

**BOLIVIA**

**PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA  
PEQUEÑAS LOCALIDADES Y COMUNIDADES RURALES**

**(BO-L1065 / BO-G1002)**

**EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA EX-POST**

**OCTUBRE DE 2018**

## INDICE

### **1. Objetivos y Antecedentes**

### **2. Muestra de Proyectos**

### **3. Proyectos de Agua Potable**

1. **Tipología de Proyectos**
2. **Metodología General de Evaluación**
3. **Beneficiarios y Beneficios**
4. **Inversiones y Otros Costos**
5. **Resultados de Rentabilidad**

### **4. Proyectos de Saneamiento**

1. **Tipología de Proyectos**
2. **Metodología General de Evaluación**
3. **Beneficiarios y Beneficios**
4. **Inversiones y Otros Costos**
5. **Resultados de Rentabilidad**

## 1. Objetivos y Antecedentes

El objetivo del anexo es presentar la evaluación socioeconómica ex post de una muestra de proyectos de agua potable y saneamiento de pequeñas localidades (de entre 2.000 y 10.000 habitantes) y de comunidades rurales (de menos de 2.000 habitantes) de Bolivia que fueron parte del Programa de Agua Potable y Saneamiento para Pequeñas Localidades y Comunidades Rurales, ejecutado por el Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social (FPS) y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

La información técnica de los proyectos fue suministrada por el MMAyA. Para la estimación de los beneficios se actualizó la información utilizada en las evaluaciones ex ante, la cual se había obtenido por medio de una encuesta socioeconómica realizada en 2011 en las pequeñas localidades y comunidades rurales de la muestra. La evaluación de los proyectos de agua potable fue realizada en el programa SIMOP mientras que el análisis económico de las soluciones de saneamiento fue hecho en planillas de Microsoft Excel. En ambos casos se obtuvieron los valores actuales netos y las tasas internas de retorno ex post.

## 2. Muestra de Proyectos

La muestra de proyectos analizada y evaluada económicamente ex ante incluyó 7 proyectos de agua potable y saneamiento para el segmento de pequeñas localidades y 21 proyectos de agua potable y saneamiento para el segmento de comunidades rurales. Con respecto a las soluciones individuales de saneamiento, el MMAyA utilizó una solución estándar en todos los proyectos. Por lo tanto, el análisis costo-beneficio ex ante se realizó sobre dicha solución. A los efectos de realizar la evaluación ex post de la muestra, se evaluaron aquellos proyectos de la muestra que fueron financiados con el programa. El cuadro a continuación muestra los proyectos incluidos tanto en la evaluación ex ante como ex post.

**Cuadro 1: Muestra de Proyectos**

Comunidad	Tipo de comunidad	Tipo de Proyecto	Ex ante	Ex post
Bulo Bulo	Pequeñas localidades	Agua potable	X	
Central Bolívar – Distrito 6	Pequeñas localidades	Agua potable	X	X
Efe Tropical, Carrasco A, Germán Busch y Villa Barrientos	Pequeñas localidades	Agua potable	X	
Urbanización El Porvenir	Pequeñas localidades	Agua potable	X	X
Alqa Quta	Pequeñas localidades	Agua potable	X	X
Cocani Ajllata	Rural	Agua potable	X	X
Mantos	Rural	Agua potable	X	

Nuevo Horizonte	Rural	Agua potable	X	X
Sankajahuira	Rural	Agua potable	X	
Llave Chico	Rural	Agua potable	X	
Pueblo Nuevo	Rural	Agua potable	X	X
Villamontes A	Rural	Agua potable	X	
Villamontes B	Rural	Agua potable	X	
San Felipe de Colavi	Rural	Agua potable	X	
Copajira A (Quillilla - Wallcaya)	Rural	Agua potable	X	X
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	Rural	Agua potable	X	X
Central Villa Nueva	Rural	Agua potable	X	
Bolívar Bustillos	Rural	Agua potable	X	X
Rancho Grande	Rural	Agua potable	X	
Casamaya	Rural	Agua potable	X	X
Alto Beni	Rural	Agua potable	X	
Pallayunga	Rural	Agua potable	X	X
Fernandez Alonso	Pequeñas localidades	Alcantarillado y PTAR	X	X
Urbanización El Porvenir	Pequeñas localidades	Alcantarillado y PTAR	X	X
Piraycito	Rural	Alcantarillado y PTAR	X	X
Rosario del Ingre	Rural	Alcantarillado y PTAR	X	X
Añimbo	Rural	Alcantarillado y PTAR	X	X
Uruguay	Rural	Alcantarillado y PTAR	X	X

### 3. Proyectos de Agua Potable

#### 1. Tipología de Proyectos

##### Pequeñas Localidades

Se analizaron un total de 3 proyectos de agua potable, todos ellos de instalación de nuevo servicio.

Los proyectos incluyeron tanto las obras generales (captación, tratamiento, impulsión, estanque de regulación y redes de distribución), como las conexiones domiciliarias. A su vez, los costos de inversión incluyeron todos los costos necesarios para su ejecución, esto es, los costos directos más los costos de capacitación, supervisión y desarrollo comunitario. El cuadro siguiente presenta la información básica de los proyectos analizados.

**Cuadro 2: Muestra de Proyectos – Pequeñas Localidades**

Comunidad	Municipio	Departamento	Año de puesta en marcha	Población Año 0	Viviendas Año 0	Inversión Total (US\$)	Inversión por Vivienda (US\$)
Central Bolívar – Distrito 6	Villa Tunari	Cochabamba	2014	2.952	586	443.023	756
Urbanización El Porvenir	Bermejo	Tarija	2014	2.015	403	308.734	766
Alqa Quta	Batallas	La Paz	2014	5.225	988	673.811	682

Algunos elementos básicos de estos datos son los siguientes:

- Todos los precios están expresados en US\$ de agosto de 2018, y el tipo de cambio utilizado es de 6.91 Bolivianos por US\$.
- Los precios se expresan a precios de mercado.
- Los costos corresponden a los efectivamente incurridos e incluyen el costo de la infraestructura (contrato de la licitación de las obras), la supervisión de obra y el desarrollo comunitario/fortalecimiento institucional.

### Comunidades Rurales

Se analizaron un total de 8 proyectos de agua potable rural, todos de instalación de nuevo servicio.

Al igual que en el caso de pequeñas localidades, los proyectos incluyeron tanto las obras generales (captación, tratamiento, impulsión, estanque de regulación y redes de distribución), como las conexiones domiciliarias. Igualmente, los costos de inversión incluyen todos los costos necesarios para su ejecución, esto es, los costos directos más los costos de supervisión y desarrollo comunitario. El cuadro siguiente presenta la información básica de los proyectos analizados.

**Cuadro 3: Muestra de Proyectos – Comunidades Rurales**

Comunidad	Municipio	Departamento	Año de puesta en marcha	Población Año 0	Viviendas Año 0	Inversión Total (US\$)	Inversión por Vivienda (US\$)
Cocani Ajllata	Achacachi	La Paz	2014	449	90	146.280	1.625
Nuevo Horizonte	Okinawa	Santa Cruz	2014	1.355	271	269.347	994
Pueblo Nuevo	Mineros	Santa Cruz	2014	785	157	170.353	1.085
Copajira A (Quillilla - Wallcaya)	Laja	La Paz	2013	478	95	131.027	1.379

Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	Laja	La Paz	2013	479	95	119.503	1.258
Bolívar Bustillos	Puerto Villarroel	Cochabamba	2013	585	117	209.774	1.793
Casamaya	Achacachi	La Paz	2014	854	193	288.874	1.497
Pallayunga	Tacacoma	La Paz	2014	445	89	122.696	1.379

Los elementos básicos de los datos son los siguientes:

- Todos los precios están expresados en US\$ de agosto de 2018, y el tipo de cambio utilizado es de 6,91 Bolivianos por US\$.
- Los precios se expresan a precios de mercado.
- Los costos corresponden a los efectivamente incurridos e incluyen el costo de la infraestructura (contrato de la licitación de las obras), la supervisión de obra y el desarrollo comunitario/fortalecimiento institucional.

## 2. Metodología General de Evaluación

Al igual que en el análisis ex – ante, la metodología de evaluación se basa en un análisis costo – beneficio, donde los beneficios se estiman a través de la construcción de la curva de demanda agregada para cada localidad rural, la que consideró el precio y consumo de las fuentes alternativas de consumo de agua (situación sin proyecto), así como las tarifas marginales (cuando existen) y consumos en la situación con proyecto. A partir de ello se determinaron beneficios por ahorro de recursos al dejar de utilizarse fuentes alternativas, y beneficios por los mayores niveles de consumo que se obtienen con el sistema público de provisión de agua potable. Para obtener los beneficios económicos y los costos correspondientes, así como los indicadores de factibilidad, se utilizó el programa SIMOP del BID, permitiendo modelar cada uno de los proyectos en el horizonte temporal de su vida útil. A través de dicho programa se pudieron estimar los beneficios y costos en valor presente de acuerdo a los siguientes conceptos:

- Los beneficios que se desprenden de la posibilidad de los consumidores de tener acceso a agua potable, cubriendo el déficit de oferta y dotando a las familias de sus necesidades de agua potable.
- Ahorro de recursos de aquellas familias que se abastecen de agua potable desde fuentes alternativas por efectos de la implementación de los proyectos ya que, según la encuesta socioeconómica implementada, es más caro proveerse desde otro sistema que no sea la conexión a un sistema de agua potable.

## 3. Beneficiarios y Beneficios

Como se mencionó en la sección anterior, los beneficios están dados por:

- Los ahorros de costos por dejar de utilizar fuentes alternativas de abastecimiento.

- El valor del consumo incremental medido por el área bajo la correspondiente curva de demanda por agua potable.

Los supuestos involucrados en el cálculo de los beneficios de los proyectos fueron:

- El horizonte de análisis es de 25 años.
- La unidad monetaria utilizada es dólares norteamericanos de agosto de 2018, aplicándose el tipo de cambio de B\$6.91 por US\$, correspondiente a la fecha mencionada.
- La demanda global crece como consecuencia de aumentos en la población. Las tasas anuales de crecimiento fueron calculadas individualmente para cada comunidad durante la evaluación ex ante y se muestran en los Cuadros 6 y 7. No hay aumentos en las dotaciones individuales de consumo.
- Cada localidad presenta su propia dotación de consumo con proyecto, que se presentan en los Cuadro 6 y 7, las cuales fueron obtenidas del trabajo de campo realizado como parte de la evaluación final del programa.
- El factor de conversión del consumo aplicable a los beneficios es de 1,0.
- El precio por m3 es igual a la tarifa fijada en cada comunidad. En los casos en que se aplica una tarifa fija, el precio por m3 utilizado es igual a 0.
- La tasa de descuento es de 12% para establecer los valores presentes de los flujos.
- La cantidad de viviendas conectadas al sistema se obtuvo del trabajo de campo realizado como parte de la evaluación ex post del programa.
- Los precios y consumo de las fuentes alternativas (situación “sin proyecto”) fueron determinados por medio de la realización, entre mayo y julio de 2011, de 625 y 800 encuestas socioeconómicas en hogares de las comunidades rurales y pequeñas localidades de la muestra, respectivamente, como parte de la evaluación ex ante del programa. Los resultados de precio y consumo para cada pequeña localidad y comunidad rural se presentan en los Cuadros 4 y 5 a continuación.
- Al igual que en la evaluación ex ante, para todos los proyectos se utilizó una elasticidad-precio constante igual a -0.7, la cual se obtuvo de una curva de demanda estimada para localidades de similar tamaño en Bolivia.

**Cuadro 4: Precio y consumo de las fuentes alternativas – Pequeñas localidades**

Localidad	Fuente	Consumo por vivienda (m3/viv/mes)	Costo (US\$/m3)
Central Bolívar – Distrito 6	Acarreo	1,75	6,86
Urbanización El Porvenir	Camión	1,17	6,53
Alqa Quta <sup>1</sup>	Acarreo	1,75	6,86

1. La localidad de Alqa Quta no fue incluida en la muestra original de proyectos y por lo tanto no se realizaron encuestas en esta localidad. Los datos de consumos y precios corresponden a los promedios para este segmento poblacional.

Fuente: Encuesta socioeconómica, mayo-julio 2011, Bolivia.

**Cuadro 5: Precio y consumo de las fuentes alternativas – Comunidades rurales**

Localidad	Fuente	Consumo por vivienda (m3/viv/mes)	Costo (US\$/m3)
-----------	--------	-----------------------------------	-----------------

Cocani Ajllata	Pozo propio	1,26	14,89
Nuevo Horizonte	Acarreo	1,26	2,39
Pueblo Nuevo	Acarreo	1,26	12,78
Copajira A (Killilla Bualkata)	Acarreo	3,10	7,46
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	Acarreo	3,10	7,46
Bolívar Bustillos	Acarreo	3,55	2,39
Casamaya	Acarreo	1,26	10,53
Pallayunga	Pozo propio	2,27	7,46

Las localidades Copajira A y B y Nuevo Horizonte no fueron incluidas en la muestra original de proyectos y por lo tanto no se realizaron encuestas en esta localidad. Los datos de consumos y precios corresponden a los promedios para este segmento poblacional.

*Fuente: Encuesta socioeconómica, mayo-julio 2011, Bolivia.*

Los Cuadros 6 y 7 resumen los parámetros y supuestos básicos asociados a la determinación de los beneficios de cada proyecto evaluado, mientras que los Cuadros 7 y 8 presentan la magnitud de estos beneficios.

**Cuadro 6: Parámetros para el cálculo de los beneficios - Pequeñas localidades**

Comunidad	Viviendas conectadas (año 0)	Habitantes por vivienda	Tasa anual de crecimiento de la demanda (%)	Año de entrada en operación del sistema	Consumo con proyecto (lts/hab/día)	Precio con proyecto (tarifa) (US\$/m3)	Capacidad con proyecto (m3/año)
Central Bolívar – Distrito 6	586	5,0	1.82	2015	62	0.178	159.393
Urbanización El Porvenir	403	5,0	2.13	2015	70	0.308	76.839
Alqa Quta	988	5,3	1.70	2015	29	0.219	131.355

**Cuadro 7: Parámetros para el cálculo de los beneficios – Comunidades rurales**

Comunidad	Viviendas conectadas (año 0)	Habitantes por vivienda	Tasa anual de crecimiento de la demanda (%)	Año de entrada en operación del sistema	Consumo con proyecto (lts/hab/día)	Precio con proyecto (tarifa) (US\$/m3)	Capacidad con proyecto (m3/año)
Cocani Ajllata	90	5,0	1.20	2014	26	0	8.218
Nuevo Horizonte	271	5,0	3.90	2014	33	0	92.081
Pueblo Nuevo	157	5,0	2.87	2014	36	0	39.241
Copajira A (Killilla Bualkata)	95	5,0	1.82	2014	32	0	12.288
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	95	5,0	1.82	2014	32	0	12.308
Bolívar Bustillos	117	5,0	1.82	2014	21	0	27.072
Casamaya	193	4,4	1.73	2014	58	0	21.587
Pallayunga	89	5,0	1.27	2014	80	0	16.515

En el caso de pequeñas localidades, en la situación sin proyecto los usuarios se abastecían principalmente por medio de acarreo y en algunos casos por medio de compra a camión. Para



comunidades rurales, los usuarios se abastecían principalmente por medio de acarreo y en algunos casos por medio de pozos.

En todos los casos, para la situación con proyecto la demanda global se determinó a partir de los datos recopilados para la evaluación final del programa. Para efectos de la aplicación del modelo SIMOP se consideró en todos los casos una curva de demanda de elasticidad constante igual a -0.7.

Los Cuadros 8 y 9 muestran los resultados finales del cálculo de beneficios de estos proyectos para pequeñas localidades y comunidades rurales, respectivamente. En pequeñas localidades, los beneficios varían desde un mínimo de US\$731.000 en la localidad de Central Bolívar que implica la ampliación y mejoramiento del sistema, a un máximo de US\$2.180.500 en la localidad de Alqa Quta, que representa un sistema nuevo que abastecerá a casi 1.000 viviendas.

**Cuadro 8: Resultado del cálculo de beneficios – Pequeñas localidades**

Proyecto	VP Beneficios (US\$)
Central Bolívar – Distrito 6	1.174.510
Urbanización El Porvenir	545.537
Alqa Quta	1.960.428

En el segmento de comunidades rurales, los beneficios varían desde un mínimo de US\$ 1,853 en la localidad de Cocani Ajllata, que representa la construcción de un sistema para 75 viviendas, a un máximo de US\$ 201.593,43 en la localidad de Central Villa Nueva, que representa la rehabilitación de un sistema que abastece a casi 1,454viviendas.

**Cuadro 9: Resultado del cálculo de beneficios – Comunidades rurales**

Proyecto	VP Beneficios (US\$)
Cocani Ajllata	160.973
Nuevo Horizonte	163.143
Pueblo Nuevo	303.093
Copajira A (Killilla Bualkata)	344.992
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	344.992
Bolívar Bustillos	395.397
Casamaya	314.878
Pallayunga	226.203

#### 4. Inversiones y Otros Costos

Los costos de inversión mostrados en los Cuadros 2 y 3 incluyen los costos directos de construcción y costos indirectos, tales como costos de supervisión, capacitación y otros servicios. A los fines de convertir los costos de inversión de precios de mercado a precios sociales, se

realizó la desagregación de los costos en materiales y equipos nacionales, materiales y equipos importados, mano de obra calificada y mano de obra no calificada, utilizando los mismos porcentajes que en la evaluación ex ante. Esta desagregación se presenta en los cuadros a continuación.

**Cuadro 10: Costos de inversión por insumo económico (en US\$) – Pequeñas localidades**

Comunidad	Materiales y equipos de origen nacional	Materiales y equipos de origen importado	Mano de obra no calificada	Mano de obra calificada	Costos indirectos (supervisión, capacitación y otros gastos)
Central Bolívar – Distrito 6	57.297	71.427	14.613	28.282	115.239
Urbanización El Porvenir	86.267	24.534	3.774	29.923	73.473
Alqa Quta	61.450	144.827	4.525	94.408	177.843

**Cuadro 11: Costos de inversión por insumo económico (en US\$) – Comunidades rurales**

Comunidad	Materiales y equipos de origen importado	Materiales y equipos de origen nacional	Mano de obra no calificada	Mano de obra calificada	Costos indirectos (supervisión, capacitación y otros servicios)
Cocani Ajllata	19.745	20.441	2.651	20.999	43.859
Nuevo Horizonte	43.669	30.082	3.783	51.018	71.653
Pueblo Nuevo	38.575	16.820	2.753	18.602	48.528
Copajira A (Killilla Bualkata)	26.512	16.934	7.895	8.151	30.525
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	23.029	15.488	7.885	6.478	28.646
Bolívar Bustillos	21.605	36.703	14.196	12.631	56.118
Casamaya	27.849	53.676	11.073	51.375	61.433
Pallayunga	18.533	14.052	2.658	15.083	40.294

Las Razones Precio Cuenta (RPC) o también denominados “Factores de Conversión de Precios de Mercado a Precios de Eficiencia”, utilizados para la estimación de los costos económicos<sup>1</sup>, se presentan en el Cuadro 11 a continuación.

**Cuadro 12: Razones Precio Cuenta – Bolivia**

RPC Materiales y equipos de origen nacional	0.862
RPC Materiales y equipos de origen externo	0.769
RPC Mano de obra calificada	1.00
RPC Mano de obra no calificada urbana	0.23
RPC Mano de obra no calificada rural	0.47

1.

<sup>1</sup> La fuente de información de las Razones Precio Cuenta para es el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE), actualizados al 22 de septiembre de 2006, según Resolución Ministerial N°159. Los factores para materiales y equipos y gastos generales surgen de descontar el Impuesto al Valor Agregado (IVA) del 13%, el impuesto a las transacciones (IT) del 3% y aranceles para el caso de materiales y equipos importados.

RPC Gastos generales/otros gastos	0.862
-----------------------------------	-------

Tomando en cuenta la composición de costos de cada categoría de gasto, se obtiene que la aplicación de los factores de conversión para eliminar impuestos indirectos (IVA y aranceles) y otras distorsiones en el mercado laboral, hace que a precios de cuenta la inversión total alcance, en promedio, a 80% y 82% del valor a precios de mercado para pequeñas localidades y comunidades rurales, respectivamente. Dicha información se presenta en los Cuadros 13 y 14.

**Cuadro 13: Costos de inversión a precios sociales – Pequeñas localidades**

Comunidad	Inversión inicial a precios de mercado (US\$)	Inversión inicial a precios sociales (US\$)	Relación precios sociales/precios de mercado (%)
Central Bolívar – Distrito 6	443.023	328.825	74.2
Urbanizacion El Porvenir	308.734	255.246	82.7
Alqa Quta	673.811	560.825	82.2

**Cuadro 14: Costos de inversión a precios sociales – Comunidades rurales**

Comunidad	Inversión inicial a precios de mercado (US\$)	Inversión inicial a precios sociales (US\$)	Relación precios sociales/precios de mercado (%)
1. Cocani Ajllata	146.280	123.984	84,8
3. Nuevo Horizonte	269.347	232.470	86,3
6. Pueblo Nuevo	170.353	144.760	85,0
10. Copajira A (Killilla Bualkata)	131.027	110.042	79,4
11. Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	119.503	99.478	78,7
13. Bolívar Bustillos	209.774	173.033	78,0
15. Casamaya	288.874	238.800	82,7
17. Pallayunga	122.696	103.595	84,4

Los Cuadros 15 y 16 presentan información relativa a los costos anuales de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) para cada proyecto recopilada por el trabajo de campo realizado durante la evaluación final del programa.

**Cuadro 15: Costos de Administración, Operación y Mantenimiento Pequeñas localidades**

Comunidad	Costos AOM (US\$/año)
Central Bolívar – Distrito 6	4.488
Urbanizacion El Porvenir	8.602
Alqa Quta	12.003

**Cuadro 16: Costos de Administración, Operación y Mantenimiento Comunidades rurales**

Comunidad	Costos AOM (US\$/año)
Cocani Ajllata	2.021
Nuevo Horizonte	2.970
Pueblo Nuevo	3.862
Copajira A (Killilla Bualkata)	11.434
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	11.434
Bolívar Bustillos	13.858
Casamaya	2.890
Pallayunga	9.959

Los valores más elevados se registran en los proyectos por bombeo debido al elevado consumo de energía eléctrica. Estos costos fueron expresados a precios sociales utilizando el factor de conversión estándar.

Los Cuadros 17 y 18 presentan el valor presente de los costos de inversión y de AOM para cada proyecto de la muestra, suponiendo que las obras se construyen completamente en el año 1, y aplicando una tasa de descuento del 12%.

**Cuadro 17: Valor presente de los costos totales a precios de mercado  
Pequeñas localidades**

Comunidad	Valor presente de la inversión (US\$)	Valor presente de los costos de AOM (US\$)	Valor presente de los costos totales (US\$)
Central Bolívar – Distrito 6	328.825	30.118	358.943
Urbanización El Porvenir	255.246	57.721	312.967
Alqa Quta	560.825	80.544	641.369

**Cuadro 18: Valor presente de los costos totales a precios de mercado  
Comunidades rurales**

Comunidad	Valor presente de la inversión (US\$)	Valor presente de los costos de AOM (US\$)	Valor presente de los costos totales (US\$)
Cocani Ajllata	123.984	13.560	137.544
Nuevo Horizonte	232.470	19.928	252.398
Pueblo Nuevo	144.760	25.914	170.674
Copajira A (Killilla Bualkata)	110.042	76.722	186.764
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	99.478	76.722	176.200
Bolívar Bustillos	173.033	89.006	262.039

Casamaya	238.800	19.391	258.191
Pallayunga	103.595	66.828	170.423

## 5. Resultados de Rentabilidad

Los resultados de las evaluaciones ex post de los 3 proyectos de agua potable en pequeñas localidades y de los 8 proyectos en comunidades rurales se presentan en los siguientes Cuadros 19 y 20. Para el segmento de pequeñas localidades, todos los proyectos evaluados presentan Valores Presentes Netos (VPN) positivos al 12%, con Tasas Internas de Retorno Económica (TIRE) que varían entre 25.6% en Urbanización El Porvenir y 56.7% en Centra Bolívar.

**Cuadro 19: Resultados de rentabilidad de los proyectos  
Pequeñas localidades**

Comunidad	VPN (US\$)	TIRE (%)
Central Bolívar – Distrito 6	815.568	56,74
Urbanizacion El Porvenir	232.570	25,60
Alqa Quta	1.319.058	54,45

Por su parte, para el segmento de comunidades rurales, 7 de los proyectos evaluados presentan Valores Presentes Netos (VPN) positivos al 12%, con Tasas Internas de Retorno Económica (TIRE) que varían entre 14.9% en Cocani Ajllata y 41.4% en Copajira B y solo 1 proyecto (Nuevo Horizonte) presenta una rentabilidad negativa al 12%. En el caso de Nuevo Horizonte, la rentabilidad negativa ex post comparada con una positiva ex ante (TIRE ex ante de 18%) se explica por una disminución en un 30% en la cantidad de hogares beneficiarios del programa cuando se comparan las situaciones ex ante y ex post.

**Cuadro 20: Resultados de rentabilidad de los proyectos  
Comunidades rurales**

Comunidad	VPN (US\$)	TIRE (%)
Cocani Ajllata	23.429	14,93
Nuevo Horizonte	-89.255	6,49
Pueblo Nuevo	132.419	24,85
Copajira A (Killilla Bualkata)	158.227	35,98
Copajira B (Cuellar y Taipichuyu)	168.791	41,46
Bolívar Bustillos	133.358	23,89
Casamaya	56.688	15,56
Pallayunga	55.780	20,70

## 4. Proyectos de Saneamiento

### 1. Tipología de Proyectos

Los proyectos de saneamiento construidos por el programa responden a dos tipologías diferentes: 1) construcción de soluciones individuales, y 2) construcción de redes de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). En el caso de las soluciones individuales, siguiendo las prácticas normales para proyectos rurales en Bolivia se construyó una letrina por hogar. El diseño técnico de las letrinas fue realizado por el MMAyA.

En el caso de las redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, la solución ha sido diseñada de manera específica para cada proyecto. La muestra, que coincide con la muestra de la evaluación ex ante, incluye un total de 6 proyectos de alcantarillado sanitario y 6 PTAR, cuyas características básicas, y costos se muestran en el siguiente Cuadro 21.

**Cuadro 21: Síntesis de características de proyectos de saneamiento**

Comunidad	Viviendas conectadas (año 0)	Año de puesta en marcha	Tasa de crecimiento anual (%)	Tipo de proyecto	Costo de inversión incurrido (US\$ de 2018)			Inversión por vivienda (año 0) (US\$ de 2018)		
					Recolección	Tratamiento	Total	Recolección	Tratamiento	Total
Fernandez Alonso	1.082	2013	3.00	Nuevo/Alcantarillado y PTAR	2.648.964	293.609	2.942.573	2.448	271	2.720
Urbanización El Porvenir	403	2014	2.13	Nuevo/Alcantarillado y PTAR	375.794	214.938	590.732	932	533	1.466
Piraycito	58	2013	3.79	Nuevo/Alcantarillado y PTAR	71.960	29.095	101.055	1.241	502	1.742
Rosario del Ingre	129	2013	3.79	Nuevo/Alcantarillado y PTAR	134.242	39.264	173.508	1.041	304	1.345
Añimbo	61	2013	3.79	Nuevo/Alcantarillado y PTAR	95.236	28.280	123.516	1.561	464	2.025
Uruguay	82	2013	3.79	Nuevo/Alcantarillado y PTAR	119.006	46.797	165.803	1.451	571	2.022

Dos de los 6 proyectos, 2 pertenecen a pequeñas localidades (Fernandez Alonso, ubicado en el municipio Fernandez Alonso, en el departamento Santa Cruz, y El Porvenir, ubicado en el municipio Bermejo, en el departamento Tarija), mientras que los 4 restantes (Añimbo, Uruguay, Piraicito y Rosario del Ingre, todos ubicados en el municipio de Huacareta, en el departamento Chiquisaca) corresponden a comunidades rurales. Todos los proyectos de alcantarillado y de construcción de PTAR de la muestra corresponden a proyectos nuevos.

Los proyectos abarcan una cantidad de viviendas beneficiarias que varían entre 1.082 en Fernandez Alonso, hasta el atendimiento de localidades de 58 viviendas, como en Piraycito. La tasa de crecimiento de la población utilizada es la que se había estimado para la evaluación ex ante.

Las variaciones de costos entre proyectos son significativas, con un mínimo de casi US\$101.000 en Piraycito, hasta casi US\$ 3 millones en la localidad de Fernandez Alonso.

Si se consideran los costos por vivienda, se aprecia que los costos de las redes de recolección varían entre un mínimo de US\$932 por vivienda en El Porvenir, a un máximo de US\$2.448 por vivienda en Fernandez Alonso. En lo que se refiere a las obras de tratamiento de aguas residuales los costos por vivienda varían entre US\$271 en Fernandez Alonso y US\$571 en Uruguay.

Esta amplia variación de costos refleja el tipo de soluciones tecnológicas adoptadas para el tratamiento de las aguas servidas y los estándares de diseño de las obras, los cuales no son uniformes a nivel nacional. Los costos incluyen adicionalmente una estimación de los costos de la conexión intradomiciliaria a medida que las familias se incorporan a los sistemas, por un monto equivalente al establecido de las uniones domiciliarias en cada proyecto. Estas cifras alcanzan un promedio de US\$ 250 por familia.

## **2. Metodología General de Evaluación**

La metodología de evaluación ex post para todos los proyectos de saneamiento se basó en un análisis costo – beneficio, donde los beneficios se estiman a partir de la Disposición a Pagar (DAP) de las familias beneficiarias obtenido durante la evaluación ex ante, actualizado a valores de 2018 por medio de la variación del IPC de Bolivia entre 2011 (año en que se estimaron las DAP) y 2018. Durante la evaluación ex ante, se estimaron tres DAP diferentes:

- DAP por las soluciones individuales de saneamiento, que se obtuvo de la realización de 700 encuestas en las comunidades rurales de la muestra entre los meses de mayo y julio de 2011.
- DAP para red de alcantarillado, que se estimó por medio de la realización de 600 encuestas en las localidades de la muestra donde existían ese tipo de proyecto: Fernandez Alonso, El Porvenir, Añimbo, Uruguay, Piraicito y Rosario del Ingre.
- DAP para PTAR, que también se estimó por medio de la realización de 600 encuestas en las localidades de la muestra donde existían ese tipo de proyecto: Fernandez Alonso, El Porvenir, Añimbo, Uruguay, Piraicito y Rosario del Ingre.

Todas las DAP se estimaron por medio de la metodología de Valuación Contingente (VC). Para el caso de las letrinas, se realiza una única evaluación costo-beneficio, dado que la solución adoptada fue la misma para todos los proyectos. En cambio, cada uno de los proyectos de alcantarillado y construcción de PTAR se evaluó individualmente. Los detalles de la estimación de las DAP pueden encontrarse en el anexo de evaluación socioeconómica ex ante del proyecto.

## **3. Beneficiarios y Beneficios**

### Soluciones individuales (letrinas)

El beneficio central esperado del proyecto de construcción de letrinas es el de mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria a través de permitir que la misma disponga de sus aguas negras apropiadamente. Se eliminan con ello los efectos negativos que tiene el utilizar sistemas de evacuación en malas condiciones o directamente el no uso de un sistema, lo cual es fuente de contaminación ambiental general.

Del análisis realizado utilizando la metodología de VC se había obtenido una estimación promedio de la disposición a pagar que alcanzaba a US\$166 por familia para tener acceso a una letrina a valores de 2011. Anualizando el monto de la DAP por un periodo de 20 años a una tasa del 12%, se obtuvo una DAP equivalente de US\$1.9 por vivienda por mes en US\$ de 2011. Dicho valor actualizado a 2018 por medio de la variación del IPC de Bolivia, equivale a US\$2,48 por vivienda por mes.

### Redes de alcantarillado y PTAR

Siguiendo la práctica usual en este tipo de proyectos los beneficiarios de las obras de redes de recolección son aquellas familias que efectivamente se conectan a las mismas una vez construidas. Por otra parte, los beneficiarios de las obras de tratamiento son todos los habitantes de la localidad en la que se construyen las obras, independientemente si están conectados o no a la red de alcantarillado.

Como en el caso de las soluciones individuales de saneamiento, la magnitud de los beneficios por familia se estableció por medio de medir la máxima DAP de las familias beneficiarias por los proyectos. Estos valores fueron estimados por medio de la metodología de VC, obteniéndose la máxima disposición a pagar de las familias a través de un proceso de entrevista al jefe de la misma.

De los análisis realizados se obtuvo una estimación promedio de la disposición a pagar que, en 2011, alcanzaba a US\$ 2.98 por familia por mes para tener acceso a red de alcantarillado y de US\$ 3.01 por familia por mes por la construcción de una PTAR.

El valor obtenido de la DAP para las redes de alcantarillado se encontraba muy por debajo de los estimados para otros países de la región. Como valor de referencia, el monto equivalía al 0.9% del ingreso medio por hogar de los hogares de la muestra, mientras que la experiencia internacional indica que la DAP por redes de alcantarillado normalmente se encuentra entre el 2% y 3% del ingreso familiar. Por lo tanto, para la evaluación ex ante de las redes de alcantarillado se utilizó la estimación alternativa de la DAP considerando el 3% del ingreso promedio familiar obtenido de las encuestas socioeconómicas. Para la evaluación ex post, se utilizaron las respectivas actualizaciones, utilizando la variación del IPC de Bolivia entre 2011 y 2018, de las DAP así estimadas. En el caso de PTAR, la DAP ajustada a valores de 2018 es de US\$ 3.93 por familia por mes.



**Cuadro 22: DAP para alcantarillado  
como proporción del ingreso (3%)**

<b>Comunidad</b>	<b>Ingreso promedio 2018 (US\$/fam/mes)</b>	<b>DAP (US\$/mes)</b>
Fernandez Alonso	365	10.95
Urbanización El Porvenir	493	19.32
Piraycito	225	6.74
Rosario del Ingre	225	6.74
Añimbo	225	6.74
Uruguay	225	6.74

Otros elementos adoptados en la determinación de los beneficios son:

- El horizonte de evaluación es de 30 años.
- La tasa de crecimiento de la demanda corresponde al crecimiento de la población, y supone que la DAP no varía en el tiempo.
- El número de familias beneficiarias son las efectivamente conectadas al momento de completarse las obras.
- Los beneficios no consideran ajustes a precios sociales.
- La tasa de descuento adoptada es del 12%.

#### **4. Inversiones y Otros Costos**

##### Soluciones individuales (letrinas)

Los montos de la inversión fueron provistos por la Unidad Coordinadora del Programa (UCP) y convertidos a dólares de agosto de 2018. Dentro del monto de inversión se incluyen mano de obra, materiales y equipos. Los costos de inversión se han convertido a precios sociales utilizando los factores de conversión correspondientes presentados en la sección 3.4 del presente Anexo. En el cuadro a continuación se presentan los costos de construcción correspondientes a una letrina.

**Cuadro 23: Costo de construcción de letrinas**

<b>Componente</b>	<b>Costo por letrina a precios de mercado (en</b>	<b>Costo por letrina a precios sociales (en US\$)</b>
-------------------	---	---

	US\$)	
Materiales de origen nacional	739	637
Materiales de origen importado	82	63
Mano de obra calificada	216	216
Mano de obra no calificada	190	89
Supervisión, transporte y otros costos	391	337
<b>Total</b>	<b>1.618</b>	<b>1.343</b>

El costo a precios sociales de cada letrina corresponde al 83% de su costo a precios de mercado. Según información del MMAyA, los costos de AOM de las letrinas son lo suficientemente bajos como para asumir que son iguales a cero.

### Redes de alcantarillado y PTAR

Los costos de inversión indicados anteriormente se han convertido a precios sociales utilizando los factores de conversión correspondientes presentados en la sección 3.4 del presente Anexo, y a partir de la aplicación de la distribución de costos por insumos económicos que se presenta en el cuadro a continuación.

**Cuadro 24: Costos de inversión por insumo económico (en US\$)**

Proyecto	Materiales y equipos de origen nacional	Materiales y equipos de origen importado	Mano de obra no calificada	Mano de obra calificada	Costos indirectos (supervisión, capacitación y otros servicios)
Fernandez Alonso Alcantarillado	978.614	360.134	580.245	175.097	554.873
Fernandez Alonso PTAR	31.411	154.530	23.738	22.422	61.509
Urbanización El Porvenir Alcantarillado	126.586	90.578	53.193	27.408	78.029
Urbanización PTAR	38.702	140.967	2.781	2.936	29.551
Piraycito Alcantarillado	31.980	7.633	13.550	4.776	14.021
Piraycito PTAR	8.168	8.520	1.956	4.781	5.669
Rosario del Ingre Alcantarillado	52.234	16.828	22.728	17.866	24.586
Rosario del Ingre PTAR	11.070	11.472	2.634	6.438	7.651
Añimbo Alcantarillado	43.979	11.770	8.843	11.814	18.830
Añimbo PTAR	7.940	8.282	402	6.146	5.510
Uruguay Alcantarillado	49.095	14.311	23.979	8.432	23.189
Uruguay PTAR	13.142	13.698	3.146	7.693	9.119

A precios de cuenta la inversión total alcanza, en promedio, a 80% del valor a precios de mercado. Dicha información se presenta en el cuadro a continuación.

**Cuadro 25: Costos de inversión a precios sociales**

Comunidad	Inversión inicial a precios de mercado (US\$)	Inversión inicial a precios sociales (US\$)	Relación precios sociales/precios de mercado (%)
Fernandez Alonso Alcantarillado	2.648.964	1.907.723	72
Fernandez Alonso PTAR	293.609	226.966	77
Urbanización El Porvenir Alcantarillado	375.794	285.766	76
Urbanización PTAR	214.938	171.622	80
Piraycito Alcantarillado	71.960	56.675	79
Piraycito PTAR	29.095	24.189	83
Rosario del Ingre Alcantarillado	134.242	107.725	80
Rosario del Ingre PTAR	39.264	32.647	83
Añimbo Alcantarillado	95.236	79.174	83
Añimbo PTAR	28.280	24.306	86
Uruguay Alcantarillado	119.006	93.030	78
Uruguay PTAR	46.797	38.907	83

Los costos de administración, operación y mantenimiento de los sistemas proporcionados por la UCP se presentan en el cuadro a continuación.

**Cuadro 26: Costos de Administración, Operación y Mantenimiento**

Comunidad	Costos AOM (US\$/año)
Fernandez Alonso Alcantarillado	3.891
Fernandez Alonso PTAR	9.080
Urbanización El Porvenir Alcantarillado	1.283
Urbanización PTAR	5.231
Piraycito Alcantarillado	4.184
Piraycito PTAR	6.273
Rosario del Ingre Alcantarillado	5.692
Rosario del Ingre PTAR	20.177
Añimbo Alcantarillado	3.045
Añimbo PTAR	1.713
Uruguay Alcantarillado	2.880
Uruguay PTAR	1.012

Estos valores han sido expresados a precios sociales considerando los mismos factores de conversión que fueron utilizados para la inversión.

## 5. Resultados de Rentabilidad

### Soluciones individuales (letrinas)

Para la evaluación del proyecto construcción de letrina se utilizan los siguientes supuestos:

- Se adopta un horizonte de evaluación de 20 años.
- La tasa de descuento es del 12%.
- Para los beneficios por vivienda, se utilizó una DAP de US\$2.48 por vivienda por mes.

El cuadro a continuación presenta los resultados del análisis costo-beneficio ex post, el que arrojó una TIRE de -7.3% y un VPN de US\$-976.

**Cuadro 27: Rentabilidad del proyecto de construcción de letrina**

Proyecto	TIRE (%)	VPN (US\$)
Construcción de letrina familiar	-7,3	-976

Este valor negativo de la rentabilidad responde a que los costos de construcción de las soluciones individuales fueron considerablemente más elevados (+648%) que los estimados en la evaluación ex ante durante la preparación de la operación.

### Redes de alcantarillado y PTAR

Los resultados fundamentales de las evaluaciones de los 6 proyectos de saneamiento se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro 28: Rentabilidad de los proyectos de saneamiento**

Comunidad	Proyecto de recolección				Proyecto de tratamiento			
	VP Beneficios (US\$)	VP Costos (US\$)	VPN (US\$)	TIRE (%)	VP Beneficios (US\$)	VP Costos (US\$)	VPN (US\$)	TIRE (%)
Fernandez Alonso	1.388.276	1.723.397	-335.121	9,5	498.534	252.920	245.614	26,0
Urbanización El Porvenir	845.510	262.137	583.373	41,7	153.960	183.148	-29.188	9,5
Piraycito	49.258	74.204	-24.946	6,2	28.717	58.949	-30.232	-4,4
Rosario del Ingre	109.556	128.897	-19.341	9,7	63.870	134.573	-85.434	-15,3
Añimbo	51.805	88.824	-37.018	5,5	30.202	32.247	-2.045	11,0
Uruguay	69.640	99.187	-29.547	7,7	40.600	40.765	-166	11,9

De los proyectos de recolección de aguas servidas considerados sólo 1 es rentable (Urbanización El Porvenir). Los restantes proyectos muestran rentabilidades negativas en valor presente, con tasas internas de retorno inferiores al 12%.

Los resultados de la evaluación de los proyectos de PTAR muestran también que solamente 1 es rentable (Fernandez Alonso) al 12%, aunque el proyecto de Uruguay puede considerarse rentable marginalmente.

El cuadro siguiente muestra la comparación entre las rentabilidades estimadas ex ante y ex post, y la variación entre las variables principales de análisis: los costos de inversión y la cantidad de viviendas conectadas.

**Cuadro 29: Rentabilidad de los proyectos de saneamiento ex ante y ex post**

Comunidad	Proyecto de recolección					Proyecto de tratamiento				
	TIRE ex ante (%)	TIRE ex post (%)	Var. costos de inversión (%)	Var. costos de O&M (%)	Var. Beneficiarios (%)	TIRE ex ante (%)	TIRE ex post (%)	Var. costos de inversión (%)	Var. costos de O&M (%)	Var. Beneficiarios (%)
Fernandez Alonso	17.9	9,5	+47	-54	-14	12.6	26,0	-23	-54	-14
Urbanización El Porvenir	24.8	41,7	-50	-56	-21	13.4	9,5	+43	-56	-21
Piraycito	7.7	6,2	-6	-1	-3	-8.3	-4,4	-44	-1	-3
Rosario del Ingre	12.7	9,7	-27	+144	-12	13.3	-15,3	-24	+144	-12
Añimbo	4.4	5,5	+5	-55	-13	4.6	11,0	-45	-55	-13
Uruguay	13.2	7,7	-21	-57	-47	21.1	11,9	-10	-57	-47

Las causas por los que proyectos que eran viables ex ante dejaron de serlo en la evaluación ex post se explica por aumentos en los costos de inversión (Fernandez Alonso alcantarillado y PTAR de Urbanización El Porvenir), disminución en la cantidad de hogares beneficiarios (todos los proyectos, pero especialmente en los casos de Urbanización El Porvenir, Rosario del Ingre, Añimbo y Uruguay) y aumento de los costos de O&M (Rosario del Ingre).