte de las optimizaciones tendrán a disminuir la cantidad consumida de agua, así que se deberá precisar cuál es la demanda de agua en la situación optimizada.

Adicionalmente, puede ser relevante para unos proyectos considerar algún crecimiento de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, debido, por ejemplo, a un aumento del número de consumidores.

1.2.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación

Al nivel de la interacción entre oferta y demanda, se espera que las optimizaciones logren reducir los costos de abastecimiento de agua, por lo que se deberán recalcular. Igualmente, estos costos se proyectarán a lo largo del horizonte de evaluación.

1.2.5 Alternativas de solución

Se recomienda que además del PPI propuesto, se realice una descripción de la mejor alternativa desechada, incluyendo las razones por las que no fue elegida.

En el caso de PPI del SCAPT, algunas alternativas que se pueden considerar son la ampliación del sistema formal de agua si existe en alguna parte del municipio o la construcción de líneas de conducción y tanques comunitarios para limitar el tiempo de acarreo o la construcción de pozos profundos si hay fuentes de agua subterráneas.

1.3 Situación con el PPI

Una vez determinada la situación sin PPI, el siguiente paso es la definición de la situación con PPI, con el objetivo de obtener toda la información necesaria para compararlas en la sección de evaluación del PPI.

1.3.1 Descripción del PPI

La descripción del PPI del SCAPT deberá presentar los siguientes rubros:

- *Descripción general*

Se debe definir en qué consiste el PPI y determinar sus principales componentes.

En general, un proyecto del SCAPT se compone de los siguientes elementos:

- El sistema de captación, que en la mayor parte de los casos está conformado por el techo del inmueble bajo estudio, sin embargo, se puede construir una superficie de captación específica.
- El sistema de conducción, que se refiere al conjunto de canaletas o tuberías que conducen el agua de lluvia del área de captación al sistema de almacenamiento.
- La estructura para el almacenamiento del agua de lluvia. Los materiales más usados para la construcción de cisternas o tanques de almacenamiento son: plásticos, concreto, tabique con recubrimiento.
- El sistema de filtración del agua de lluvia se compone generalmente del tanque de recepción de las primeras lluvias, que se usa cuando se limpia el techo del inmueble y a veces, se coloca un filtro modular de sedimentos.
- El proyecto puede contemplar otros sistemas adicionales, como el de potabilización del agua o de distribución que permita tener toma domiciliaria.

Para mayor información técnica sobre el diseño de los proyectos del SCAPT, se recomienda consultar la bibliografía citada al final de este documento.

- *Localización geográfica*

Se requiere de un mapa o croquis señalando la ubicación del SCAPT.

- *Calendario de actividades*

Se debe precisar el tiempo que durará la inversión y cuándo se planea operar el PPI.

- *Monto total de inversión del PPI*

En este punto, se debe presentar el monto total del costo del PPI sin IVA, desglosándolo en los principales rubros que lo componen: captación, conducción, almacenamiento, filtración, potabilización y distribución.

- *Fuentes de financiamiento de los recursos*

En ese rubro, se precisa las diferentes fuentes de financiamiento de la inversión del proyecto al nivel federal, estatal o municipal.

- *Horizonte de evaluación*

Se define el horizonte de evaluación del proyecto que se compone del tiempo que dura la inversión más los años de operación del sistema. Generalmente, para el SCAPT, se considera un horizonte de evaluación de 10 años.

- *Descripción de los aspectos técnicos, legales, ambientales y de mercado, que tengan un impacto significativo en el resultado del proyecto*

Se deberá incluir una descripción de los aspectos más relevantes de los estudios técnicos, legales, ambientales y de mercado.

En particular, se recomienda verificar que la calidad del agua de lluvia sea para los usos que se le planean dar.

- *Identificación de los principales agentes económicos involucrados*

Se deberán listar los principales actores que participan o son impactados de alguna forma por la ejecución y operación del PPI.

1.3.2 Oferta

La oferta de agua captada por el SCAPT se define a partir de los datos de precipitaciones de la zona, del coeficiente de escurrimiento del techo (que depende de que material está hecho) y de la superficie del mismo. La fórmula es la siguiente:

Abastecimiento del mes j (m^3) = precipitaciones del mes j (mm) * coeficiente de escurrimiento * superficie del techo (m^2) / 1,000

A continuación, se indican los coeficientes de escurrimiento más frecuentes en función de los materiales del techo (UNATSABAR, 2001):

- lamina metálica: 0.9
- tejas de arcilla: 0.8-0.9
- madera: 0.8-0.9
- paja: 0.6-0.7

Potencialmente se podría también considerar pérdidas por concepto de conducción, filtración, potabilización y distribución.

1.3.3 Demanda

En general, la demanda de agua con PPI es igual a la demanda sin PPI. Sin embargo, en algunos casos la demanda con PPI puede ser mayor.

Si en la situación sin proyecto, el costo de abastecimiento de agua es lo suficientemente elevado que restringe el consumo de agua, podría ocurrir que con la captación de agua de lluvia el consumo de agua aumente.

De la misma manera, si el proyecto contempla un sistema de distribución de agua con toma domiciliaria, y en la situación sin proyecto no exista tal sistema, el consumo de agua podría aumentar.

1.3.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación

Mes a mes se debe comparar el abastecimiento de agua de lluvia captado con la demanda de agua. Existen meses en los cuales se presenta un excedente de agua, lo que propicia a llenar el tanque de almacenamiento y meses en los cuales se presenta un déficit de agua, que se intenta cubrir con el agua almacenada durante los meses de excedente.

En cuanto al tamaño del tanque de almacenamiento, existe un óptimo entre tener una capacidad de almacenamiento más grande para poder cubrir la demanda de los meses de sequía y el costo adicional de tal capacidad.

Según la cantidad de agua de lluvia captada y almacenada, puede ser que en la situación con proyecto, se necesite todavía complementar esta forma de abastecimiento con agua de pipas o acarreo. En este caso se deberá determinar el costo de abastecimiento por pipas o acarreo en la situación con proyecto.

En otros casos, la cantidad de agua de lluvia captada será suficiente para cubrir toda la demanda y se considerará que el costo de abastecimiento con proyecto será cercano a cero. Eso no significa que para la operación del proyecto no se deban incurrir en costos de operación y mantenimiento, sin embargo esos costos se incluyen en la sección siguiente.

En el capítulo II sección 2.3.4, se presenta un ejemplo del SCAPT de una escuela que ilustra con más detalles como se puede determinar la interacción entre la oferta y la demanda en la situación con proyecto.

Una vez determinada la situación con proyecto a lo largo del horizonte de evaluación, se puede pasar a la fase de evaluación durante la cual se comparan las situaciones sin y con proyecto a fin de determinar los indicadores de rentabilidad relevantes.

1.4 Evaluación del PPI

1.4.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos

Los costos que se deben considerar para la evaluación de PPI del SCAPT son:

- *Costos de inversión*

En ese apartado se deberán presentar los costos de inversión sin IVA de los diferentes componentes del proyecto: captación, conducción, almacenamiento, filtración, potabilización y distribución.

No se debe olvidar incluir el costo de oportunidad del terreno, ya que por ejemplo, el tanque de almacenamiento ocupará un espacio que tiene usos alternativos.

- *Costos de operación y mantenimiento*

Para asegurar el buen funcionamiento del SCAPT, se necesita de un mantenimiento regular, por lo menos una vez al año, del sistema de captación y conducción (para evitar que se tapen las canaletas y tuberías), así como del tanque de almacenamiento.

En cuanto a los costos de operación son relativamente “bajos” en comparación a la situación sin proyecto, sin embargo se pueden contemplar otros costos como el de la cloración en caso de potabilizar el agua.

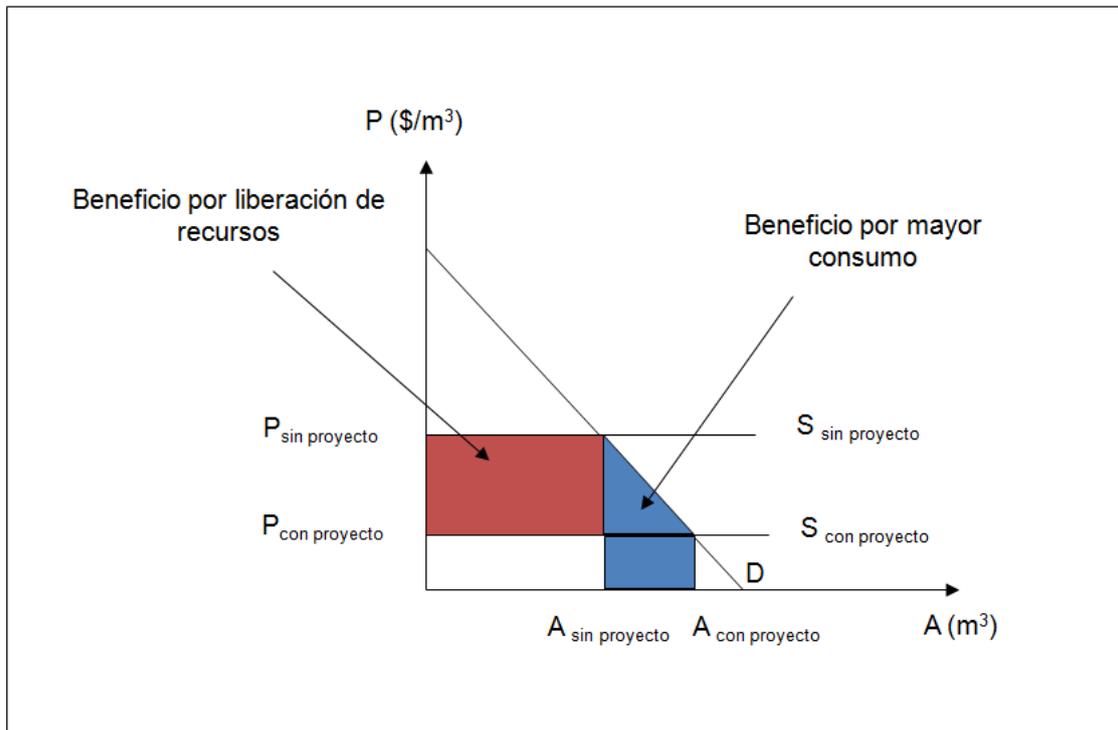
1.4.2 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios

El beneficio principal de los PPI del SCAPT es la liberación de recursos o ahorros en costos de abastecimiento de agua que se incurren en la situación sin proyecto. Se determinan como la diferencia entre los costos de provisión del agua sin proyecto calculados en la sección 1.2.4 y los costos de provisión con proyecto de la sección 1.3.4.

En unos casos, puede ser que debido al proyecto, se presente un mayor consumo de agua. En un estudio a nivel de perfil, el CEPEP recomienda que ese mayor consumo se valore al precio unitario del agua sin proyecto².

² Que se valore el mayor consumo de agua al precio sin proyecto hace que se sobreestimen los beneficios. En un estudio a nivel de prefactibilidad, se debería estimar la curva de demanda de agua y evaluar el mayor consumo de agua al promedio entre el precio sin proyecto y el precio con proyecto como se ilustra en la gráfica 1.1.

Gráfica 1.1 Beneficios del proyecto de SCAPT



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se debe incluir al análisis el valor de rescate del PPI al final del horizonte de evaluación. Se recomienda usar como valor de rescate una proporción de los costos de inversión dependiendo del nivel de desgaste de la infraestructura al final del horizonte de evaluación. Para el valor de rescate del terreno se usará el valor de adquisición.

Ya que se definieron con detalle los costos y beneficios del PPI, se pueden calcular los indicadores de rentabilidad.

1.4.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Generalmente el indicador relevante en el caso de los proyectos de SCAPT será el Valor Presente Neto (VPN) dado por la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{FE_t}{(1+r)^t}$$

Donde

VPN: Valor Presente Neto del PPI

FE_t : Flujo de efectivo del año t

t: Periodo de tiempo (número de años)

r: Tasa social de descuento del 12% anual

n: Número de años del horizonte de evaluación menos uno

Si el VPN es mayor a cero, el PPI es conveniente para la sociedad, sino no se debe llevar a cabo.

Para unos proyectos particulares, los beneficios son crecientes a lo largo del tiempo, ya que la demanda crece y eso hace que el indicador de rentabilidad relevante sea la Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI) que indique cuando es

el momento óptimo de operar el proyecto. La TRI está dada por la fórmula siguiente:

$$TRI = \frac{FE_t}{I_0}$$

Donde

TRI: Tasa de Rendimiento Inmediata del PPI

FE_t: Flujo de efectivo del año t

t: Periodo de tiempo (número de años)

I₀: Valor de la inversión un año antes del primer año de operación del PPI

Si la TRI es mayor a la tasa social de descuento que es igual al 12%, es el momento óptimo de operar, sino se debe postergar el proyecto.

1.4.4 Análisis de sensibilidad

El objetivo del análisis de sensibilidad es estimar cómo varía el indicador de rentabilidad definido anteriormente ante el cambio de alguna variable relevante. En particular, se recomienda modificar el monto de inversión hasta que el VPN sea igual a cero (o que la TRI sea igual al 12%).

1.4.5 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos permite identificar y cuantificar el impacto de los principales riesgos que podrían influir sobre la rentabilidad de este tipo de PPI. En particular, se considerará como cambia el indicador de rentabilidad ante una extensión del periodo de ejecución del PPI. Generalmente, se recomienda que los PPI del SCAPT entren en operación antes de la época de lluvia (cuando el agua captada con proyecto de un mes dado, es mayor a la demanda de ese mismo mes). Si no es el caso, no se asegura que se llene el tanque para abastecer en agua los meses de sequía y se deberá seguir abasteciéndose por acarreo o pipas según sea el caso.

1.5 Conclusiones y recomendaciones

Finalmente, en este rubro, se concluye si el PPI del SCAPT conviene a la sociedad y si es el caso, cuando se debe invertir.

Adicionalmente, se realizan las recomendaciones específicas que dependen del caso particular del PPI.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS (SCAPT) DE ESCUELA

Con el fin de presentar un ejemplo práctico de esta metodología, en el presente capítulo se desarrollará un estudio de evaluación socioeconómica de un proyecto del SCAPT para una escuela primaria. Se recuerda, que el uso de la información incluida en este documento, responde sólo a las particularidades del ejemplo descrito, por lo que se recomienda utilizarlo únicamente como referencia, asumiendo que cada proyecto tiene características que podrían hacer variar los supuestos que aquí se realizan.

En términos generales, se desarrollarán las situaciones actual, sin Proyecto o Programa de Inversión (PPI) y con PPI, con las que se podrá realizar una evaluación de la rentabilidad del proyecto, para que posteriormente se concluya si es conveniente o no llevarlo a cabo.

2.1 Situación actual

Para poder determinar la situación actual, se define a continuación, la oferta y demanda de agua por parte de la escuela primaria bajo estudio y después con la interacción entre ambas, se establecerá cuál es la problemática a resolver.

2.1.1 Oferta

A fin de determinar la oferta, se debe definir por un lado, cuales son las precipitaciones en la zona de la escuela primaria y por otro lado, de qué sistema de abastecimiento de agua dispone la escuela actualmente.

Sin embargo, conviene empezar con una descripción general de las características de la escuela que será útil para determinar la conveniencia de instalar un SCAPT. La escuela bajo estudio cuenta con 3 salones que funcionan dos turnos (matutino y vespertino); mide un total de 160 metros cuadrados (m²), incluyendo pasillos, baño de niñas y de niños, con 3 WC cada uno. Su techo es de lámina metálica lo que permite una mejor conducción del agua de lluvia que otros materiales como la teja o palma.

La escuela primaria se localiza en el municipio X en el estado de Oaxaca. Se obtuvieron los siguientes datos pluviométricos de la estación agroclimática más cercana para el periodo 2008-2010 (cuadro 2.1)³.

Cuadro 2.1 Precipitaciones mensuales en el municipio X (en milímetros), 2008-2010

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2008	67.2	7.2	8.2	15.2	47.2	319.4	629.9	295.3	489.7	174.8	25.6	35.2
2009	39.2	42.6	7.6	48.4	133.2	258.3	398.3	339.5	549.2	218.1	16.8	74.8
2010	39.9	72	26.7	83.2	17.3	184.3	443	451.8	673.5	42.2	52.6	11.4
Promedio	48.8	40.6	14.2	48.9	65.9	254.0	490.4	362.2	570.8	145.0	31.7	40.5

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

A partir de los datos históricos, se calcula el promedio de precipitaciones mensuales. Se observa una gran variabilidad mes a mes, con una época de lluvia que empieza en Junio y termina en Septiembre.

³ Se recomienda usar datos pluviométricos sobre un periodo de 10 años, sin embargo no siempre se dispone de la información.

Actualmente, esta agua de lluvia esta desaprovechada, ya que no se consume y termina infiltrándose al subsuelo.

En la escuela, el sistema de abastecimiento de agua se hace por medio de pipas. La escuela compra pipas de 15 metros cúbicos (m^3) y recarga un tanque que tiene una capacidad de almacenamiento de $20 m^3$. Ese tanque es un rotoplas que se compró hace 5 años y que todavía se estima tiene una vida útil de 10 años. El tanque está conectado a los baños que se alimentan de agua por un sistema de bombeo.

2.1.2 Demanda

El agua de pipas se consume principalmente para los baños, lavarse las manos y el aseo de los salones, no es el agua que toman los niños. Para ese último uso, se adquieren garrafones de agua potable.

Se estima que el consumo de agua no potable para los 186 alumnos, profesores y administrativos es, en promedio, de $1.26 m^3$ por día de escuela. Considerando el promedio de días de escuela mes a mes, se determina en el cuadro 2.2 la demanda mensual de agua en la situación actual. En total, se demandan $252.1 m^3$ de agua para el año 2011.

Cuadro 2.2 Demanda de agua (en m^3), situación actual, 2011

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Días de escuela	15	20	21	13	21	22	6	7	21	22	19	13	200
Consumo de agua	18.9	25.2	26.5	16.4	26.5	27.7	7.6	8.8	26.5	27.7	23.9	16.4	252.1

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

A partir de la información presentada, se puede definir cuál es el consumo actual de agua y con qué regularidad se tiene que pedir pipas para abastecer la demanda.

2.1.3 Interacción oferta-demanda y descripción de la problemática

La demanda de agua se abastece totalmente con pipas de 15 m³. Así cada vez que el tanque presenta un nivel de agua menor a 3 m³ se pide una nueva pipa. Dado que el consumo de agua varía mes a mes, la cantidad de pipas pedidas también cambia, como se ilustra en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Cantidad de pipas y consumo de agua (en m³), situación actual, 2011

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Consumo de agua	18.9	25.2	26.5	16.4	26.5	27.7	7.6	8.8	26.5	27.7	23.9	16.4	252.1
Número de pipas de 15 m ³	2	2	1	1	2	2	1	0	2	2	1	1	17
Abastecimiento de agua	30.0	30.0	15.0	15.0	30.0	30.0	15.0	0.0	30.0	30.0	15.0	15.0	255.0
Abastecimiento - consumo	11.1	4.8	-11.5	-1.4	3.5	2.3	7.4	-8.8	3.5	2.3	-8.9	-1.4	
Abastecimiento - consumo acumulado	11.1	15.9	4.4	3.0	6.5	8.8	16.2	7.4	10.9	13.2	4.3	2.9	

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

La cantidad máxima de agua almacenada a un momento dado en el tanque es de 18 m³, es decir, los 3 m³ de reserva y los 15 m³ de la nueva pipa. Al final del mes de Diciembre, se vacía el tanque para darle el mantenimiento necesario para su buen funcionamiento. En Enero, se piden 2 pipas a lo largo del mes, lo que permite cubrir el consumo de 18.9 m³. Al final del mes, se presentará una reserva de 11.1 m³ que se utilizará los primeros días de Febrero (30.0-18.9=11.1). Sin embargo, dado el consumo de 25.2 m³ en Febrero, de nuevo se piden 2 pipas a lo largo del mes. Con una sola pipa, en los últimos días de

Febrero, no se dispondría del nivel de agua de reserva de 3 m^3 .⁴ Con dos pipas y la reserva de 11.1 m^3 , se permite abastecer el consumo de 25.2 m^3 y al final del mes existe una reserva de 15.9 m^3 ($30.0+11.1-25.2=15.9$). Se sigue el mismo procedimiento para determinar la cantidad de pipas necesarias los meses siguientes. En total en el año 2011, se piden 17 pipas, lo que corresponde a un abastecimiento total de 255.0 m^3 de agua, suficiente para cubrir el consumo de 252.1 m^3 de agua. La diferencia es la cantidad de agua que se usa en Diciembre para la limpieza del tanque.

Considerando un precio por cada pipa de 15 m^3 de 750 pesos, el costo anual de abastecimiento de agua no potable de la escuela es de 12,750 pesos de 2011 ($750*17=12,750$).

Dado la problemática que representa este “alto” costo de abastecimiento de agua, se considera la posibilidad de nuevas formas de provisión de agua y en particular, la posibilidad de aprovechar el agua de lluvia.

Sin embargo, antes de pasar a presentar el proyecto propuesto de SCAPT, se debe primero optimizar la situación actual y definir la situación sin proyecto.

2.2 Situación sin el PPI

La situación sin proyecto corresponde a la situación actual aplicándole las optimizaciones y proyectándola a lo largo del horizonte de evaluación que para este caso será de 10 años.

2.2.1 Optimizaciones

Las optimizaciones son medidas administrativas o inversiones de bajo costo que permiten resolver parte de la problemática. Es importante incluirlas a fin de no asignar al proyecto beneficios que no le corresponden.

⁴ La reserva al final del mes si se pedía una sola pipa sería de 0.9 m^3 ($11.1+15-25.2=0.9$).

Después de una revisión de los baños, se detectó que dos de ellos presentaban fugas. Se propone proceder a un cambio de las peras para limitar las pérdidas de agua.

A continuación, se presenta en qué manera la optimización modifica la situación actual.

2.2.2 Oferta

La oferta no se ve afectada con la optimización propuesta, así que la oferta sin proyecto es idéntica a la oferta de 2011. Adicionalmente, se considera que la misma oferta se mantendrá a lo largo del horizonte de evaluación.

2.2.3 Demanda

Al nivel de la demanda, se considera que una vez las optimizaciones implementadas, la cantidad consumida de agua disminuiría, pasando de 1.26 m³ a 1.20 m³ por día de escuela. El cuadro 2.4 presenta la demanda de agua optimizada para 2011.

Cuadro 2.4 Demanda de agua optimizada (en m³), 2011

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Días de escuela	15	20	21	13	21	22	6	7	21	22	19	13	200
Consumo de agua	18.0	24.0	25.2	15.6	25.2	26.4	7.2	8.4	25.2	26.4	22.8	15.6	240.0

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

En total, el consumo de agua de 2011 baja de 252.1 m³ a 240.0 m³ en la situación optimizada.

Para los años siguientes del horizonte de evaluación (2012-2020), se considerará que ese consumo de agua de 240.0 m³ se mantendrá constante, ya que se anticipa que la población en edad escolar se mantiene constante en ese municipio.

2.2.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación

A partir de la información precedente, se puede recalculer la cantidad de pipas de 15 m³ que la escuela necesita pedir al año (ver cuadro 2.5).

Cuadro 2.5 Cantidad de pipas y consumo de agua (en m³), situación sin proyecto, 2011-2020

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Consumo de agua	18.0	24.0	25.2	15.6	25.2	26.4	7.2	8.4	25.2	26.4	22.8	15.6	240.0
Número de pipas de 15 m ³	2	1	2	1	2	2	0	1	1	2	2	0	16
Abastecimiento de agua	30.0	15.0	30.0	15.0	30.0	30.0	0.0	15.0	15.0	30.0	30.0	0.0	240.0
Abastecimiento - consumo	12.0	-9.0	4.8	-0.6	4.8	3.6	-7.2	6.6	-10.2	3.6	7.2	-15.6	
Abastecimiento - consumo acumulado	12.0	3.0	7.8	7.2	12.0	15.6	8.4	15.0	4.8	8.4	15.6	0.0	

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

Del hecho que la cantidad de agua consumida disminuyó, la frecuencia con la cual se debe pedir pipas bajó. En total, se deben pedir 16 pipas al año, lo que corresponde a un gasto anual por abastecimiento de agua de 12,000 pesos (16*750=12,000).

Sin embargo, antes de presentar a la descripción del proyecto del SCAPT, se deben describir posibles alternativas al proyecto.

2.2.5 Alternativas de solución

Una alternativa para abastecer de agua a la escuela, es la construcción de un pozo profundo para extraer agua del acuífero. Sin embargo, en el caso de esta escuela, el acuífero se localiza a una profundidad de 200 m, lo que hace que los costos de inversión y costos de operación y mantenimiento (en particular de bombeo) de ese proyecto alternativo sean mayores que los costos del proyecto del SCAPT. Por consecuencia, se considera que el proyecto propuesto es preferible.

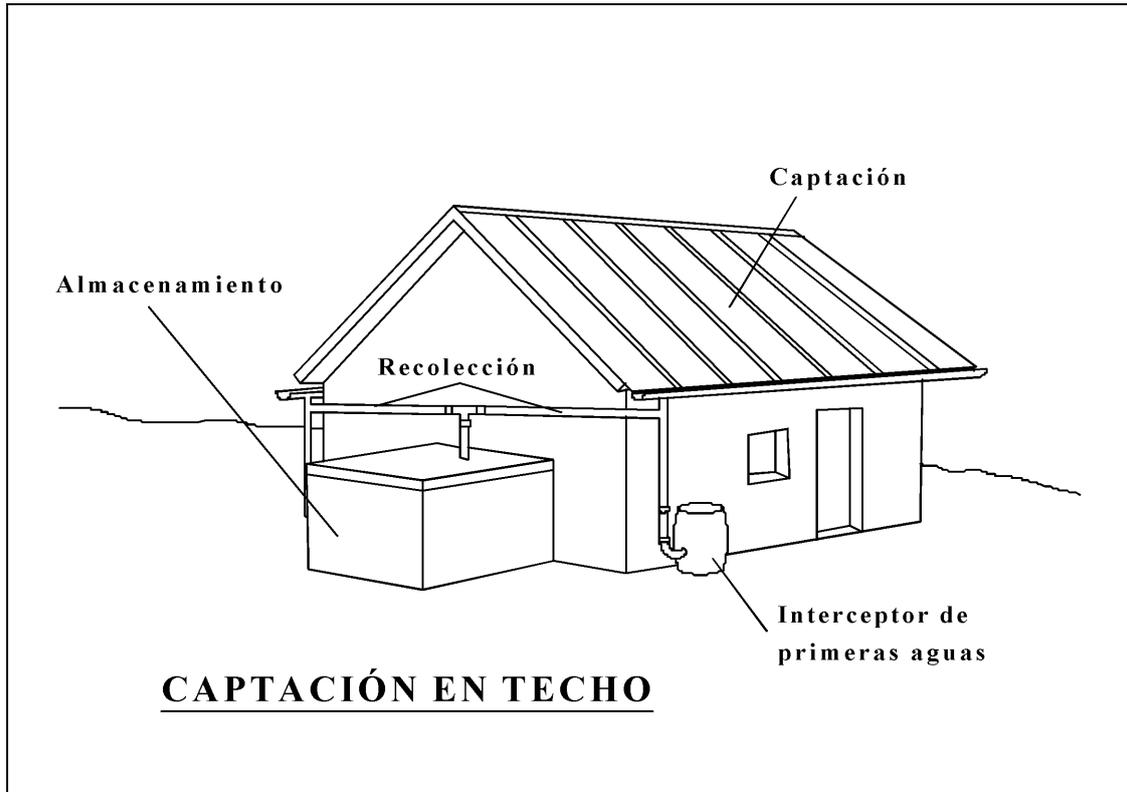
2.3 Situación con el PPI

2.3.1 Descripción del PPI

A fin de poder dar una descripción detallada del proyecto del SCAPT, se desarrollan los siguientes rubros:

- *Descripción general*

El SCAPT que se planea instalar en el techo de la escuela tiene 4 componentes principales que se muestran en el croquis 2.1.

Croquis 2.1 SCAPT

Fuente: Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural, Lima (2001).

El sistema de captación está conformado por el techo de la escuela de lámina metálica, que permite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. Se cuenta con una superficie de captación de 160 m².

El sistema de recolección y conducción permite conducir el agua hasta el tanque de almacenamiento. Se compone por las canaletas que rodean el techo de la escuela (56 metros lineales) y por las que conducen el agua verticalmente (3 m de tubos). El material usado es el policloruro de vinilo (PVC).

Se necesita instalar un sistema de intercepción de las primeras aguas que permite captar las aguas que sirven para limpiar el techo. Este dispositivo impide que se contamine el tanque de almacenamiento. Se considera que se requiere para lavar el techo de un volumen de agua de 1 litro por m² de techo.

El dispositivo se compone de canaletas y de un tanque de plástico de capacidad 160 litros.

Finalmente, el sistema de almacenamiento se compone de diferentes tanques con una capacidad total de 120 m³.⁵ Se reusará el rotoplas de capacidad 20 m³ que se utiliza para almacenar el agua de pipas y se construirá un tanque adicional de concreto y tabiques de capacidad de 100 m³ y de dimensión 10 m de largo por 5 m de ancho por 2 m de altura.

- *Localización geográfica*

El dispositivo se instalará en el techo de la escuela primaria del municipio X localizado en el estado de Oaxaca. Se puede adjuntar mapa para indicar la localización exacta del municipio.

- *Calendario de actividades*

La instalación del SCAPT se planea realizar en 6 meses así que desde Julio 2011 se podría recolectar el agua de lluvia y sustituir la provisión de agua por pipas.

- *Monto total de inversión del PPI*

El monto total de inversión sin IVA más el costo de oportunidad del terreno de 50 m² que se usará para la instalación del tanque es de 70,700 pesos de 2011. Para más detalle sobre los costos, ver sección 2.4.1.

- *Fuentes de financiamiento de los recursos*

⁵ La capacidad de almacenamiento total de 120 m³ se definió a partir de la interacción entre oferta y demanda con proyecto (ver sección 2.3.4).

El financiamiento será del 60% con recursos federales y 40% con recursos propios del municipio.

- *Horizonte de evaluación*

Para el horizonte de evaluación del proyecto se consideran 6 meses de inversión más los años de operación del SCAPT que es de 9.5 años. En 2020, se deberá reinvertir parcialmente en el sistema si se quiere seguir con la captación de agua pluvial.

- *Descripción de los aspectos más relevantes de los estudios utilizados*

El proyecto cuenta con la factibilidad técnica, legal y ambiental. En particular, se precisa que la calidad del agua de lluvia es adecuada para los usos que se le planean dar.

- *Identificación de los principales agentes económicos involucrados*

Los principales agentes económicos involucrados son los alumnos, los padres de familia, los profesores y los administrativos de la escuela que apoyan el proyecto.

A continuación, se redefinen la oferta, demanda y la interacción oferta-demanda pero en la situación con proyecto.

2.3.2 Oferta

La oferta de agua captada por el SCAPT se define a partir de los datos de precipitaciones de la zona, del coeficiente de escurrimiento del techo que se considera de 0.9 para un techo de láminas metálicas y de la superficie del techo, 160 m². La fórmula es la siguiente:

Abastecimiento (m³) = precipitaciones (mm) * coeficiente de escurrimiento * superficie del techo (m²) / 1,000

El cuadro 2.6 presenta el abastecimiento de agua mes a mes en la situación con proyecto.

Cuadro 2.6 Oferta de agua (en m³), situación con proyecto, 2011-2020

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Precipitaciones (mm)	48.8	40.6	14.2	48.9	65.9	254.0	490.4	362.2	570.8	145.0	31.7	40.5	2,113.0
Abastecimiento	7.0	5.8	2.0	7.0	9.5	36.6	70.6	52.2	82.2	20.9	4.6	5.8	304.3

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

2.3.3 Demanda

En cuanto a la demanda con proyecto es muy similar a la demanda sin proyecto, sin embargo aumenta en unos 0.08 m³ por mes o 0.96 m³ en total al año, del hecho que se usa agua para limpiar el techo regularmente (ver cuadro 2.7).

Cuadro 2.7 Demanda de agua (en m³), situación con proyecto, 2011-2020

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Consumo	18.1	24.1	25.3	15.7	25.3	26.5	7.3	8.5	25.3	26.5	22.9	15.7	241.0

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

2.3.4 Interacción oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación

La capacidad de almacenamiento de 120 m³ se definió a partir de la interacción entre oferta y demanda con PPI, de tal manera que permite cubrir la demanda de agua de cada mes dado el abastecimiento de agua mensual. Básicamente, el depósito de agua debe ser suficiente para almacenar el agua durante la época de lluvia, de Julio a Septiembre, para consumirla durante la época de estiaje.

A continuación, el cuadro 2.8 compara abastecimiento y consumo de agua mes a mes, con un capacidad de almacenamiento de 120 m³, empezando por el mes de Junio que es el primer mes del año en que la oferta de agua rebasa el nivel de la demanda. Ese análisis es válido para los años del horizonte de evaluación de 2012 a 2020.

Cuadro 2.8 Interacción oferta-demanda de agua (en m³), situación con proyecto, 2012-2020

Mes	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Total
Consumo de agua	26.5	7.3	8.5	25.3	26.5	22.9	15.7	18.1	24.1	25.3	15.7	25.3	241.0
Abastecimiento	36.6	70.6	52.2	82.2	20.9	4.6	5.8	7.0	5.8	2.0	7.0	9.5	304.3
Abastecimiento - Consumo	10.1	63.3	43.7	56.9	-5.6	-18.3	-9.8	-11.1	-18.2	-23.2	-8.6	-15.8	
Reservas de agua	10.1	73.4	117.1	120.0	114.4	96.1	86.2	75.2	57.0	33.7	25.1	9.3	

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

Con la capacidad total de almacenamiento limitada a 120 m³ (20 m³ del tanque existente + 100 m³ del tanque nuevo), eso permite que las reservas de agua sean siempre mayores a 3 m³, que es el margen de reserva mínimo. Al final del mes de Mayo, se procederá a la limpieza del tanque, por lo cual se vaciará por completo.

Para el año 2011, el SCAPT empezará a operar sólo en Julio y no en Junio, por lo cual se debe checar que no haya déficit de agua hasta la nueva época de lluvia. Sin embargo, el excedente de agua (abastecimiento – consumo) de los meses de Julio, Agosto y Septiembre es suficiente para llenar el tanque, lo que asegura la provisión de agua de los meses siguientes (63.3+43.7+56.9>120.0), así que no se presenten problemas particulares.

Una vez precisada la interacción oferta-demanda con proyecto, se puede proceder a evaluar el proyecto comparando las situaciones obtenidas con y sin proyecto.

2.4 Evaluación del PPI

2.4.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos

El costo de inversión total del SCAPT es de 70,700 pesos de 2011 sin IVA. Se compone del costo de las canaletas de 4,200 pesos, del costo del sistema de intercepción de primeras aguas de 1,500 pesos, del tanque de almacenamiento de 60,000 pesos y del costo de oportunidad del terreno de 5,000 pesos, que se calcula a partir de la superficie del terreno, 50 m² y del precio promedio de un terreno en la zona, de 100 pesos por m².

Adicionalmente a los costos de inversión, se deben considerar los costos de mantenimiento del SCAPT; en particular, la necesidad de limpiar el tanque cada año. En este caso, se considera únicamente el costo de mantenimiento del tanque nuevo, porque con y sin proyecto se deberá dar mantenimiento al tanque existente. El costo por mantenimiento es de 1,200 pesos anuales.

A continuación, se determinan los beneficios del proyecto.

2.4.2 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios

El beneficio principal del SCAPT es por ahorro de costos en provisión del agua por pipas que se incurren en la situación sin proyecto. Se determinó en la sección 2.2.4 que el costo es de 12,000 pesos anuales.

Sin embargo, para el año 2011, el SCAPT entrará en operación sólo en Julio, así que se ahorrará según la información del cuadro 2.5, de Julio a Diciembre,

la compra de 6 pipas a 750 pesos cada una, lo que corresponde a un costo de 4,500 pesos ($6 \times 750 = 4,500$).

Adicionalmente, se debe añadir como beneficio el valor de rescate del sistema, ya que si se da el mantenimiento adecuado, el SCAPT tendrá un valor residual en 2020. Se considera 50% del costo de inversión, a la excepción del valor del terreno, que se incluye a 100%. Eso da un valor de rescate de 37,850 pesos para 2020 ($50\% \times (4,200 + 1,500 + 60,000) + 5,000 = 37,850$).

A partir de la información anterior, se puede proceder a calcular los indicadores de rentabilidad.

2.4.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

En el cuadro 2.9, se presenta el cálculo de los flujos netos de efectivo e indicadores de rentabilidad. Se obtiene un Valor Presente Neto (VPN) positivo del proyecto del SCAPT es de 4,994 pesos de 2011 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 13.6%, lo que es mayor a la tasa social de descuento del 12%.

Sin embargo, antes de poder concluir sobre la rentabilidad de ese proyecto, es útil llevar a cabo un análisis de sensibilidad y riesgo para determinar que tan robustos son los resultados anteriores.

Cuadro 2.9 Flujo de efectivo e indicadores de rentabilidad, 2011-2020 (pesos de 2011)

Año	Periodo	Costos de inversión	Costos de Operación y Mantenimiento	Ahorros de costos de abastecimiento de agua por pipas	Valor de rescate	Flujo neto	Flujo neto descontado	VPN	TIR
2011	0	70,700		4,500		-66,200	-66,200	4,994	13.6%
2012	1		1,200	12,000		10,800	9,643		
2013	2		1,200	12,000		10,800	8,610		
2014	3		1,200	12,000		10,800	7,687		
2015	4		1,200	12,000		10,800	6,864		
2016	5		1,200	12,000		10,800	6,128		
2017	6		1,200	12,000		10,800	5,472		
2018	7		1,200	12,000		10,800	4,885		
2019	8		1,200	12,000		10,800	4,362		
2020	9		1,200	12,000	37,850	48,650	17,544		

Fuente: Elaboración propia con base en los datos presentados anteriormente.

2.4.4 Análisis de sensibilidad

Si el monto de inversión aumenta en 8.5% (respectivamente el valor de rescate que depende del monto de inversión), sería de 72,386 pesos (respectivamente, 41,162 pesos para el valor de rescate), el VPN del proyecto del SCAPT sería igual a cero y la TIR sería igual al 12%.

2.4.5 Análisis de riesgos

Si la instalación del SCAPT no se lleva a cabo en 6 meses como lo previsto y se realiza en 9 meses, el tanque no se podrá llenar durante la época de lluvia de 2011 y se deberá complementar el abastecimiento de agua pluvial con pipas hasta Junio de 2012.

El siguiente cuadro 2.10 describe cual sería la interacción de la oferta y demanda de agua en ese caso de Julio de 2011 a Mayo de 2012.

Cuadro 2.10 Interacción oferta-demanda de agua (en m³), situación con proyecto retrasado, 2011-2012

Mes	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Total
Consumo de agua	7.2	8.4	25.2	26.5	22.9	15.7	18.1	24.1	25.3	15.7	25.3	173.4
Abastecimiento pluvial	0	0	0	20.9	4.6	5.8	7.0	5.8	2.0	7.0	9.5	62.7
Déficit de agua pluvial	-7.2	-8.4	-25.2	-5.6	-18.3	-9.8	-11.1	-18.2	-23.2	-8.6	-15.8	-110.7
Número de pipas complementarias	0	1	1	1	1	1	0	2	1	1	1	10.0
Reserva de agua	8.4	15.0	4.8	14.2	10.9	16.0	5.0	16.8	8.5	14.9	14.1	

Fuente: Elaboración propia con datos recabados durante el trabajo de campo.

De Julio a Septiembre de 2011, el SCAPT no está operando, así que la situación es la misma que la situación sin proyecto (ver cuadro 2.5). A partir del

mes de Octubre 2011, el SCAPT capta el agua pluvial, sin embargo este abastecimiento no es suficiente para cubrir el consumo con proyecto, así que se debe complementar la provisión de agua con pipas de 15 m³. Por ejemplo, en Octubre de 2011, existe un déficit de agua pluvial de 5.6 m³ que la reserva de agua de Septiembre de 4.8 m³ no alcanza a cubrir, así que al principio del mes se tendría que pedir una pipa de 15 m³, por lo cual al final del mes, la reserva de agua será de 14.2 m³ (15+4.8-5.6=14.2).

El hecho que se pidan pipas como complemento del agua de lluvia en la situación con proyecto, hace que los beneficios por ahorro en costos de provisión de agua de pipas sean menores en comparación a si entrará en Julio el proyecto.

De Octubre a Diciembre de 2011, se planean pedir 4 pipas en la situación sin proyecto y 3 en la situación con proyecto desfasado, así que el beneficio por ahorro de costos es sólo por una pipa, es decir, 750 pesos.

De Enero a Diciembre de 2012, se pedirían 16 pipas en la situación sin proyecto y 5 en la situación con proyecto desfasado, así que el beneficio correspondería a ahorrarse el costo de 11 pipas o 8,250 pesos. Después de 2012, la situación es equivalente al proyecto de base y el beneficio es de 12,000 pesos anuales.

En el cuadro 2.11 se presenta como afecta el desfase a los indicadores de rentabilidad. El VPN es negativo en 2,104 pesos y la TIR es de 11.4%, lo que es inferior al 12%.

Cuadro 2.11 Flujo de efectivo e indicadores de rentabilidad, proyecto desfasado, 2011-2020 (pesos de 2011)

Año	Periodo	Costos de inversión	Costos de Operación y Mantenimiento	Ahorros de costos de abastecimiento de agua por pipas	Valor de rescate	Flujo neto	Flujo neto descontado	VPN	TIR
2011	0	70,700		750		-69,950	-69,950	-2,104	11.4%
2012	1		1,200	8,250		7,050	6,295		
2013	2		1,200	12,000		10,800	8,610		
2014	3		1,200	12,000		10,800	7,687		
2015	4		1,200	12,000		10,800	6,864		
2016	5		1,200	12,000		10,800	6,128		
2017	6		1,200	12,000		10,800	5,472		
2018	7		1,200	12,000		10,800	4,885		
2019	8		1,200	12,000		10,800	4,362		
2020	9		1,200	12,000	37,850	48,650	17,544		

Fuente: Elaboración propia con base en los datos presentados anteriormente.

2.5 Conclusión y recomendaciones

De acuerdo a los indicadores de rentabilidad, el VPN es positivo en 4,994 pesos y la TIR es de 13.6%, por lo tanto el proyecto del SCAPT es conveniente y se debe llevar a cabo. Sin embargo, se recomienda que antes de empezar con ese proyecto, se verifique su costeo para no rebasar el costo de inversión previsto.

Igualmente, se recomienda que si hay riesgos de que el proyecto no pueda concluirse antes de la época de lluvia de 2011, mejor se postergue un año su construcción, para que esté listo para el inicio de la época de lluvia de 2012, y no postergarlo sólo 3 meses, como es el caso analizado en la sección 2.4.5.

BIBLIOGRAFÍA

Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), 2008, “Metodología general para la evaluación de proyectos” [disponible en línea:] <http://www.cepep.gob.mx/documentos/2009/metodologia_general.pdf>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2010, “Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”, Edición 2010, [disponible en línea:] <www.conagua.gob.mx>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), “Sistema de captación, almacenamiento y purificación de agua de lluvia”.

Global Environmental Management Education Center (GEM), “Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. Manual de capacitación para la participación comunitaria”.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (INIFAP), Red Nacional de Estaciones estatales Agroclimatológicas. [disponible en línea:] <<http://clima.inifap.gob.mx/redclima>>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 2008, “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”, DOF, 18 de marzo de 2008.

Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR), 2001, “Guía de diseño para captación del agua de lluvia”, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima.