

Índice de contenido del Capítulo 14 / Tomo XVII

14	Análisis financiero y económico	3
14.1.	Antecedentes.....	3
14.2.	Metodología general.....	4
14.2.1.	Métodos de UNIDO y Little y Mirrlees/Squire Van Der Tak (LMST) o precios de frontera	4
14.3.	Componentes del proyecto y descripción general de las obras	5
14.3.1.	Componentes del proyecto.....	5
14.3.2.	Descripción general de infraestructura a desarrollar	6
14.4.	Análisis financiero.....	11
14.4.1.	Costos de inversión	11
14.4.2.	Costos de operación y mantenimiento.....	14
14.4.3.	Estimación de beneficios.....	18
14.4.4.	Flujo de caja	20
14.5.	Análisis de rentabilidad con financiamiento	25
14.6.	Análisis económico (ajustes económicos por concepto de precios sociales, i.e. ajuste por transferencias, precio social de la mano de obra, precio social de la divisa).....	25
14.6.1.	Costos de inversión corregidos a precios sociales	25
14.6.2.	Costos de operación y mantenimiento corregidos a precios sociales.....	27
14.6.3.	Beneficios económicos.....	32
14.6.4.	Cálculo del Valor Actual Neto y Tasa de Retorno Social.....	33
14.6.5.	Otros beneficios económicos asociados con mejoras en el acceso al agua potable y saneamiento.....	39
14.6.6.	Otros costos económicos y sociales del proyecto	41
14.7.	Conclusiones y recomendaciones	42
14.8.	Referencias bibliográficas	43

Índice de cuadros del Capítulo 14 / Tomo XVII

Cuadro 14. 1.	Procedimiento para convertir costos y beneficios del proyecto a precios de frontera	5
Cuadro 14. 2.	Factores de conversión a precios de frontera	5
Cuadro 14. 3.	Costos de inversión de obras de interconexión (portal ventana, desvío río Jucó, toma Río Macho, rápida del embalse, obras subterráneas)	11
Cuadro 14. 4.	Costos de inversión (Desarenador, conducción en túnel, túnel El Llano, túnel Tejar, túnel Lajas, tubería de acarreo, planta potabilizadora sector 8).	12
Cuadro 14. 5.	Costos de inversión (Construcción de acueducto, cámara de carga, planta potabilizadora-CV Damas, CV Damas-Maiquetía, CV Damas-CV Fátima, CV Fátima-Hacienda Vieja, estaciones de válvulas, tanque Jesús de Praga)	12
Cuadro 14. 6.	Costos totales de inversión.....	13
Cuadro 14. 7.	Costo mensual por especialidad solicitada para operación.....	14
Cuadro 14. 8.	Costo aproximado en personal de operación para cada componente	15
Cuadro 14. 9.	Costos de operación y mantenimiento de la planta de potabilización Patarrá	16
Cuadro 14. 10.	Otros costos de mantenimiento del proyecto	17
Cuadro 14. 11.	Composición del consumo.....	18
Cuadro 14. 12.	Cálculo ponderado de la tarifa para el consumo promedio.....	18
Cuadro 14. 13.	Cálculo de ingresos del proyecto.....	19
Cuadro 14. 14.	Flujo de caja del proyecto	21
Cuadro 14. 15.	Indicadores de rentabilidad financiera del proyecto	25
Cuadro 14. 16.	Costos de inversión corregidos a precios sociales	26
Cuadro 14. 17.	Costos de operación y mantenimiento corregidos a precios sociales	28
Cuadro 14. 18.	Beneficios económicos del proyecto	32
Cuadro 14. 19.	Flujo de Caja del proyecto.	34
Cuadro 14. 20.	Indicadores de rentabilidad social del proyecto.....	39
Cuadro 14. 21.	Resumen de beneficios económicos típicos asociados con mejores en el acceso al agua potable.....	41

14 Análisis financiero y económico

14.1. Antecedentes

Este capítulo presenta el análisis financiero y económico del proyecto “AyA Quinta Etapa de Abastecimiento del Acueducto Metropolitano “. Actualmente la producción del Acueducto Metropolitano está muy ajustada cuando se compara con la demanda de la población servida. Esta situación describe no solamente los sistemas administrados por el AyA sino también los otros acueductos a cargo de municipalidades y otras empresas públicas operadoras de acueductos como la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH).

La puesta en operación del Proyecto Orosi a finales de 1987 permitió disfrutar de 6 años durante los cuales la producción global del Acueducto Metropolitano superaba las necesidades de demanda. Sin embargo, con la integración de zonas aledañas como Santa Ana, Vásquez de Coronado, Escazú, Puriscal y Ciudad Colón, junto con el aporte a la planta potabilizadora de Cartago y el crecimiento poblacional en general, se fue experimentando un déficit especialmente durante la época seca. Esta situación se presenta aún con los esfuerzos que se han hecho para captar nuevas fuentes de suministro o ampliar las existentes.

Existe un problema de fondo que es que para los años posteriores al 2018, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) no cuenta con un proyecto de ampliación de la producción de agua que asegure el abastecimiento para gran parte del Área Metropolitana de San José. La consultoría PLAMAGAM (Plan Maestro de Abastecimiento de Agua Potable para el Gran Área Metropolitana) de 1987 realizó un escenario de propuestas a corto y largo plazo para el desarrollo del Acueducto Metropolitano. La opción que reunía las mejores condiciones correspondía a agua subterránea captada de acuíferos del Valle Central. Actualmente tal alternativa, basada en la ampliación del campo de pozos Potrerillos y el Campo de pozos Norte, está contemplada desde el 2011 en los Planes de Inversión del AyA, en el corto plazo. La implementación de estos dos proyectos podrá satisfacer la demanda promedio del sistema hasta el presente año 2018. Sin embargo, no satisfacería las necesidades en condiciones de demanda máxima diaria por lo que en época seca podrían presentarse eventos de escasez y racionamiento. Por esta razón es necesario complementar con otro proyecto de abastecimiento.

La otra alternativa de abastecimiento seleccionada es una segunda línea de aducción que traiga el agua desde el embalse El Llano (Planta Hidroeléctrica de Río Macho-Instituto Costarricense de Electricidad). Esta alternativa es la que cuenta con mayor factibilidad, oportunidad, y fortalezas en estos momentos, tanto desde los puntos de vista técnicos y económicos como de sostenibilidad ambiental. Esta alternativa va de la mano con la implementación de los proyectos de campos de pozos de Potrerillos y Campo Noreste que ya como se aclaró anteriormente ya están en proceso de ejecución, desarrollo y explotación.

El proyecto consiste en ampliar la derivación de agua de 2,1 m³/s hasta unos 4,6 m³/s desde la toma de la Planta Hidroeléctrica Río Macho-Cachí sobre los 1750 msnm en el Embalse El Llano. El agua se conduciría hasta el Valle Central, en el sector de Patarrá de Desamparados, en donde se le daría proceso de potabilización y luego distribución. La fuente de producción del recurso hídrico la compone la cuenca del río Grande de Orosi, que está bien protegida y no presenta deterioros gracias a que se ubica dentro del Parque Nacional Tapantí. La fuente está ubicada en la Vertiente del Caribe que goza de actividad pluvial casi continua durante todo el año por lo que el recurso hídrico es abundante, con caudales mínimos y medios significativos y confiables.

En noviembre del 2012 se suscribió el contrato interinstitucional de prestación de servicios entre el ICE y AyA no. 2012000019 con el objetivo de desarrollar el Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Quinta Etapa de Abastecimiento del Acueducto Metropolitano. La ejecución se inició el 4 de febrero del 2013. Debido a la presentación de una serie de observaciones y recomendaciones del ICE a la ruta original propuesta por el PLAMAGAM, se acordó suscribir una Adenda No. 1 al contrato en diciembre del 2013 que permite replantear la ruta del acueducto y establecer los servicios adicionales requeridos. En diciembre del 2015 se entregó el Estudio de Factibilidad del proyecto Quinta Etapa de Abastecimiento al Acueducto Metropolitano. El proyecto resultante tiene 23,2 kms de acueducto de los cuales 8,51 kms son túneles y el resto tubería enterrada. Luego se planteó por parte del AyA en el oficio SUB-G-AID-UEN-EyC-DF-QAM-2015-039 de fecha 16 de junio del 2015 el desarrollo del Estudio de Factibilidad de las Tuberías de Distribución del Acueducto Metropolitano para Interconectar la Planta Potabilizadora con tres diferentes puntos para la distribución del agua producida con el acueducto denominado Quinta Etapa de Abastecimiento al Área Metropolitana.

14.2. Metodología general

Los pasos básicos que se aplicarán para realizar la evaluación económica y social del proyecto son:

- a) Identificar costos y beneficios directos a precios financieros considerando la situación con y sin proyecto desde la perspectiva del AyA;
- b) Identificar los costos y beneficios directos a precios económicos o corregidos por distorsiones, considerando la situación con y sin proyecto desde la perspectiva de los beneficiarios del proyecto y la sociedad costarricense en general.
- c) Identificar beneficios directos y no indirectos no monetizados del proyecto.
- d) Identificar costos directos e indirectos no monetizados del proyecto.
- e) Hacer recomendaciones

A continuación, se explicará el método seleccionado para homologar precios de bienes y servicios transados a nivel internacional y domésticos.

14.2.1. Métodos de UNIDO y Little y Mirlees/Squire Van Der Tak (LMST) o precios de frontera

Existen dos opciones homologar precios de bienes y servicios que se transan a nivel internacional y los que no son transables. La diferencia básica entre ambas es el uso del numerario o set de precios que se utilizarán en el análisis. El método UNIDO (United Nations International Development Organization) utiliza la estructura de precios domésticos para valorar los beneficios y costos de los proyectos, mientras que el método Little y Mirlees/Squire Van Der Tak (LMST) utiliza los precios internacionales o precios de frontera como numerario.

Este capítulo utilizará los precios de frontera como unidad de cuenta para estimar todos los beneficios y costos económicos del proyecto. El procedimiento para convertir a precios de frontera se resume en el Cuadro 14. 1:

Cuadro 14. 1. Procedimiento para convertir costos y beneficios del proyecto a precios de frontera

ÍTEM	Utilizando precios de frontera
Bienes comercializables	Precio de frontera
Bienes no comercializables	Precio doméstico corregido para distorsiones multiplicado por factor de conversión estándar
Mano de obra calificada	Precio doméstico calculado a costo de oportunidad multiplicado por el factor de conversión estándar
Mano de obra no calificada	Precio doméstico calculado a costo de oportunidad multiplicado por el factor de conversión estándar

Fuente: Asian Development Bank (2014)

Los factores de conversión para trabajar a precios de frontera se muestran en el Cuadro 14. 2.

Cuadro 14. 2. Factores de conversión a precios de frontera

Tasa Social de descuento	8,31%
Factor de conversión estándar	0,9694
Mano de obra calificada alta	0,947
Mano de obra calificada media	0,971
Mano de obra no calificada	0,94
Bienes transables	1
Bienes no transables	FC específico dependiendo del bien

Fuente: Elaboración propia basada en información de MIDEPLAN (2017)

14.3. Componentes del proyecto y descripción general de las obras

14.3.1. Componentes del proyecto

El proyecto “Ampliación del Acueducto Metropolitano” se divide en los siguientes cuatro componentes o conjuntos de obras:

1- Componente N°1 Obras de captación: conexión con las obras del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en el embalse El Llano. La estructura principal corresponde con un “desarenador” que permite regular el paso del agua y minimizar el paso de partículas (sedimentos).

2- Componente N°2 Tramo acueducto a planta potabilizadora: conducción de agua a través de túneles subterráneos (8.51 km), tubería enterrada y tubería expuesta a lo largo de 23.2 km desde el Embalse el Llano en Orosi de Cartago y llegando a la nueva planta potabilizadora ubicada en la parte alta de Patarrá, por el camino a Coris.

3- Componente N°3 Planta potabilizadora: sistema de tratamiento para potabilizar el agua por medio de procesos de floculación, sedimentación, filtración y cloración.

4- Componente N°4 Tuberías de distribución: corresponde con la distribución de agua a través de tubería enterrada y tubería expuesta a lo largo de 19.1 km. El objetivo de estas tuberías es permitir la interconexión desde la planta potabilizadora con tres diferentes puntos de la red de distribución existente en la zona sur del Área Metropolitana. A saber:

4.1. Conducción que se extiende desde el tanque de Curridabat (Ayarco) hasta tanque conocido como La Pelota en Desamparados, en las inmediaciones de Fátima de Desamparados.

4.2. Conducción que se extiende desde Maiquetía en San Rafael Arriba de Desamparados, hasta el Tanque Bello Horizonte en Escazú.

4.3. Conducción que va desde tanque de Curridabat (Ayarco) a los tanques del Sur en Barrio Cuba, San José.

Siempre dentro del componente N° 4 se considera la construcción de: A) estaciones de válvulas para el control de presión y caudal para la distribución del agua, B) un sistema de tanques de almacenamiento y C) una mini central para generación eléctrica

14.3.2. Descripción general de infraestructura a desarrollar

- Componente 1: Obras de captación

Las obras de captación corresponden con la estructura desarenadora, la cual inicia en la salida de la Ventana 1 (punto FV, fin de ventana) y finaliza en el IT inicio del túnel El Llano.

Las obras del componente N°1 abarcan en su totalidad un área aproximada de 1230 m² y se componen de:

- ✓ La conexión con las obras del ICE

El desarenador se conectará con el futuro túnel Paralelo a través de la Ventana 1 con una tubería de acero en galería de 1,20 m de diámetro.

- ✓ Sistema de regulación de caudal (Caseta CV-1)

Caseta conformada a base de muros y losas de concreto armado con una estructura de techos en un área de 140 m². En la línea principal se ubican válvulas de mariposa (funcionamiento abierto/cerrado) y una válvula de regulación de caudal de paso anular (VR-1). Justo aguas abajo de la primera válvula de mariposa (VM-1) se ubica la derivación a un sistema de bypass por medio de una tee reducida de 1,20 m a 0,90 m de diámetro. Este sistema cuenta con la válvula de regulación de caudal de paso anular.

- ✓ Estructura de compuertas

Estructura que conecta la tubería del sistema de regulación de caudal con la transición del desarenador, sus dimensiones internas son 5,00 m de ancho, 3,00 m de alto y 15,05 m de longitud (75,25 m²). En el extremo aguas arriba, a la entrada de esta estructura, se ubica una barrera disipadora de energía de impacto USBR Tipo VI. En el extremo aguas abajo la estructura se divide en tres canales de 1,00 m de ancho cada uno, con una compuerta tipo vagón de 1,00 m de ancho y 2,50 m de alto.

✓ Una transición de entrada

Estructura que une la estructura de compuertas con la cámara desarenadora. Consta de tres canales, cada uno de los cuales pasa de una sección transversal de 1,00 m a una sección de 4,00 m de ancho. El canal central tiene 19,29 m de longitud (en planta) con una pendiente del piso de 7,78%.

✓ Cámara desarenadora

Esta cámara consta de tres canales paralelos con dimensiones útiles de 4,00 m de ancho, 2,50 m de altura y 40 m de longitud (en planta), cada uno. El nivel del agua en la cámara desarenadora está en la cota 1567,00 msnm. La profundidad útil del agua en cada canal es de 2,00 m para el caudal de diseño (4,60 m³/s). El nivel superior de los muros de la cámara se encuentra en la cota 1567,50 msnm. Los canales de limpieza en el fondo tienen un ancho de 1,00 m y una pendiente longitudinal de 4,00%.

✓ Estructura de control (vertedor)

En el extremo aguas abajo de la cámara desarenadora se ubica un vertedor tipo Creager, sin contracciones laterales, cuyo nivel de cresta se ubica en la elevación 1566,68 msnm. El vertedor tiene un ancho neto de 12,00 m. Este vertedor permite mantener el nivel en cada canal en la cota 1567 msnm para el caudal de diseño del desarenador y realizar una descarga controlada hacia una cámara de carga, localizada aguas abajo de la cámara desarenadora.

✓ Cámara de carga

Esta estructura tiene una altura de 14,30 m y sus muros llegan hasta la elevación 1567,50 msnm. La estructura se divide en dos compartimentos, a saber:

- El primer compartimento, ubicado justo aguas abajo del vertedor es rectangular (en planta) de 13,00 m de ancho y 5,00 m de largo. Su nivel de piso es la elevación 1553,20 msnm. Aguas abajo tiene un vertedor de cresta delgada y circular de 0,50 m de radio cuyo nivel de cresta está en la elevación 1558,40 msnm.
- El segundo compartimento corresponde a la transición de entrada hacia el túnel El Llano. En su primer tramo de 5,00 m de largo y 13,00 m de ancho, las paredes están alineadas con la línea centro del desarenador. Luego, inicia una contracción hacia la sección de túnel que pasa de 13,00 m de ancho a 4,94 m con paredes rectas que tienen un ángulo en planta de 45° con respecto a la línea de centro del desarenador. Posteriormente, pasa de 4,94 m a 2,70 m de ancho (diámetro interno del túnel) con paredes curvas con radio de 3,82 m en planta. El nivel de piso del segundo compartimento también se ubica en la elevación 1553,20 msnm.

El nivel de operación en la cámara de carga oscila entre 1558,60 msnm y 1565,60 msnm. Para cada nivel la cámara tiene un volumen de almacenamiento de 900 m³ y 2150 m³, respectivamente.

✓ Sistema de bombeo para limpieza de sedimentos

Sistema que consta de tres tuberías de succión de 0,25 m de diámetro interno (una por canal) en el fondo de los canales de limpieza, en el extremo aguas abajo de cada canal. Las tres tuberías de succión se unen en una sola tubería que luego se bifurca para conectar cada ramal con dos bombas en posición fija capaces de admitir e impulsar sólidos (comúnmente conocidos

como bombas mineras o bombas de lodos). Una de las bombas servirá de respaldo, para permitir labores de mantenimiento en la otra bomba. Las bombas se alojan en un cuarto de bombas contiguo al desarenador. Se propone una sola tubería de descarga de polietileno de alta densidad de 555 m de longitud y 0,25 m de diámetro interno que conecte el sistema de bombeo con el túnel de excedencias del C.P Río Macho, para que el túnel conduzca la mezcla de agua con sedimentos al río Macho.

- ✓ Un bypass al Acueducto Orosi

Conexión con tubería de acero entre la cámara de carga y un punto en el tramo final de la tubería del bypass existente (conexión del túnel 1 del Centro de Producción Río Macho y el acueducto Orosi). Este nuevo bypass consiste en una tubería de acero de diámetro 1,00 m y longitud en planta de aproximadamente 243 m. La tubería inicia en un punto ubicado en uno de los muros de la cámara de carga y se conecta a la tubería del bypass existente. Además, se propone la colocación de una caseta de válvulas para la regulación de caudal hacia el acueducto Orosi. Esta caseta se compone de: válvulas de mariposa (operación abierto/cerrado), una válvula de regulación de paso anular, una válvula de aire y un medidor del flujo. También cuenta con un bypass de 600 mm con una válvula de regulación de paso anular.

- Componente 2: Tramo acueducto a planta potabilizadora

- ✓ Túnel El Llano

Obra subterránea que corresponde con el primer tramo de la conducción. Tiene una longitud total en planta de 4630,98 m entre el punto IT (inicio de túnel), ubicado a la salida de la cámara de carga del desarenador, hasta el portal de salida denominado como FT (fin de túnel). La pendiente del túnel es de 0,30% y tiene una sección circular de 2,70 m de diámetro interno. A partir del FT, el túnel se une por medio de una reducción de 2,70 m a 1,20 m a la tubería.

- ✓ Túnel Tejar

Obra subterránea de conducción del agua que se ubica entre la tubería del sector 3 y la tubería del sector 5. Tiene una longitud real de 3669,73 m entre el punto IT, ubicado en el estacionamiento local 0+000 hasta el FT en el portal de salida. El túnel inicia con una pendiente de -0,50% hasta el PI-1 (V) ubicado en el estacionamiento local 2+070, después de este punto y hasta el FT la pendiente es de 2,94%. Además, cuenta con un pozo de ventilación de aproximadamente 174 m de altura ubicado sobre el PI-1 (V), con el fin de permitir una adecuada aireación durante los procesos de llenado y vaciado del túnel. La sección transversal del túnel es circular de 2,70 m de diámetro.

- ✓ Túnel Lajas

Obra subterránea que se ubica en el sector 7 de la conducción por tubería. Se planteó debido a que las elevaciones del camino superaban las elevaciones máximas permisibles para la operación de la tubería de conducción por gravedad, el alineamiento horizontal por calle pública en este tramo no es factible, por lo tanto, se definió el paso de tubería a través de este túnel. El túnel tiene una longitud total de 210 m y una pendiente de 0,5%.

- ✓ Tuberías de conducción

La tubería de conducción se divide en los siguientes tramos o sectores:

- Sector 3: Tramo entre el túnel El Llano y el túnel Tejar.

- Sector 5: Zona de San Isidro y El Tejar del Guarco.
- Sector 6: Tramo en la zona de Coris de Cartago.
- Sector 7: Tramo en la zona de Lajas de Cartago.

Mayoritariamente la tubería será enterrada, aunque en algunos casos se construirá expuesta.

- Componente 3: Planta potabilizadora

Corresponde a una planta potabilizadora de filtración rápida con acondicionamiento previo a base de coagulación, floculación y sedimentación, utilizando la tecnología CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria).

En términos generales la planta Potabilizadora estaría compuesta por unidades que funcionan por gravedad; mezcla rápida de reactivos mediante dispositivo hidráulico tipo rampa, floculación hidráulica de flujo horizontal, decantación por medio de sedimentación de alta tasa de tipo laminar, filtración rápida descendente, tasa declinante y del tipo autolavante.

La planta Potabilizadora considera también un sistema de tratamiento y disposición de lodos provenientes del sistema de floculadores-decantadores y del lavado de filtros.

- Componente 4: Tuberías de distribución

Este componente abarca la construcción de las siguientes obras:

- ✓ Cámara de carga

Consiste en un tanque de almacenamiento conectado en el extremo aguas arriba, al tanque de contacto de cloro de la Planta Potabilizadora a través de un vertedor frontal y conectado, en el extremo aguas abajo, al primer tramo de conducción (planta potabilizadora – Damas), a través de una toma de aguas de eje horizontal, una caseta de válvulas y un pequeño tramo de tubería de acero A36 de 1,2 m de diámetro.

- ✓ Tuberías de distribución

La tubería de distribución se divide en los siguientes tramos:

- Tramo N°1 Planta Potabilizadora – Damas: Tubería de presión que se ubica entre la Planta Potabilizadora y la estación de válvulas Damas.
- Tramo N°2 Damas – Maiquetía: Tubería de presión que se ubica entre la estación de válvulas Damas y la interconexión con la tubería de succión del sistema de bombeo Maiquetía.
- Tramo N°3 Damas – Fátima: Tubería de presión que se ubica entre la estación de válvulas Damas y la estación de válvulas Fátima.
- Tramo N°4 Fátima – Hacienda Vieja: Tubería de presión que se ubica entre la estación de válvulas Fátima y la interconexión tubería Hacienda Vieja.

En su mayoría la tubería será enterrada, aunque en algunos casos se construirá expuesta.

- ✓ Estaciones de válvulas

Dentro de este componente se construirán tres estaciones de válvulas, a saber:

- Estación de válvulas Damas

La estación se ubicará en el distrito de Damas del cantón de Desamparados, en un lote con un área de 3600 m². Consiste en un sistema de válvulas de control para la derivación de caudal hacia la conducción Damas – Maiquetía y la conducción Damas – Fátima.

➤ Estación de válvulas Jorco

La estación se ubicará en el distrito de San Rafael Arriba del cantón de Desamparados, en un lote con un área de 1700 m². Consiste en un sistema de válvulas de control para la derivación de caudal hacia la sección Maiquetía y hacia la sección San Juan de Dios.

➤ Estación de válvulas Fátima

La Estación de Válvulas Fátima se ubicará en el sector de Fátima de Desamparados. Tendrá un área total de 525 m² y se construirá en un lote con un área total de 1532 m². Esta estación consiste en un sistema de válvulas de control para la derivación de caudal hacia tres secciones.

✓ Interconexión tubería Hacienda Vieja

Interconexión con la tubería de distribución existente Curridabat Tanques del Sur (900 mm). En este punto la tubería recibe un caudal máximo de 600 l/s proveniente de una de las derivaciones de la estación de Válvulas Fátima. Se incluirá una válvula de mariposa.

✓ Descarga Planta Potabilizadora

Elemento que dirigirá las aguas provenientes de la planta potabilizadora como producto del tratamiento de lodos o del tratamiento de aguas contaminadas hacia un cuerpo receptor (perteneciente a la cuenca de la Quebrada Mesas), por medio de un alcantarillado de al menos 400 mm y una longitud aproximada de 240 m.

✓ Tanque Jesús de Praga

Sistema compuesto por 4 tanques de almacenamiento, cada uno con un volumen útil de 10 000 m³. Los tanques tendrán dimensiones de 60 m de largo, 35 m de ancho y 7,25 m de alto.

✓ Interconexión a tubería de Bombeo Maiquetía

Interconexión del tramo Damas – Maiquetía con la tubería de succión del sistema de bombeo de Maiquetía. En dicho punto se deberán incluir 3 válvulas de mariposa.

✓ Mini-central para generación eléctrica

La mini-central hidroeléctrica se ubica aguas abajo de la Planta Potabilizadora en la cota 1400 m.s.n.m. La tubería de presión tiene una longitud de 3906 m de longitud, un diámetro de 1,2 m y transporta un caudal de 2,50 m³/s.

Requiere la construcción de una casa de máquinas que incluya una turbina con válvulas reguladoras de presión y un tanque de carga constante en la cota 1400 msnm.

14.4. Análisis financiero

A continuación, se presenta el análisis financiero del proyecto como primer paso en la evaluación económica y social. Todos los costos se expresan en US\$ y son precios constantes.

14.4.1. Costos de inversión

Los costos de inversión de las obras del proyecto AyA Quinta Etapa de Abastecimiento del Acueducto Metropolitano se muestran en el Cuadro 14. 3, Cuadro 14. 4 y Cuadro 14. 5. Esta información fue tomada del informe ICE (2017).

Cuadro 14. 3. Costos de inversión de obras de interconexión (portal ventana, desvío río Jucó, toma Río Macho, rápida del embalse, obras subterráneas)

Inversiones	Año		
	1	2	3
Mano de obra	230.413	1.615.851	539.327
Cargas sociales	120.744	846.759	282.625
Uso de equipo	96.732	1.126.557	287.068
Uso de Maquinaria	639.194	2.925.479	633.726
Materiales	910.301	6.595.616	2.486.608
Alimentación y hospedaje	-	60.972	21.353
Compuertas rejillas y otros	-	426.809	233.828
Servicios y alquileres	-	278.412	79.336
Herramientas y mobiliario	1.333	1.570	0
Equipo electromecánico CM	-	155.665	44.335
Contratos mayores	22.935	16.844	0
Total	2.021.653	14.050.533	4.608.206

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

Cuadro 14. 4. Costos de inversión (Desarenador, conducción en túnel, túnel El Llano, túnel Tejar, túnel Lajas, tubería de acarreo, planta potabilizadora sector 8).

Inversiones	Año					
	1	2	3	4	5	6
Terrenos	1.396.285	1.427.419	-	-	-	-
Mano de obra	-	-	4.128.071	7.456.561	3.238.914	54.922
Cargas sociales	-	-	2.163.246	3.907.484	1.697.298	28.781
Materiales	-	-	8.245.640	29.232.067	19.050.758	1.210.652
Uso de equipo	-	-	3.593.839	7.446.914	8.844.366	15.445
Uso de maquinaria	-	-	12.725.546	11.555.071	7.426.529	82.237
Servicios y alquileres	-	-	1.837.158	2.273.488	2.314.827	536.356
Alimentación y hospedaje	-	-	39.096	22.773	158	-
Contratos mayores	-	-	4.693.825	10.207.302	7.150.243	-
Compuertas rejillas y otros	-	-	-	-	255.950	-
Total	1.396.285	1.427.419	37.426.420	72.101.659	49.979.043	1.955.393

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

Cuadro 14. 5. Costos de inversión (Construcción de acueducto, cámara de carga, planta potabilizadora-CV Damas, CV Damas-Maiquetía, CV Damas-CV Fátima, CV Fátima-Hacienda Vieja, estaciones de válvulas, tanque Jesús de Praga)

Inversiones	Año	
	1	2
Terrenos	3.999.670	0
Mano de obra	2.598.835	437.137
Cargas sociales	1.361.875	229.074
Materiales	21.155.608	2.376.487
Uso de equipo	813.504	166.384
Uso de maquinaria	4.965.330	1.239.396
Servicios y alquileres	42.768	5.177
Alimentación y hospedaje	4.499	1.292
Contratos mayores	1.962.563	239.153
Compuertas rejillas y otros	240.723	39.277
Total	37.145.375	4.733.376

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

Cuadro 14. 6. Costos totales de inversión

Inversiones	Año					
	1	2	3	4	5	6
Terrenos	5.395.954,57	1.427.419,21				
Mano de obra	2.829.248,5	2.052.987,61	4.667.397,84	7.456.561,12	3.238.913,54	54.921,91
Cargas Sociales	1.482.619,58	1.075.833,26	2.445.870,49	3.907.484,09	1.697.297,58	28.780,89
Uso de equipo	910.235,66	1.292.941,29	3.880.906,56	7.446.913,60	8.844.366,44	15.445,04
Uso de maquinaria	5.604.523,55	4.164.874,08	13.359.271,70	11.555.070,50	7.426.528,68	82.237,43
Materiales	22.065.909,70	8.972.103,01	10.732.247,90	29.232.066,80	19.050.757,50	1.210.652,10
Alimentación y hospedaje	4.498,54	62.264,12	60.449,24	22.773,00	158,14	0
Compuertas, rejillas y otros	240.723,10	466.085,71	233.827,96	0	255.950,45	0
Servicios y alquileres	42.767,87	283.588,59	1.916.493,84	2.273.487,6	2.314.827,05	563.355,54
Herramientas y mobiliario	1.333,01	1.570,29	0			
Equipo electromecánico CM	0	155.664,95	44.335,05			
Contratos mayores	1.985.498,77	255.996,05	4.693.825,48	10.207.302,4	7.150.243,45	0
Total	40.563.312,9	20.211.328,2	42.034.626	72.101.659,20	49.979.042,80	1.955.392,91

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

14.4.2. Costos de operación y mantenimiento

Para la determinación de los costos de operación y mantenimiento se procedió a efectuar una serie de estimaciones que contemplara personal, insumos de operación y mantenimientos mayores (ICE, 2017). El Cuadro 14. 7 muestra los costos mensuales por especialidad para la etapa de operación.

Cuadro 14. 7. Costo mensual por especialidad solicitada para operación¹

Escala	Salario mensual
Ejecutivo experto	2.864,89
Jefe técnico	1.393,58
Técnico	1.161,00
Ejecutivo especialista	2.622,45
Técnico especialista	1.267,57
Gestor general	1.049,33
Oficial general	876,97

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

El Cuadro 14. 8 muestra el costo aproximado en personal de operación para cada componente.

¹ Aproximadamente 34% del salario son cargas sociales.

Cuadro 14. 8. Costo aproximado en personal de operación para cada componente

Escala	Personal planta potabilizadora		Personal unidad de control		Mantenimiento tubería Orosi II		Personal para toma de aguas		Personal para desarenador	
	Cantidad	Costo anual	Cantidad	Costo anual	Cantidad	Costo anual	Cantidad	Costo anual	Cantidad	Costo anual
Ejecutivo experto	1	34.378,68	1	34.378,68						
Jefe técnico	4	66.891,84	5	83.614,80			4	66.891,84	2	33.445,92
Técnico	4	55.728,00					2	27.864,00	2	27.864,00
Ejecutivo especialista	1	31.469,40								
Ejecutivo especialista	1	31.469,40								
Ejecutivo especialista	1	31.469,40								
Ejecutivo especialista	1	31.469,40								
Ejecutivo especialista	1	31.469,40	2	62.938,80	1	31.469,40	0,5	15.734,70	0,5	15.734,70
Jefe técnico	1	16.722,96	1	16.722,96	0,2	40.135,10				
Técnico especialista	2	30.421,68			0,4	6.084,34	2	30.421,68	1	15.210,84
Jefe técnico	1	16.716					1	16.716,00		
Técnico especialista	6	91.265,04			2	30.421,68				
Jefe técnico			3	50.168,88						
Gestor general			6	75.551,76					2	25.183,92
Oficial general			6	63.141,84	8	84.189,12	5	52.618,20	2	21.047,28
Total anual por componente	469.471,20		386.517,72		192.299,64		210.246,42		117.439,38	

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

Para el costo de operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora, se realizó una proyección con respecto a la planta de Tres Ríos, las cuales tienen una dimensión semejante. Los costos se proyectaron de forma anual y proporcional a los metros cúbicos de procesamiento real. El cálculo se muestra en el Cuadro 14. 9.

Cuadro 14. 9. Costos de operación y mantenimiento de la planta de potabilización Patarrá

Planta Tres Ríos			Proyección Patarrá	
			Producción anual (m3)	63.627.569
Insumos	Mensual	Costo anual	Tipo de proyección	Costo anual
Materiales de operación	36.163,33	433.960,00	Proporcional	431.341,15
Mano de obra	33.840,00	406.080,00	Presupuesto detallado ²	469.471,20
Energía	3.444,80	41.337,60	Proporcional	41.088,46
Teléfono	163,88	1.966,56	Igual	1.966,56
Materiales de oficina	4,70	56,40	Igual	56,40
Materiales de limpieza	141,40	1.697,00	Igual	1.697,00
Materiales de construcción	1040,00	12.480,00	Igual	12.480,00
Materiales de seguridad ocupacional	3,00	36,00	Igual	36,00
Accesorios de desinfección	26,50	318,00	Igual	318,00
Accesorios de laboratorios	10,88	130,56	Igual	130,56
Accesorios y equipos electromecánicos	30,00	360,00	Igual	360,00
Combustible (vehículos y generador)	1051,00	12.612,00	Igual	12.612,00
Trabajos contratados	186,73	2.240,76	Igual	2.240,76
Servicio de vigilancia	9.468,00	113.616,00	Igual	113.616,00
Mantenimiento de zonas verdes	1.530,00	18.360,00	Igual	18.360,00
Alquiler de equipos	248,00	2.976,00	Igual	2.976,00
Total anual				995.134,09

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

² Ver Cuadro 14. 8

El Cuadro 14. 10 muestra otros costos de mantenimiento. Se estiman porcentajes de reinversión que se considera podrían incurrirse durante distintos lapsos de la vida del proyecto.

Cuadro 14. 10. Otros costos de mantenimiento del proyecto

Elemento del proyecto	Monto referencia	Porcentaje para mantenimiento	Valor total del mantenimiento	Período de recurrencia (años)	Monto total a aplicar	Indicación de rubro
Costo mantenimiento menor de toma de agua	19.760	100%	19.760	1	19.760	Valor promedio del ICE
Operación de toma de aguas	245.520	100%	245.520	1	245.520	Según presupuesto detallado
Mantenimiento mayor de la toma de aguas	22.655.000	30%	6.796.500	20	339.830	Reponer hasta un 30% de la obra civil y equipos en 20 años.
Mantenimiento del desarenador	4.622.000	45%	2.079.000	15	138.660	Dar mantenimiento mayor a las obras civiles y equipos.
Electricidad para toma y desarenador	87.600	100%	87.600	1	87.600	200 kw instalados
Operación del desarenador	166.510	100%	166.510	1	166.510	Del presupuesto detallado.
Túneles del acueducto principal	58.238.500	45%	26.207.330	20	1.310.370	Reponer hasta un 45% del revestimiento cada 20 años.
Túnel Montecristo Desarenador	6.961.800	45%	3.132.810	20	156.640	Reponer hasta un 45% del revestimiento cada 20 años.
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II	41.545.400	30%	12.463.620	10	1.246.360	Reponer hasta un 30% de los materiales metálicos en 10 años.
Operación de la tubería Orosi II	249.420	100%	249.420	1	249.420	Presupuesto detallado.
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora	20.000.000	30%	6.000.000	20	300.000	Reponer hasta una 30% de la obra civil y equipos en 20 años.
Materiales para la tubería de distribución	19.065.920	30%	5.719.770	10	571.980	Reponer hasta un 30% de los materiales metálicos en 10 años.
Materiales para el mantenimiento de válvulas	2.677.000	100%	2.677.000	15	178.470	Actualizar las válvulas y control cada 15 años
Operación estación de válvulas y sistema de control	462.650	100%	462.650	1	462.650	Presupuesto detallado
Indirectos generales	6.722.480	15%	1.008.370	1	1.008.370	Aplicación de indirectos y costos empresariales a las obras de acueducto durante el mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

14.4.3. Estimación de beneficios

Para determinar el ingreso se procedió primero a calcular la tarifa promedio por metro cúbico según la composición mostrada en el Cuadro 14. 11. Aquí también se utilizó información obtenida de ICE (2017) y datos crudos obtenidos de Financiero Contable de Ingeniería y Construcción dentro del Instituto Costarricense de Electricidad.

Cuadro 14. 11. Composición del consumo

Tipo de cliente	M3 facturados	% del total
Domiciliar	91.095.795	77,9%
Empresarial	18.442.563	15,8%
Gobierno	2.782.385	2,4%
Preferencial	4.638.630	4,0%

Fuente: ICE (2017)

Ya que la tarifa está en función del volumen facturado por cada servicio, es necesario determinar un consumo promedio por servicio. Para esto se utilizó el registro de producción, facturación y cantidad de servicios de Acueductos y Alcantarillados para el período 2004-2016. A partir del volumen facturado se genera la curva de consumo promedio mensual por servicio. Se determinó que el volumen promedio consumido por cada servicio es de 21 m3/mes. A partir de este valor se hizo un cálculo de la facturación promedio por cada tipo de servicio. Esto se muestra en el Cuadro 14. 12.

Cuadro 14. 12. Cálculo ponderado de la tarifa para el consumo promedio

Tarifas de acueducto (del 1/1/2017 al 31/12/2017)									
					Costo por tipo de tarifa para el consumo promedio				
Tipo de tarifa	Domiciliar	Empresarial	Preferencial	Gobierno	Domiciliar	Empresarial	Preferencial	Gobierno	M3 tarifado
Tarifa medida									
0-15 m3/s	0,52	2,03	0,52	2,03	7,73	30,50	7,73	30,5	15
16-25 m3/s	1,03	2,47	1,03	2,47	6,19	14,81	6,20	14,81	6
26-40 m3/s	1,14	2,47	1,03	2,47	0	0	0	0	
41-60 m3/s	1,34	2,47	1,03	2,47	0	0	0	0	
61-80 m3/s	2,47	2,47	1,14	2,47	0	0	0	0	
81-100 m3/s	2,47	2,47	1,14	2,47	0	0	0	0	
101-120 m3/s	2,59	2,47	1,14	2,47	0	0	0	0	
➤ 120 m3/s	2,59	2,59	1,14	2,59	0	0	0	0	
					13,92	45,31	13,92	45,31	
Tarifa mínima					14,09	47,79	41,36	180,00	
Cargo fijo mensual	2,50	2,50	2,50	2,50	16,59	50,29	43,86	182,49	
% de representatividad en la demanda					77,9%	15,8%	4,0%	2,4%	
Valor ponderado para la tarifa promedio					12,92	7,93	1,74	4,34	26,93

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad

La conversión de esta tarifa a cada metro cúbico facturado da como resultado un costo de \$1,28/m3. Este precio se usará para determinar el ingreso total esperado para el proyecto (Cuadro 14. 13). Se obtuvieron los datos de producción anual esperada para el acueducto, ajustados por un factor de agua no contabilizada de 33%. En el escenario sin proyecto, el factor de agua no contabilizada es de 50%. El proyecto genera una importante recuperación gracias a las mejoras en medición y control de fugas contempladas dentro del mismo. Los datos de producción están basados en el caudal de producción requerido para el Acueducto Metropolitano Quinta Etapa (Orosi II) durante el verano e invierno.

Cuadro 14. 13. Cálculo de ingresos del proyecto

Año	Ingresos a partir del 2024					
	Volumen producido (m3)				Volumen facturado (m3)	Monto \$
	Domiciliar	Empresarial	Preferencial	Gobierno		
2024	34.776.495	4.674.949	1.175.832	705.298	29.647.672	38.019.609
2025	33.399.185	4.489.799	1.129.264	677.365	28.473.487	36.513.857
2026	35.655.928	4.793.169	1.205.567	723.134	30.397.406	38.981.055
2027	38.391.147	5.160.860	1.298.047	778.607	32.729.236	41.971.349
2028	41.200.131	5.538.468	1.393.022	835.575	35.123.952	45.042.288
2029	44.085.524	5.926.346	1.490.581	894.094	37.583.808	48.196.760
2030	45.435.008	6.107.755	1.536.208	921.462	38.734.271	49.672.092
2031	47.674.020	6.408.742	1.611.912	966.871	40.643.075	52.119.905
2032	49.997.986	6.721.149	1.690.488	1.014.004	42.624.303	54.660.594
2033	51.602.445	6.936.834	1.744.736	1.046.543	43.992.137	56.414.679
2034	54.105.642	7.273.335	1.829.372	1.097.310	46.126.164	59.151.313
2035	52.665.708	7.079.767	1.780.686	1.068.107	44.898.590	57.577.097
2036	52.131.252	7.007.921	1.762.616	1.057.268	44.442.956	56.992.800
2037	52.505.840	7.058.276	1.775.281	1.064.865	44.762.299	57.402.320
2038	53.793.171	7.231.330	1.818.807	1.090.973	45.859.775	58.809.702
2039	53.068.293	7.133.886	1.794.298	1.076.272	45.241.802	58.017.225
2040	53.990.022	7.257.792	1.825.463	1.094.966	46.027.595	59.024.911
2041	53.268.978	7.160.863	1.801.083	1.080.342	45.412.890	58.236.626
2042	54.237.564	7.291.069	1.833.832	1.099.986	46.238.630	59.295.539
2043	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2044	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2045	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2046	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2047	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2048	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2049	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2050	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2051	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2052	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2053	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2054	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
2055	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443
Hasta 2084	54.508.228	7.327.454	1.842.984	1.105.475	46.469.376	59.591.443

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable IC, Instituto Costarricense de Electricidad

14.4.4. Flujo de caja

Principales parámetros

La vida útil del proyecto son 60 años a los que se le adicionan 6 años para la inversión inicial; el horizonte de tiempo total es de 66 años. El costo de capital es de 8%. Los precios son constantes. El Cuadro 14. 14 muestra el flujo de caja financiero del proyecto.

Cuadro 14. 14. Flujo de caja del proyecto

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Costos de Inversión																		
Terrenos	5.395.955	1.427.419																
Mano de obra	2.829.249	2.052.988	4.667.398	7.456.561	3238914	54.922												
Cargas Sociales	1.482.620	1.075.833	2.445.870	3.907.484	1.697.298	28.781												
Uso de equipo	910.236	1.292.941	3.880.907	7.446.914	8.844.366	15.445												
Uso de maquinaria	5.604.524	4.164.874	13.359.272	11.555.071	7.426.529	82.237												
Materiales	22.065.910	8.972.103	10.732.248	29.232.067	19.050.758	1.210.652												
Alimentación y hospedaje	4.499	62.264	60.449	22.773	158	-												
Compuertas, rejillas y otros	240.723	466.086	233.828	-	255.95	-												
Servicios y alquileres	42.768	283.589	1.916.494	2.273.488	2.314.827	563.356												
Herram. y mobiliario	1.333	1.57	-															
Equipo electromecánico CM	-	155.665	44.335															
Contratos mayores	1.985.499	255.996	4.693.825	10.207.302	7.150.243	-												
Total	40.563.313	20.211.328	42.034.626	72.101.659	49.979.043	1.955.393												
Costos de operación y mantenimiento																		
Costos de personal																		
Personal unidad de control							386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.52	386.517
Mantenimiento tubería Orosi							192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.3	192.299
Personal para toma de aguas							210246	210246	210246	210246	210246	210246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.25	210.246
Personal para desarenador							117439	117439	117439	117439	117439	117439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.44	117.439
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá							995134	995134	995134	995134	995134	995134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.13	995.134
Otros costos de operación y mantenimiento																		
Costo de mantenimiento menor toma de agua							19760	19760	19760	19760	19760	19760	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76
Operación de toma de aguas							245520	245520	245520	245520	245520	245520	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52
Mantenimiento mayor de la toma de aguas																		
Mantenimiento del desarenador																		
Electricidad para toma y desarenador							87600	87600	87600	87600	87600	87600	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
Operación del desarenador							166510	166510	166510	166510	166510	166510	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51
Túneles del acueducto principal																		
Túneles Montecristo-Desarenador																		
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II																	1.246.360	
Operación de la tubería Orosi II							249420	249420	249420	249420	249420	249420	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora																		
Materiales para la tubería de distribución																	571.98	
Materiales para el mantenimiento de válvulas																		
Operación estación de válvulas y sistema de control							462650	462650	462650	462650	462650	462650	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65
Indirectos generales							1008370	1008370	1008370	1008370	1008370	1008370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370
Total costos OyM							4141467	4141467	4141467	4141467	4141467	4141467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467
Total Egresos	40.563.312,86	20.211.328	42.034.626,05	72.101.659	49.979.042,8	1955392.9	4141467	4141467	4141467	4141467	4141467	4141467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	5.959.807	4.141.467	4.141.467
Ingresos	0	0	0	0	0	0	38019609	36513857	38981055	41971349	45042288	48196760	49.672.092	52.119.905	54.660.594	56.414.679	6E+07	57.577.097
Beneficios netos	(40.563.312)	(20.211.328)	(42.034.626)	(72.101.659)	(49.979.042)	(1.955.392)							45.530.624	47.978.437	50.519.127	50.454.871	55.009.846	53.435.629

Año	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Costos de Inversión																		
Terrenos																		
Mano de obra																		
Cargas Sociales																		
Uso de equipo																		
Uso de maquinaria																		
Materiales																		
Alimentación y hospedaje																		
Compuertas, rejillas y otros																		
Servicios y alquileres																		
Herram. y mobiliario																		
Equipo electromecánico CM																		
Contratos mayores																		
Total																		
Costos de operación y mantenimiento																		
Costos de personal																		
Personal unidad de control	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517
Mantenimiento tubería Orosi	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299
Personal para toma de aguas	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246
Personal para desarenador	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134
Otros costos de operación y mantenimiento																		
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76
Operación de toma de aguas	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52
Mantenimiento mayor de la toma de aguas								339.83										
Mantenimiento del desarenador			138.66															138.66
Electricidad para toma y desarenador	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
Operación del desarenador	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51
Túneles del acueducto principal								1.310.370										
Túneles Montecristo-Desarenador								156.64										
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II								1.246.360										1.246.360
Operación de la tubería Orosi II	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora								300										
Materiales para la tubería de distribución								571.98										571.98
Materiales para el mantenimiento de válvulas			178.47															178.47
Operación estación de válvulas y sistema de control	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65
Indirectos generales	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370
Total costos OyM	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	8.066.647	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	6.276.937
Total Egresos	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	8.066.647	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	6.276.937
Ingresos	56.992.800	57.402.320	58.809.702	58.017.225	59.024.911	58.236.626	59.295.539	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443
Beneficios netos	52.851.332	53.260.852	54.351.105	53.875.758	54.883.443	54.095.158	55.154.071	51.524.795	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	53.314.505

Año	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Costos de Inversión																		
Terrenos																		
Mano de obra																		
Cargas Sociales																		
Uso de equipo																		
Uso de maquinaria																		
Materiales																		
Alimentación y hospedaje																		
Compuertas, rejillas y otros																		
Servicios y alquileres																		
Herram. y mobiliario																		
Equipo electromecánico CM																		
Contratos mayores																		
Total																		
Costos de operación y mantenimiento																		
Costos de personal																		
Personal unidad de control	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517
Mantenimiento tubería Orosi	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299
Personal para toma de aguas	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246
Personal para desarenador	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134
Otros costos de operación y mantenimiento																		
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76
Operación de toma de aguas	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52
Mantenimiento mayor de la toma de aguas										339.83								
Mantenimiento del desarenador															138.66			
Electricidad para toma y desarenador	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
Operación del desarenador	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51
Túneles del acueducto principal										1.310.370								
Túneles Montecristo-Desarenador										156.64								
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II										1.246.360								
Operación de la tubería Orosi II	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora										300								
Materiales para la tubería de distribución										571.98								
Materiales para el mantenimiento de válvulas															178.47			
Operación estación de válvulas y sistema de control	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65
Indirectos generales	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370
Total costos OyM	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	8.066.647	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.458.597	4.141.467	4.141.467	4.141.467
Total Egresos	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	8.066.647	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.458.597	4.141.467	4.141.467	4.141.467
Ingresos	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443
Beneficios netos	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	51.524.795	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.132.845	55.449.975	55.449.975	55.449.975

Año	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
Costos de Inversión												
Terrenos												
Mano de obra												
Cargas Sociales												
Uso de equipo												
Uso de maquinaria												
Materiales												
Alimentación y hospedaje												
Compuertas, rejillas y otros												
Servicios y alquileres												
Herram. y mobiliario												
Equipo electromecánico CM												
Contratos mayores												
Total												
Costos de operación y mantenimiento												
Costos de personal												
Personal unidad de control	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517	386.517
Mantenimiento tubería Orosi	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299	192.299
Personal para toma de aguas	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246	210.246
Personal para desarenador	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439	117.439
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134	995.134
Otros costos de operación y mantenimiento												
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76
Operación de toma de aguas	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52	245.52
Mantenimiento mayor de la toma de aguas												339.83
Mantenimiento del desarenador												138.66
Electricidad para toma y desarenador	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
Operación del desarenador	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51	166.51
Túneles del acueducto principal												
Túneles Montecristo-Desarenador												
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II		1.246.360										1.246.360
Operación de la tubería Orosi II	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42	249.42
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora												300
Materiales para la tubería de distribución		571.98										571.98
Materiales para el mantenimiento de válvulas												178.47
Operación estación de válvulas y sistema de control	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65	462.65
Indirectos generales	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370	1.008.370
Total costos OyM	4.141.467	5.959.807	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	6.916.767
Total Egresos	4.141.467	5.959.807	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	4.141.467	6.916.767
Ingresos	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443	59.591.443
Beneficios netos	55.449.975	53.631.635	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	55.449.975	52.674.675

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable, IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

Los resultados del análisis financiero del proyecto se muestran en el Cuadro 14. 15. Los indicadores de rentabilidad del proyecto muestran que es un proyecto financieramente rentable. Su valor actual neto es positivo, así como su tasa interna de retorno que está muy por encima del costo del capital. La relación beneficio-costos también supera la unidad.

Cuadro 14. 15. Indicadores de rentabilidad financiera del proyecto

VAN	US\$ 189.095.877
TIR	14%
VAN INGRESOS	US\$ 399.315.556
VAN EGRESOS	US\$ 53.510.450
VAN INVERSIONES	US\$ 176.499.019
B/C	1,74

Fuente: Elaboración propia.

14.5. Análisis de rentabilidad con financiamiento

En este momento no se tienen datos oficiales sobre posibles fuentes de financiamiento para el proyecto o sus términos y condiciones.

14.6. Análisis económico (ajustes económicos por concepto de precios sociales, i.e. ajuste por transferencias, precio social de la mano de obra, precio social de la divisa)

En este apartado se desarrollará el análisis económico y social del proyecto.

14.6.1. Costos de inversión corregidos a precios sociales

Los costos financieros de inversión se corrigieron para obtener precios económicos o sociales. Como primer paso, se restaron las transferencias como por ejemplo las cargas sociales pagadas a la mano de obra, de los costos financieros. No fue necesario rebajar impuestos ya que el AyA está exento. Luego se utilizaron los factores de conversión del Cuadro X en la sección 14.2 y se aplicaron a los rubros correspondientes para obtener costos económicos. Los resultados de la corrección se muestran en el Cuadro 14. 16.

Cuadro 14. 16. Costos de inversión corregidos a precios sociales

Costos de Inversión	Año					
	1	2	3	4	5	6
Terrenos	5.230.838	1.383.740				
Mano de obra	2.683.401	1.947.156	4.426.793	7.072.175	3.071.947	52.091
Uso de equipo	487.767	692.847	2.079.658	3.990.570	4.739.422	8.276
Uso de maquinaria	3.003.290	2.231.827	7.158.820	6.192.004	3.979.646	44.068
Materiales	18.823.810	7.653.850	9.155.380	24.937.058	16.251.668	1.032.773
Alimentación y hospedaje	4.361	60.359	58.599	22.076	153	0
Compuertas, rejillas y otros	240.723	466.086	233.828	0	255.950	0
Servicios y alquileres	41.459	274.911	1.857.849	2.203.919	2.243.993	546.117
Herram. y mobiliario	1.333	1.570	0	0	0	0
Equipo electromecánico CM	0	155.665	44.335	0	0	0
Contratos mayores	1924.743	248.163	4.550.194	9.894.959	6.931.446	0
Sub-Total	32.441.725	15.116.173	29.565.457	54.312.761	37.474.227	1.683.325

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable, IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

14.6.2. Costos de operación y mantenimiento corregidos a precios sociales

Los costos de operación y mantenimiento del proyecto se corrigieron restando transferencias y multiplicando por el factor de conversión respectivo para cada rubro y se obtuvo el precio social de los mismos. El Cuadro 14. 17 muestra los resultados de este proceso.

Cuadro 14. 17. Costos de operación y mantenimiento corregidos a precios sociales

Costos de operación y mantenimiento	Año																	
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Costos de personal																		
Personal unidad de control	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704
Mantenimiento tubería Orosi	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237
Personal para toma de aguas	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738
Personal para desarenador	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082
Otros costos de operación y mantenimiento																		
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155
Operación de toma de aguas	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007
Mantenimiento mayor de la toma de aguas																		
Mantenimiento del desarenador																	134.417	
Electricidad para toma y desarenador	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919
Operación del desarenador	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415
Túneles del acueducto principal																		
Túneles Montecristo-Desarenador																		
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II										1.246.360								
Operación de la tubería Orosi II	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora																		
Materiales para la tubería de distribución										571.98								
Materiales para el mantenimiento de válvulas																	178.47	
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493
Indirectos generales	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514
Sub-Total	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315

Costos de operación y mantenimiento	Año																	
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Costos de personal																		
Personal unidad de control	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704
Mantenimiento tubería Orosi	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237
Personal para toma de aguas	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738
Personal para desarenador	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082
Otros costos de operación y mantenimiento																		
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155
Operación de toma de aguas	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007
Mantenimiento mayor de la toma de aguas		329.431																
Mantenimiento del desarenador												130.303						
Electricidad para toma y desarenador	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919
Operación del desarenador	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415
Túneles del acueducto principal		1.270.272																
Túneles Montecristo-Desarenador		151.847																
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II		1.246.360										1.246.360						
Operación de la tubería Orosi II	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora		300																
Materiales para la tubería de distribución		571.98										571.98						
Materiales para el mantenimiento de válvulas												178.47						
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493
Indirectos generales	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514
Sub-Total	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315

Costos de operación y mantenimiento	Año																	
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Costos de personal																		
Personal unidad de control	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704	247704	247.704	247.704	247.704	247.704
Mantenimiento tubería Orosi	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237
Personal para toma de aguas	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738	134738	134739	134.738	134.738	134.738	134.738
Personal para desarenador	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262	75262	75.262	75.262	75.262	75.262
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082
Otros costos de operación y mantenimiento																		
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155
Operación de toma de aguas	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007
Mantenimiento mayor de la toma de aguas																		
Mantenimiento del desarenador									134.417									
Electricidad para toma y desarenador	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919
Operación del desarenador	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415
Túneles del acueducto principal				1.270.273														
Túneles Montecristo-Desarenador				151.847														
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II				1.208.221										1.246.360				
Operación de la tubería Orosi II	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora				300														
Materiales para la tubería de distribución				571.98										571.98				
Materiales para el mantenimiento de válvulas									178.47									
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493
Indirectos generales	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514
Sub-Total	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315

Costos de operación y mantenimiento	Año					
	61	62	63	64	65	66
Costos de personal						
Personal unidad de control	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704	247.704
Mantenimiento tubería Orosi	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237	123.237
Personal para toma de aguas	134.738	134.739	134.738	134.738	134.738	134.738
Personal para desarenador	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262	75.262
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082	505.082.67	505.082	505.082	505.082	505.082
Otros costos de operación y mantenimiento						
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155	19.155
Operación de toma de aguas	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007	238.007
Mantenimiento mayor de la toma de aguas						329.431
Mantenimiento del desarenador						1.344.417
Electricidad para toma y desarenador	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919	84.919
Operación del desarenador	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415	161.415
Túneles del acueducto principal						
Túneles Montecristo-Desarenador						
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II						1.246.360
Operación de la tubería Orosi II	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788	241.788
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora						300
Materiales para la tubería de distribución						571.98
Materiales para el mantenimiento de válvulas						178.47
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493	448.493
Indirectos generales	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514	977.514
Sub-Total	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315	3.257.315

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable, IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

14.6.3. Beneficios económicos

Idealmente para los beneficios económicos se debería contar con

- una estimación basada en un estudio de disponibilidad a pagar por el agua;
- una diferenciación entre la demanda de agua incremental y no incremental.

Sin embargo, no se cuenta con la disponibilidad a pagar por lo que se usará el dato utilizado en el documento de Rodríguez Pardina (2015). Este dato también fue utilizado en por Carias Vega (2017) para la Declaratoria de Conveniencia Nacional de la Modernización de la Planta y Construcción del Túnel Paralelo Río Macho. El túnel paralelo es una obra asociada a este acueducto. El monto de \$2,47/m³ es una aproximación basada en las tarifas de usuarios finales. Tampoco se hizo una diferenciación entre la demanda de agua incremental y no incremental ya que no se tienen datos sobre qué porcentaje correspondería a cada tipo de demanda. Los beneficios económicos se calcularon a este precio y luego se corrigieron con el factor de conversión estándar. Los resultados se muestran en el Cuadro 14. 18.

Cuadro 14. 18. Beneficios económicos del proyecto

Año	Volumen ³	Beneficio económico
2024	29.647.672	70.988.917
2025	28.473.487	68.177.429
2026	30.397.406	72.784.097
2027	32.729.236	78.367.471
2028	35.123.952	84.101.424
2029	37.583.808	89.991.347
2030	38.734.271	92.746.037
2031	40.643.075	97.316.510
2032	42.624.303	102.060.399
2033	43.992.137	105.335.565
2034	46.126.164	110445316
2035	44.898.590	107.505.992
2036	44.442.956	106.415.013
2037	44,762,299	107.179.655
2038	45.859.775	109.807.471
2039	45.241.802	108.327.786
2040	46.027.595	110.209.302
2041	45.412.890	108.737.442
2042	46.238.630	110.714.608
2043	46.469.376	111.267.110
2044	46.469.376	111.267.110
2045	46.469.376	111.267.110
...2084	46.469.376	111.267.110

Fuente: Elaboración propia basada en información de Financiero Contable, IC, Instituto Costarricense de Electricidad.

³ Este volumen debería incluir pérdidas no técnicas de agua, es decir, consumo ilegal ya que los beneficios económicos son desde el punto de vista de toda la sociedad (Asian Development Bank 1999). Sin embargo, no se tienen datos para corregir el volumen facturado para incluir este tipo de pérdida.

14.6.4. Cálculo del Valor Actual Neto y Tasa de Retorno Social

El flujo de caja del proyecto se presenta en el siguiente Cuadro (Cuadro 14. 19) Luego se utilizó una tasa de descuento social de 8,31% para realizar el cálculo de rentabilidad social del proyecto. Los resultados se muestran en el Cuadro 14. 19.

Cuadro 14. 19. Flujo de Caja del proyecto.

Costos de Inversión	Año													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Terrenos	5.230.838,36	1.383.740,16												
Mano de obra	2.683.400,74	1.947.156,10	4.426.793,49	7.072.175,40	3.071.947,55	52.090,69								
Cargas Sociales	0	0	0	0	0	0								
Uso de equipo	487.767,08	692.847,16	2.079.657,58	3.990.570,14	4.739.421,80	8.276,56								
Sin Transferencias	491.527,26	698.188,30	2.095.689,54	4.021.333,34	4.775.957,88	8.340,32								
Componente transable	368.645,44	523.641,22	1.571.767,16	3.016.000,01	3.581.968,41	6.255,24								
Componente no transable	119.121,63	169.205,93	507.890,37	974.570,14	1.157.453,39	2.021,28								
Uso de maquinaria	3.003.290,43	2.231.826,91	7.158.819,55	6.192.004,10	3.979.646,50	44.068,49								
Sin transferencias	3.026.442,72	2.249.032,01	7.214.006,70	6.239.738,09	4.010.325,49	44.408,21								
Componente transable	2.269.832,04	1.686.774,00	5.410.505,02	4.679.803,57	3.007.744,12	33.306,14								
Componente no transable	733.458,39	545.052,91	1.748.314,52	1.512.200,53	971.902,38	10.762,33								
Materiales	18.823.809,74	7.653.849,86	9.155.380,19	24.937.057,70	16.251.667,80	1.032.773,40								
Alimentación y hospedaje	4.360,89	60.358,84	58.599,50	22.076,15	153,30	0								
Compuertas, rejillas y otros	240.723,10	466.085,71	233.827,97	0	255.950,45	0								
Servicios y alquileres	41.459,17	274.910,77	1.857.849,13	2.203.918,88	2.243.993,34	546.116,86								
Herram. y mobiliario	1.333,00	1.570,29	0	0	0	0								
Equipo electromecánico CM	0	155664,95	44.335,05	0	0	0								
Contratos mayores	1.924.742,51	248.162,57	4.550.194,42	9.894.958,98	6.931.446,00	0								
Sub-Total	32.441.725,01	15.116.173,35	29.565.456,80	54.312.761,40	37.474.226,70	1.683.325,96								
Costos de operación y mantenimiento														
Costos de personal														
Personal unidad de control							247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75
Mantenimiento tubería Orosí							123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15
Personal para toma de aguas							134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52
Personal para desarenador							75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá							505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67
Otros costos de operación y mantenimiento														
Costo de mantenimiento menor toma de agua							19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34
Operación de toma de aguas							238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09
Mantenimiento mayor de la toma de aguas														
Mantenimiento del desarenador														
Electricidad para toma y desarenador							84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44
Operación del desarenador							161.414,75	161.414,75	161.414,75	161.414,75	161.414,75	161.414,75	161.414,79	161.414,79
Túneles del acueducto principal														
Túneles Montecristo-Desarenador														
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II														
Operación de la tubería Orosi II							241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora														
Materiales para la tubería de distribución														
Materiales para el mantenimiento de válvulas														
Operación estación de válvulas y sistema de control							448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91
Indirectos generales							977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88
Sub-Total							3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49
Total egresos	32.441.725,01	15.116.173,35	29.565.456,80	54.312.761,4	37.474.226,7	1.683.325,96	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49
Beneficios económicos	0	0	0	0	0	0	70.988.918,68	68.177.428,85	72.784.096,50	78.367.471,42	84.101.423,93	89.991.347,22	92.746.036,81	97.316.509,81
Beneficios netos	-32.441.725,01	-15.116.173,35	-29.565.456,80	-54.312.761,4	-37.474.226,7	-1.683.325,96	67.731.603,19	64.920.113,36	69.526.781,01	75.110.155,93	80.844.108,44	86.734.031,74	89.488.721,32	94.059.194,32

Costos de Inversión	Año													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Terrenos														
Mano de obra														
Cargas Sociales														
Uso de equipo														
Sin Transferencias														
Componente transable														
Componente no transable														
Uso de maquinaria														
Sin transferencias														
Componente transable														
Componente no transable														
Materiales														
Alimentación y hospedaje														
Compuertas, rejillas y otros														
Servicios y alquileres														
Herram. y mobiliario														
Equipo electromecánico CM														
Contratos mayores														
Sub-Total														
Costos de operación y mantenimiento														
Costos de personal														
Personal unidad de control	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75
Mantenimiento tubería Orosi	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15
Personal para toma de aguas	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52
Personal para desarenador	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67
Otros costos de operación y mantenimiento														
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34
Operación de toma de aguas	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09
Mantenimiento mayor de la toma de aguas												329.431,20		
Mantenimiento del desarenador								134.417,00						
Electricidad para toma y desarenador	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44
Operación del desarenador	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79
Túneles del acueducto principal												1.270.272,68		
Túneles Montecristo-Desarenador												151.846,82		
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II		1.246.360										1.246.360		
Operación de la tubería Orosi II	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora												300.000		
Materiales para la tubería de distribución		571.980										571.980		
Materiales para el mantenimiento de válvulas							178.470							
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91
Indirectos generales	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88
Sub-Total	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	7.127.206,18	3.257.315,49	3.257.315,49
Total egresos	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.570.202,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	7.127.206,18	3.257.315,49	3.257.315,49
Beneficios económicos	102.060.398,50	105.335.565,20	110.445.316,20	107.505.992,80	106.415.013,80	107.179.655,40	109.807.471,80	108.327.785,70	110.209.301,80	108.737.442,20	110.714.608,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30
Beneficios netos	98.803.082,97	100.259.909,70	107.188.000,70	104.248.677,30	10.3157.698,30	103.922.339,90	106.237.269,30	105.070.470,20	106.951.986,30	105.480.126,70	107.457.292,80	104.139.904,20	108.009.794,90	108.009.794,90

Costos de Inversión	Año													
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Terrenos														
Mano de obra														
Cargas Sociales														
Uso de equipo														
Sin Transferencias														
Componente transable														
Componente no transable														
Uso de maquinaria														
Sin transferencias														
Componente transable														
Componente no transable														
Materiales														
Alimentación y hospedaje														
Compuertas, rejillas y otros														
Servicios y alquileres														
Herram. y mobiliario														
Equipo electromecánico CM														
Contratos mayores														
Sub-Total														
Costos de operación y mantenimiento														
Costos de personal														
Personal unidad de control	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75
Mantenimiento tubería Orosi	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15
Personal para toma de aguas	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52
Personal para desarenador	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67
Otros costos de operación y mantenimiento														
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34
Operación de toma de aguas	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09
Mantenimiento mayor de la toma de aguas														
Mantenimiento del desarenador								130.303,84						
Electricidad para toma y desarenador	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44
Operación del desarenador	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79
Túneles del acueducto principal														
Túneles Montecristo-Desarenador														
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II								1246360						
Operación de la tubería Orosi II	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora														
Materiales para la tubería de distribución								571.980						
Materiales para el mantenimiento de válvulas								178.470						
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91
Indirectos generales	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88
Sub-Total	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	5.384.429,33	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49
Total egresos	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	5.384.429,33	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49
Beneficios económicos	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30
Beneficios netos	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	105.882.681,00	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90

Costos de Inversión	Año													
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Terrenos														
Mano de obra														
Cargas Sociales														
Uso de equipo														
Sin Transferencias														
Componente transable														
Componente no transable														
Uso de maquinaria														
Sin transferencias														
Componente transable														
Componente no transable														
Materiales														
Alimentación y hospedaje														
Compuertas, rejillas y otros														
Servicios y alquileres														
Herram. y mobiliario														
Equipo electromecánico CM														
Contratos mayores														
Sub-Total														
Costos de operación y mantenimiento														
Costos de personal														
Personal unidad de control	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75
Mantenimiento tubería Orosi	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15
Personal para toma de aguas	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52
Personal para desarenador	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67
Otros costos de operación y mantenimiento														
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34
Operación de toma de aguas	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09
Mantenimiento mayor de la toma de aguas				329.431,20										
Mantenimiento del desarenador									134.417,00					
Electricidad para toma y desarenador	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44
Operación del desarenador	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79
Túneles del acueducto principal				1.270.272,68										
Túneles Montecristo-Desarenador				151.846,82										
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II				1.208.221,38										1.246.360
Operación de la tubería Orosi II	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,74	241.787,74	241.787,74	241.787,74	241.787,74	241.787,74	241.787,75	241.787,75
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora				300.000										
Materiales para la tubería de distribución				571.980										571.980
Materiales para el mantenimiento de válvulas									178.470					
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91
Indirectos generales	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,89	977.513,89	977.513,89	977.513,89	977.513,89	977.513,89	977.513,88	977.513,88
Sub-Total	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	5.075.655,49
Total egresos	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	5.075.655,49
Beneficios económicos	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30	11.126.7110,30
Beneficios netos	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	104.178.042,80	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	106.191.454,90

Costos de Inversión	Año									
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
Terrenos										
Mano de obra										
Cargas Sociales										
Uso de equipo										
Sin Transferencias										
Componente transable										
Componente no transable										
Uso de maquinaria										
Sin transferencias										
Componente transable										
Componente no transable										
Materiales										
Alimentación y hospedaje										
Compuertas, rejillas y otros										
Servicios y alquileres										
Herram. y mobiliario										
Equipo electromecánico CM										
Contratos mayores										
Sub-Total										
Costos de operación y mantenimiento										
Costos de personal										
Personal unidad de control	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75	247.703,75
Mantenimiento tubería Orosi	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15	123.237,15
Personal para toma de aguas	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52	134.738,52
Personal para desarenador	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20	75.262,20
Costos de operación y mantenimiento Planta Potabilizadora Patarrá	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67	505.082,67
Otros costos de operación y mantenimiento										
Costo de mantenimiento menor toma de agua	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34	19.155,34
Operación de toma de aguas	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09	238.007,09
Mantenimiento mayor de la toma de aguas										329.431,20
Mantenimiento del desarenador										134.417,00
Electricidad para toma y desarenador	84919,44	84919,44	84919,44	84919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44	84.919,44
Operación del desarenador	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79	161.414,79
Túneles del acueducto principal										
Túneles Montecristo-Desarenador										
Materiales para mantenimiento tubería Orosi II										1.246.360
Operación de la tubería Orosi II	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75	241.787,75
Materiales para mantenimiento Planta Potabilizadora										300.000
Materiales para la tubería de distribución										571.980
Materiales para el mantenimiento de válvulas										178.470
Operación estación de válvulas y sistema de control	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91	448.492,91
Indirectos generales	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88	977.513,88
Sub-Total	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49
Total egresos	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49	3.257.315,49
Beneficios económicos	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30	111.267.110,30
Beneficios netos	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	108.009.794,90	105.249.136,60

Cuadro 14. 20. Indicadores de rentabilidad social del proyecto

VAN	US\$ 546.578.111
TIR	24%
VAN INGRESOS	US\$ 703.723.070
VAN EGRESOS	US\$ 157.144.960
VAN INVERSIONES	US\$ 131.757.860
B/C	2.44

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de rentabilidad social revelan que el proyecto también es socialmente beneficioso (Cuadro 14. 20), inclusive sus beneficios sociales superan los beneficios desde el punto de vista del AyA. Su valor actual neto es positivo, así como su tasa interna de retorno que está muy por encima del costo social del capital. La relación beneficio-costos es superior a dos.

14.6.5. Otros beneficios económicos asociados con mejoras en el acceso al agua potable y saneamiento.

En países en vías de desarrollo, un adecuado suministro y saneamiento de agua en conjunto con un adecuado manejo del recurso hídrico, está relacionado con más tasas más altas de crecimiento económico (Sanctuary and Tropp, 2005). Se estima que los países pobres con servicios mejorados experimentaron una tasa de crecimiento económico anual de 3,7% mientras que países pobres sin estas mejoras crecieron una tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto de solamente 0,1% (Sanctuary and Tropp, 2005). De manera más específica, la relación entre la mejora en servicios de agua y el crecimiento económico se debe en gran medida a los impactos directos e indirectos que tienen dichos proyectos no solamente sobre sus usuarios finales sino también sobre otros sectores de la economía como lo son los sectores salud, industriales, e inmobiliarios entre otros. Muchos de estos impactos positivos son difíciles de cuantificar, en especial en ausencia de un estudio de disponibilidad a pagar de los beneficiarios. Sin embargo, es importante mencionar estos beneficios económicos ya que muchos son adicionales a los que en teoría están monetizados mediante la tarifa utilizada en esta sección.

A continuación, se presenta un resumen de los beneficios económicos directos e indirectos de los proyectos cuyo objetivo es mejorar el acceso al agua potable, en conjunto con el saneamiento y la adecuada gestión del recurso hídrico.

Beneficios sobre la salud: Los proyectos de mejoras en el servicio de agua potable y saneamiento se han justificado en los beneficios públicos y privados sobre la salud (Asian Development Bank, 1999). El agua sin tratamiento adecuado puede causar enfermedades como diarreas, lombrices y esquistosomiasis. Las personas que sufren de estas enfermedades deben comprar medicinas, consultar a un doctor o perder un día de trabajo y el pago asociado. Desde el punto de vista social, la mejora en servicios de provisión de agua significa menos gastos en tratamientos de diarreas, menos trabajadores enfermos y los impactos asociados a pérdidas en la productividad (Asian Development Bank, 1999) (Sanctuary and Tropp, 2005) (Hutton, 2001).

Beneficios por ahorros en costos de tiempo: En la situación sin proyecto, el tiempo utilizado para recolectar agua de otras fuentes puede ser considerable (Asian Development Bank, 1999)

(Sanctuary and Tropp, 2005). Normalmente, estos costos recaen mayoritariamente sobre las mujeres por lo que este tipo de proyectos también tiene impactos de género considerables. El tiempo ahorrado puede utilizarse realizando otro tipo de actividades que los individuos consideran valiosas.

Beneficios por ahorros en formas más costosas de obtener agua: Si el acceso al agua no es adecuado, los hogares por lo general recurren a medidas costosas para lograr suplir sus necesidades. El ahorro en estos costos también puede ser significativo una vez que se cuenta con agua potable en el hogar (Sanctuary and Tropp, 2005).

Beneficios económicos por incrementos en el valor de las propiedades: La disponibilidad de agua de calidad aumenta el valor de propiedades y terrenos. Igualmente propicia el desarrollo de proyectos inmobiliarios.

Beneficios económicos por disponibilidad de agua de alta calidad para la industria: La disponibilidad de agua de calidad permite la aplicación de tecnologías que ahorran tiempo y/o aumentan las posibilidades de producción y generación de ingresos (Sanctuary and Tropp, 2005) (Hutton, 2001).

Otros beneficios económicos no monetizados del proyecto:

- Los centros educativos no deben restringir sus actividades debido a falta de agua;
- Se evitan protestas y cierres de calle costosos por usuarios insatisfechos;
- Se evitan dificultades en la atención de incendios;
- Se evita la sobreexplotación de fuentes actuales creando alta vulnerabilidad.

El Cuadro 14. 21 presenta un resumen de las partes beneficiadas por los proyectos que mejoran el servicio de agua potable y saneamiento, y el tipo de beneficio que experimentan.

Cuadro 14. 21. Resumen de beneficios económicos típicos asociados con mejores en el acceso al agua potable

Beneficio a	Tipo de beneficio
Sector salud	Reducciones en costos debido a intervenciones en la salud como terapias, antibióticos, tiempo de doctores/enfermeras Ahorros en costos de centros de atención a intoxicaciones Reducciones en costos futuros (menos casos, menos casos severos)
Paciente	Reducción en pagos a proveedores de servicios de salud Reducción en morbilidad y mortalidad Mayor expectativa de vida Mayor calidad de vida relacionada con la salud Aumentos en la productividad debido a que se evita tiempo perdido por ausencias en el trabajo o escuela así como mayor eficiencia en el trabajo o escuela
Familia o cuidadores del paciente	Menos tiempo atendiendo al paciente Reducciones en pagos por atención médica
Industria	Valor económico directo del agua de alta calidad para varias actividades productivas Menos trabajadores ausentes por enfermedades y los costos asociados Menores costos de atención médica
Consumidores	Mayor tiempo disponible para realizar otras actividades Menos gasto en medidas alternativas de acceso al agua Impactos positivos sobre las mujeres

Fuente: Adaptado de Hutton (2001)

14.6.6. Otros costos económicos y sociales del proyecto

Aunque por lo general los proyectos que mejoran el suministro y saneamiento de agua son altamente beneficiosos para las poblaciones meta y la sociedad como un todo, es posible que generen costos económicos y sociales difíciles de valorar y monetizar. Varios de estos impactos se pueden mitigar con medidas preventivas de planificación y ordenamiento territorial. Todo proyecto que proponga la expansión del suministro de agua también debe contemplar mejoras a sistemas de recolección de aguas servidas y su tratamiento. A continuación, se presenta una lista general de los costos económicos y sociales más comunes para este tipo de proyectos.

- Crecimiento de la población lo que causa presión sobre los recursos locales y problemas ambientales, económicos y sociales.
- Desarrollo urbano sin control y desplazamiento de viviendas existentes;
- Aumento en las aguas servidas provenientes de hogares, comercios e industrias;

- Durante la construcción, inconveniencias e incomodidades para las poblaciones cercanas a las áreas del proyecto.
- Durante la construcción, daños a viviendas e infraestructura (camino, cableado eléctrico y telefónico)
- El agua que se podría utilizar para generar electricidad se está utilizando para consumo humano (costo de oportunidad).

14.7. Conclusiones y recomendaciones

Las inversiones en mejoras al suministro de agua y saneamiento son un buen negocio para las economías nacionales y las personas, especialmente las más pobres y vulnerables de la sociedad. Estas inversiones promueven el crecimiento económico y ayudan a aliviar la pobreza (Sanctuary and Tropp, 2005). Las mejoras en sistemas de suministro y saneamiento de agua son parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Se estima que a nivel global, los beneficios económicos anuales de cumplir con los ODM en este tema, rondan en USD 84 mil millones (Sanctuary and Tropp, 2005).

El proyecto “AyA Quinta Etapa de Abastecimiento del Acueducto Metropolitano” no es una excepción y el análisis realizado en este capítulo muestra que para el AyA y para la sociedad en general el proyecto es rentable y deseable. Además de los beneficios directos para su población meta, el proyecto también puede generar otros beneficios importantes indirectos a los mismos beneficiarios y a otros sectores de la sociedad. Para empezar, el agua potable de calidad y confiable en las casas mejora la salud por lo que se evitan gastos en tratamientos, idas al doctor, tiempo perdido en el trabajo, y tiempo de cuidado de otros miembros del hogar. Para el sector productivo, menos trabajadores enfermos significa más productividad y menos gastos médicos. Vale la pena destacar los beneficios económicos positivos que estos proyectos tienen para las mujeres, género sobre el cual recae normalmente la responsabilidad de buscar agua para realizar tareas domésticas. Las mejoras en el suministro de agua también aumentan el valor de las propiedades e impulsan el desarrollo de las localidades.

Sin embargo, no se deben menospreciar algunos costos económicos y sociales directos e indirectos, y difíciles de monetizar, que pueden causar estos proyectos. Por ejemplo, el crecimiento poblacional, el desarrollo urbanístico y residencial sin control, el aumento en aguas servidas, así como impactos negativos temporales típicos de la construcción pueden ser costos considerables. Los mismos se pueden mitigar mediante una adecuada planificación del territorio, así como inversiones paralelas en sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas. Todas estas obras deben visualizarse como una inversión en la gente y el desarrollo económico en general, y no como costos.

14.8. Referencias bibliográficas

Asian Development Bank (1999). Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Projects. Guidelines, Handbooks, and Manuals. ADB

Asian Development Bank (2014). Introductory Course on Economic Analysis of Investment Projects. The Philippines: ADB

Hutton, G. (2001). Economic evaluation and priority setting in water and sanitation interventions. World Health Organization Water Series.

MIDEPLAN (2017). Precios Sociales. San José: MIDEPLAN

Rodríguez P., M. (2015). Análisis Costo Beneficio del Proyecto Túnel Paralelo Río Macho y Obras Conexas. San José, ICE.

Sanctuary, M. and Tropp, H. (2005) Making Water a Part of Economic Development: The Economic Benefits of Improved Water Management Services. Stockholm: Stockholm International Water Institute