**Documento del Banco Interamericano de Desarrollo**

Estado Plurinacional de Bolivia

Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuencas III (PRONAREC III)

**(BO-L1106)**

**Consultoría para el análisis económico ex-ante**

**Evaluación Económica**

**Informe Final**

ALEXIS DE AGUEDA CORNELOUP

*Mayo 2016*

ÍNDICE DE CONTENIDO

[SIGLAS Y ABREVIATURAS 3](#_Toc449011609)

[I. INTRODUCCIÓN 4](#_Toc449011610)

[*Antecedentes del PRONAREC III* 5](#_Toc449011611)

[*Mejorar de forma sostenible la productividad agrícola* 6](#_Toc449011612)

[*Especificidad de los proyectos financiados* 7](#_Toc449011613)

[*Planteamiento metodológico general* 7](#_Toc449011614)

[*Beneficios y beneficiarios del Programa* 9](#_Toc449011615)

[*Análisis cuantitativo y cualitativo* 9](#_Toc449011616)

[II. SUPUESTOS Y METODOLOGÍA 11](#_Toc449011617)

[*Perímetro de análisis: muestra de proyectos “tipo”* 11](#_Toc449011618)

[*Análisis Costo-Beneficio: Alternativas Sin Proyecto y Con Proyecto* 11](#_Toc449011619)

[*Hipótesis agronómicas y Área Bajo Riego Óptimo (“ABRO”)* 12](#_Toc449011620)

[*Costo de oportunidad del agua para riego* 13](#_Toc449011621)

[*Horizonte temporal del ACB* 15](#_Toc449011622)

[*Unidades monetarias* 15](#_Toc449011623)

[*Precios sombra* 15](#_Toc449011624)

[*Outputs de la evaluación o parámetros de rentabilidad económica* 16](#_Toc449011625)

[III. BENEFICIOS ECONÓMICOS 19](#_Toc449011626)

[A. Beneficios cuantificados .19](#_Toc449011627)

[B. Otros beneficios identificados ….27](#_Toc449011628)

[IV. COSTOS ECONÓMICOS 29](#_Toc449011629)

[V. RESULTADOS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA 35](#_Toc449011630)

[VI. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 37](#_Toc449011631)

[VII. ANÁLISIS ADICIONALES 40](#_Toc449011632)

[A. Análisis de la capacidad financiera de las familias beneficiarias ..40](#_Toc449011633)

[B. Parámetros de costo-efectividad para la selección ex-ante de proyectos 43](#_Toc449011634)

[DOCUMENTACIÓN Y FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS 47](#_Toc449011635)

[ANEXO I: TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSITICAS DE LOS PROYECTOS MUESTRA …48](#_Toc449011636)

[ANEXO II: LIBRO DE HIPÓTESIS DEL ACB 49](#_Toc449011637)

[ANEXO III: RESUMEN DE PROYECCIONES ECONÓMICAS DEL ACB 60](#_Toc449011638)

# SIGLAS Y ABREVIATURAS

|  |  |
| --- | --- |
| ABRO | Área Bajo Riego Óptimo |
| ACB | Análisis Costo-Beneficio |
| BOB | Moneda local Boliviano |
| MBE | Margen Bruto de Explotación |
| MMAyA | Ministerio de Medio Ambiente y Agua |
| PRONAR | Programa Nacional de Riego |
| PRONAREC | Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuencas |
| SNIR | Sistema Nacional de Información de Riego |
| TIR | Tasa Interna de Retorno |
| USD | Dólares Americanos |
| VA | Valor Actual |
| VAB | Valor Añadido Bruto |
| VAN | Valor Actual Neto |
| VRHR | Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego |

# INTRODUCCIÓN

* 1. El presente documento tiene como cometido exponer la metodología y resultados del análisis económico ex-ante del Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuencas III (“PRONAREC III” o el “Programa”), cuyo objetivo principal es aumentar el ingreso de los hogares rurales beneficiarios de manera sostenible. A su vez, los objetivos específicos del Programa consisten en (i) incrementar la productividad de los pequeños productores agropecuarios a través de un aumento en la superficie bajo riego; (ii) mejorar la eficiencia en el uso de agua de los sistemas de riego y las capacidades para la gestión comunitaria; y (iii) mejorar la gestión del recurso hídrico con fines de riego.
  2. Para alcanzar estos objetivos, el PRONAREC III plantea financiar obras, servicios y adquisiciones en las siguientes áreas de intervención:

1. Inversiones para el desarrollo de riego comunitario con enfoque de cuenca: estudios de preinversión, construcción, rehabilitación y mejora, así como la supervisión de la construcción y preinversión de sistemas de riego comunitario en siete departamentos del país. Adicionalmente se podrá financiar apoyo técnico especializado para la elaboración y supervisión de proyectos. El financiamiento del Banco no incluye las inversiones dentro de las parcelas, las cuales serán cubiertas por los beneficiarios.
2. Desarrollo de capacidades para la sostenibilidad de los proyectos de riego: contratación de servicios de acompañamiento y asistencia técnica con enfoque de género, enfoque de cuenca y de mercado, así como el financiamiento de talleres, materiales, docentes, intercambio de experiencias entre productores.
3. Mejora de la planificación de la inversión y de la gestión de los recursos hídricos para riego: productos que permitirán el mejoramiento de la gestión de recursos hídricos con fines de riego, incluyendo: (i) diseño y socialización de Planes de Aprovechamiento Hídrico Locales, (ii) aprobación de la guía para la supervisión en preinversión e inversión de los proyectos de riego, (iii) capacitación de técnicos en formulación de proyectos con enfoque del Programa, (iv) implementación de estrategias para la articulación intersectorial Riego-Cuenca a nivel de gobierno nacional y Riego-Cuenca-Producción a nivel descentralizado, (v) realización de evaluaciones de desempeño del Subsector Riego, (vi) diseño de Guía para la implementación de Evaluaciones de impacto en el Subsector, (vii) gestión del Sistema de Información de Recursos Hídricos (“SIRH”) por parte de los Gobiernos Departamentales; (viii) estudios prioritarios para la gestión hídrica con fines de riego; (ix) estaciones meteorológicas para una mejor gestión del recurso.
   1. El Programa, cuyo monto presupuestal total asciende a US$ 195 millones, se desarrollará bajo la dirección del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (“MMAyA”) a través del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (“VRHR”).
   2. De acuerdo con los Términos de Referencia de la consultoría, el objetivo principal del presente documento es exponer la metodología y resultados obtenidos en el desarrollo de la evaluación económica ex-ante del Programa. A su vez, los objetivos específicos de la evaluación han sido los siguientes:

* Proponer una metodología adecuada para el Análisis Costo-Beneficio (“ACB”);
* Identificar un grupo de proyectos “tipo” como muestra que sintetice el perfil de proyectos del Programa y que permita su evaluación y análisis económico ex-ante;
* Identificar y cuantificar los beneficios resultantes de la implementación del Programa;
* Estimar los costos económicos diferenciales (inversión, de gestión administrativa, operacionales, etc.) asociados al Programa, durante el período de vida útil de los proyectos; necesarios para generar los beneficios económicos esperados;
* Calcular el Valor Actual Neto (“VAN”) del Programa usando una tasa de descuento del 12%, y estimar su Tasa de Interna de Retorno (“TIR”);
* Exponer todos los supuestos usados en el desarrollo del ACB;
* Presentar un análisis de sensibilidad de los supuestos clave en la estimación de los retornos económicos del Programa.
* Analizar la capacidad financiera de los beneficiarios, necesaria para que sea efectivo el acceso al agua de riego disponible y el cambio a las nuevas cédulas de cultivo.
* Identificar posibles criterios de selección de proyectos ex-ante que permitan determinar montos referenciales por beneficiario o por hectárea.
* Proponer los indicadores específicos de productos, resultados e impactos del Programa para cada uno de sus componentes, de acuerdo a lo requerido en la Matriz de Resultados del Programa, especificando las fuentes de información asociada a los indicadores a medirse.
  1. Los cálculos realizados en esta evaluación se encuentran detallados en el documento Excel anexo ([ver documento](http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getDocument.aspx?DOCNUM=40252181)).

## *Antecedentes del PRONAREC III*

* 1. El Banco viene apoyando a Bolivia desde 1996 con tres programas orientados a la expansión y mejoramiento de sistemas de riego comunitario. El Programa Nacional de Riego (“PRONAR”), financió entre 1996-2005 un total de 158 proyectos, mejorando la infraestructura de 8.000 ha. e incorporando el riego a más de 14.000 hectáreas. PRONAREC, entre 2009-15, financió 54 sistemas e incorporó 9.060 hectáreas, beneficiando a 10.691 familias. Finalmente, PRONAREC II, en ejecución desde 2014, ha contratado hasta el momento 73 proyectos para adecuar 12.604 ha de riego, comprometiendo con ello el 80% de los recursos del Banco.
  2. En adición al financiamiento de obras, PRONAREC ha trabajado en impulsar la entrega de derechos de agua, la inclusión del enfoque de cuenca, la dimensión de género y el desarrollo del Sistema Nacional de Información de Riego (“SNIR”). Con PRONAREC II, se dio mayor énfasis a promover el riego tecnificado (56% de la meta de área bajo riego) para lograr un uso más eficiente del agua; así como en acompañar a los regantes con una asistencia técnica de mayor alcance; y fortalecer el enfoque de cuenca de los proyectos. En ambas operaciones, los proyectos financiados fueron promovidos por las propias comunidades beneficiarias.

## *Mejorar de forma sostenible la productividad agrícola*

* 1. La racionalidad económica del Programa como inversión de recursos públicos se justifica en la dotación de bienes comunitarios para corregir fallas de coordinación y de información, que impiden o limitan la capacidad técnica y de organización necesaria para que los productores agropecuarios lleven a cabo la implantación exitosa y sostenible de un sistema de riego comunitario teniendo en cuenta la capacidad de la cuenca hidrográfica en la que se encuentran.
  2. Asimismo, cabe señalar la generación de externalidades positivas que, a nivel de cada cuenca y sub-cuenca hidrográfica, supone la aplicación de criterios de gestión con enfoque integral de cuencas, previniendo así que el uso inadecuado o no equitativo del recurso hídrico pueda perjudicar a otros usos del agua, y evitando daños medioambientales.
  3. Por otra parte, las áreas beneficiarias se caracterizan por estar ocupadas por explotaciones y familias de recursos y niveles de renta bajos, por lo que el Programa se puede considerar como inversión pública destinada a reducir los niveles de pobreza en dichas áreas así como prevenir su vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y al cambio climático.
  4. En este sentido, a causa del cambio climático, se están registrando en los últimos años una disminución del caudal de los ríos, así como una mayor irregularidad e incertidumbre sobre la disponibilidad del agua para riego. Por todo lo anterior, se ha evidenciado la conveniencia de dotar a las comunidades agrícolas de sistemas de riego que tengan en cuenta la sostenibilidad de cada cuenca, promoviendo así los efectos positivos siguientes:

1. Aumento de la capacidad de almacenamiento y de gestión del agua para riego a lo largo del año, en particular durante la temporada seca.
2. Mejora de la eficiencia en el manejo y aprovechamiento del agua desde la fuente hasta la parcela; disminuyendo las pérdidas por infiltración y evaporación, y optimizando los tiempos y cantidades de agua regada en cada parcela.
3. Reducción de los problemas de erosión de los terrenos, que se dan en sistemas de riego por gravedad con pendientes pronunciadas y en terrenos propensos a la erosión.

## *Especificidad de los proyectos financiados*

* 1. Los sistemas de riego que van a ser implementados han sido o serán diseñados *ad-hoc*, es decir, teniendo en cuenta el tipo de medio natural (climatología, orografía, etc.) en el que se implementará cada proyecto, así como las posibilidades de acceso a los mercados de los cultivos y la oferta de agua disponible, entre otros factores.
  2. Además de la variedad de medios agroecológicos así como las distintas problemáticas de las comunidades beneficiarias, existen otros elementos que condicionan el tipo de intervención más adecuado para cada caso. Por ejemplo, las familias en zonas de más bajos recursos podrían tener dificultades en asumir la inversión en nuevos equipos de riego tecnificado, necesaria para disponer de agua de riego por aspersión en su parcela. Otro ejemplo de factor condicionante es el grado de desarrollo del sistema de riego: no es lo mismo desarrollar un nuevo sistema de riego que mejorar o ampliar las canalizaciones de uno ya existente.

## *Planteamiento metodológico general*

* 1. La evaluación económica ex-ante del Programa ha seguido la metodología utilizada en el análisis económico ex-ante del PRONAREC II, cuya preparación se llevó a cabo principalmente durante el año 2013 (3060/BL-BO).
  2. De esta forma, el ACE se ha desarrollado mediante el análisis de una muestra de proyectos “tipo”, cuyo monto total de inversión inicial alcanza los US$10 millones, y cuyas características específicas se ha considerado diferenciales y representativas con respecto a la cartera de proyectos que se van a desarrollar a lo largo de los 5 años de duración del Programa.
  3. Las proyecciones de cada uno de estos proyectos “tipo” se han estimado en base a la información recibida por las duplas de consultores técnicos designados por el VRHR para su revisión, así como a las encuestas realizadas a los productores beneficiarios.
  4. Las duplas seleccionaron los proyectos “tipo” más representativos de una cartera inicial de 31 proyectos de riego, de acuerdo con sus características diferenciales, con respecto a tres factores principales:

1. Tipología de la intervención (nueva construcción, rehabilitación y/o mejora);
2. Tipología de sistema de riego (convencional/tradicional o tecnificado); y
3. Medio agroecológico (Altiplano, Valle, Trópico).
   1. Estos análisis se encuentran recogidos en las fichas técnicas e informes denominados “Estudio Integral TESA” de cada uno de los proyectos contemplados en la muestra.
   2. Adicionalmente, dada la disponibilidad de nuevos datos recopilados en las encuestas llevadas a cabo en el marco de la Evaluación de Impacto de las fases anteriores y para la línea de base del PRONAREC III, en lugar de extrapolar los beneficios y costos cuantificados en la evaluación económica de los proyectos “tipo” a una cartera previsional de proyectos, tal y como se realizó en el ACB del PRONAREC II, se han calculado las proyecciones del conjunto del Programa en base a hipótesis equivalentes a los impactos evaluados de las fases anteriores.
   3. Por otra parte, se ha estudiado la capacidad financiera de las familias de agricultores en las áreas beneficiarias, en base a los resultados de encuestas de campo realizadas a productores. Con ello, se busca evaluar si, con su nivel de renta actual, los productores beneficiarios podrán asumir las inversiones, en cada caso, correspondientes a la adquisición de los equipos de riego tecnificado, la canalización dentro de su parcela, los nuevos insumos para cambiar su cédula de cultivo o intensificar su producción, y en definitiva todos los costos necesarios para poder beneficiarse de forma efectiva de la implementación de la infraestructura colectiva de riego.
   4. Con este análisis de la capacidad financiera del agricultor se ha buscado prevenir que los agricultores, a pesar de disponer del nuevo sistema colectivo de riego, prosigan con su mismo patrón de producción durante varios años y no inviertan en equipamientos de riego o en construir los canales necesarios para hacer llegar el agua hasta su parcela; todo ello debido a su incapacidad para asumir los costos iniciales de la inversión privada[[1]](#footnote-1).

## *Beneficios y beneficiarios del Programa*

* 1. El beneficio económico principal del Programa, a través del desarrollo, rehabilitación y mejora de sistemas de riego adaptados al medio natural y con gestión de cuencas, será el aumento de la renta de los agricultores, a través de 2 efectos principales: (i) el aumento de la superficie cultivada bajo riego (nuevas hectáreas o mejoradas) gracias a una mayor disponibilidad y mejor gestión del agua para riego, y (ii) el aumento de la productividad en las explotaciones agrícolas, ya sea a través del incremento de los rendimientos físicos de los cultivos tradicionales (es decir, en las explotaciones que no adopten las nuevas cédulas de cultivo) o bien mediante el cambio a patrones de cultivo con un mayor valor agregado.
  2. Los parámetros contemplados para cuantificar este beneficio económico han sido el Margen Bruto de Explotación (“MBE”) para el análisis individualizado de los proyectos de muestra, y el Valor Añadid Bruto (“VAB”)[[2]](#footnote-2) para el análisis del conjunto del Programa; ambos en términos diferenciales esperados en las explotaciones agrícolas beneficiarias.
  3. Tal y como se ha señalado anteriormente, los beneficiarios del Programa serán en su mayoría pequeñas familias de agricultores de los 7 Departamentos donde se implementarán los proyectos, así como, indirectamente, las poblaciones que habitan las áreas colindantes a los futuros perímetros de riego.
  4. El número total esperado de beneficiarios asciende a 21.100 familias.

## *Análisis cuantitativo y cualitativo*

* 1. El enfoque metodológico habitualmente utilizado en el ACB es el que busca cuantificar los beneficios incrementales derivados de la ejecución del Programa así como los costos, también incrementales, necesarios para la obtención de estos beneficios.
  2. Además del análisis cuantitativo, se han señalado algunos efectos cualitativos positivos derivados de la ejecución del Programa. Estos beneficios, directos o indirectos, si bien no han formado parte de la cuantificación del impacto económico del Programa, han sido identificados para su consideración como complemento dentro del conjunto de la evaluación.
  3. A continuación, en el Apartado II, se describe la metodología utilizada en el ACB así como los parámetros de rentabilidad considerados para determinar los resultados del análisis.

# SUPUESTOS Y METODOLOGÍA

1. 1. A continuación se describen los aspectos metodológicos considerados en el desarrollo del ACB del Programa. Cabe señalar que se ha seguido la misma metodología utilizada en el ACB del PRONAREC II, adaptada a las nuevas especificidades de esta tercera fase y a la nueva información disponible.

## *Perímetro de análisis: muestra de proyectos “tipo”*

* 1. Para la realización del ACB se ha configurado un perímetro que sintetiza los tipos de proyectos financiados y los efectos económicos del Programa. Para ello se delimitó el perímetro del análisis en torno a un grupo de proyectos cuyas características específicas los convierten en proyectos “tipo”, que encajan con los lineamientos del Programa, y cuyos estudios técnico-agronómicos están lo suficientemente avanzados para su análisis económico.
  2. Si bien cada proyecto que financie el Programa poseerá sus propias singularidades, con objeto de realizar el análisis económico ex-ante se ha partido de este grupo de proyectos que se ha estimado representativo de las distintas tipologías que van a ejecutarse. Para ello, se tuvieron en cuenta los siguientes factores diferenciales principales: (i) el medio agroecológico donde se implementarán (Altiplano, Valles interandinos o mesotérmicos, o Trópico); (ii) el tipo de intervención (mejoramiento de un sistema existente o desarrollo de un nuevo sistema), y (iii) el tipo de sistema de riego contemplado (Convencional o Tecnificado).
  3. Más adelante en el Anexo I se recoge una tabla-resumen de características de cada uno de estos proyectos “tipo”. De nuevo, es importante resaltar el carácter singular de cada uno de los proyectos, debido a la variedad de problemáticas que deben abordarse en el diseño de cada sistema de riego, en relación a factores como, entre otros: cantidades y estacionalidad del recurso hídrico, gestión de la cuenca, pluviometría, pendiente del terreno, sistemas de riego existentes, cercanía a los mercados.

## *Análisis Costo-Beneficio: Alternativas Sin Proyecto y Con Proyecto*

* 1. De conformidad con la metodología habitualmente utilizada en los ACB, para realizar la evaluación económica se han definido dos alternativas o escenarios para cuantificar los importes de los beneficios y costos económicos diferenciales entre ambas alternativas.
  2. En este sentido, se han planteado, como escenarios comparables, (i) una Alternativa Sin Proyecto y (ii) una Alternativa Con Proyecto. Las proyecciones del primero corresponden a las esperadas de no llevarse a cabo el Programa, es decir, a un escenario de continuidad de la situación actual y sin ejecución de los proyectos en las áreas beneficiarias, donde se mantendrían las cédulas de cultivo y rendimientos actuales. En cambio, la segunda alternativa contempla los efectos diferenciales esperados, tanto costos como beneficios, que se generarán con la implementación del Programa y el desarrollo de los nuevos sistemas de riego.
  3. Por tanto, la Alternativa Con Proyecto ha contemplado, frente a la Alternativa Sin Proyecto, un escenario donde:
* Se desarrollan los proyectos de riego seleccionados para formar parte del Programa.
* Se acometen las inversiones (costos no recurrentes) de construcción de la infraestructura colectiva y el acompañamiento y asistencia técnica así como la inversión en la infraestructura privada (en su caso, equipos de aspersores o goteo en sistemas de riego tecnificado, o canalización hasta la parcela).
* Se produce un cambio en los rendimientos y en las cédulas de cultivo de las explotaciones beneficiarias, que se organizan para operar y mantener los nuevos sistemas de riego.

## *Hipótesis agronómicas y Área Bajo Riego Óptimo (“ABRO”)*

* 1. Conforme a las metodologías aprobadas y usualmente utilizadas en los análisis desarrollados o dirigidos por el VRHR, el Área Bajo Riego Óptimo (“ABRO”) ha sido el parámetro de referencia considerado para la determinación de las hipótesis agronómicas de producción, en particular en lo que respecta las superficies regadas incrementales así como la estimación de los rendimientos físicos agrícolas de cada nuevo sistema de riego, en función de la disponibilidad del agua.
  2. Este concepto se define como el “*número de hectáreas que pueden ser regadas óptimamente con la disponibilidad y demanda de agua calculada en el sistema de riego.* Se trata de *“una medida teórica basada en las cédulas y calendarios de cultivo que se utilizan para el cálculo de las hectáreas incrementales dentro de los proyectos de riego*”*[[3]](#footnote-3)*.
  3. Esta metodología es la contemplada en la normativa vigente[[4]](#footnote-4) para realizar las estimaciones de los rendimientos agrícolas de todos los proyectos de riego en el país, teniendo en cuenta el agua disponible en cada caso y la tipología de los cultivos que permite producir esta cantidad de agua. Posee la ventaja de ser un método de estimación estandarizado para todos los proyectos de riego, siendo precisamente este uno de los objetivos de su carácter normativo. Esto hace comparables los resultados de los rendimientos de varios proyectos de riego distintos entre sí.
  4. No obstante lo anterior, cabe resaltar que varios expertos sectoriales del país[[5]](#footnote-5) han señalado que las estimaciones por ABRO tienen tendencia a castigar los niveles previstos de producción de los sistemas de riego frente a otros métodos de estimación.
  5. Por todo lo anterior, se ha considerado adecuado mantener esta metodología para la estimación de las hipótesis de rendimientos del ACB, concretamente en lo que respecta las hipótesis de la Alternativa Con Proyecto, por las razones siguientes: (i) es la metodología más utilizada por los ingenieros del sector, y por tanto la que mejor se maneja a nivel técnico; (ii) permite garantizar que no se vaya a realizar, para un volumen de agua disponible determinado, estimaciones de rendimientos agrícolas excesivamente optimistas; y (iii) el consenso generalizado en que se trata de una metodología conservadora en sus estimaciones la convierte en adecuada para los objetivos del ACB.
  6. Asimismo, tal y como se describe más adelante en el Apartado III, dada la disponibilidad de nuevos datos provenientes de las encuestas de línea de base del PRONAREC III, estos se han utilizado como hipótesis de la Alternativa o Escenario Sin Proyecto. Esto constituye un supuesto conservador frente a considerar el ABRO en la Alternativa Sin Proyecto (utilizado en la evaluación del PRONAREC II), dado que no se omite la evidencia empírica de los cultivos de secano que se producen actualmente en las parcelas que serán beneficiarias del Programa.

## *Costo de oportunidad del agua para riego*

* 1. Los proyectos de muestra “tipo” contemplados en el ACB poseen distintos grados de eficiencia en el uso del agua para riego.

* 1. Por una parte, la ampliación de sistemas de riego existentes o la implementación de nuevos sistemas, ya sean tecnificados o convencionales, generarán nuevos consumos de agua para riego, lo que supondrá un costo de oportunidad en cuanto al uso del agua como recurso limitado contributivo a la productividad agrícola.
  2. Por otra parte, algunos proyectos de optimización de sistemas de riego existentes (principalmente los proyectos de riego tecnificado) permitirán, mediante la mejora de la eficiencia en el uso del agua, disminuir el consumo de agua con respecto a los volúmenes demandados en la actualidad. Por tanto, en este caso se generará un beneficio económico en concepto de ahorros de agua para riego.
  3. En relación a la determinación de una tarifa del agua para riego, la literatura es extensa. Sin embargo, en su mayoría, los análisis no van más allá de la estimación de los costos incurridos en la operación y mantenimiento de los sistemas de riego, lo cual será objeto de análisis más adelante (en relación a la capacidad financiera de los beneficiarios para cubrir estos costos a través de aportes a la asociación de regantes). -. Por tanto, por su carácter de recurso limitado, y en ausencia de mercado, se ha considerado adecuado utilizar en el ACB un costo del agua para riego equivalente a su contribución al valor de la producción agrícola bajo riego determinado en base a evidencia empírica existente.
  4. Montesillo-Cedillo et al.[[6]](#footnote-6) (2006) estimó un promedio en México de la contribución del agua al valor de la producción agrícola de 274,55 pesos de 1993 por cada 10.000 metros cúbicos de agua. En base a este valor, se ha calculado el equivalente en USD de 2016, considerando la tasa de cambio USDMXN promedio en 1993 (3,115)[[7]](#footnote-7), así como la inflación acumulada registrada en EEUU entre 1993 y 2016 (64%)[[8]](#footnote-8). Con todo lo anterior, se ha obtenido un costo de oportunidad del agua para riego de 1,45 céntimos de USD por cada metro cúbico diferencial consumido para riego.
  5. Este valor se encuentra dentro de los rangos de costos de agua para riego constatados en otros países como los Estados Unidos[[9]](#footnote-9), y constituye un supuesto conservador dado que los ahorros totales, de acuerdo con los proyectos de muestra analizados, serán previsiblemente mayores a los aumentos totales de la demanda de agua para riego.
  6. En este sentido, y dado el lineamiento del Programa hacia la mejora de la eficiencia en el uso del agua para riego, se ha realizado un análisis de sensibilidad de los retornos económicos del Programa ante cambios en el costo del agua contemplado en el ACB, tal y como se expone más adelante en el Apartado VI.

## *Horizonte temporal del ACB*

* 1. El horizonte temporal utilizado en el ACB se ha determinado de acuerdo con la duración del ciclo económico asociado a las inversiones económicas del Programa. Al igual que en el análisis del PRONAREC II, se ha contemplado un plazo de 15 años de proyección de los flujos económicos, como periodo de vida útil media de los activos implementados.
  2. Lo anterior sin perjuicio de que, en el caso de realizarse adecuadamente las labores de mantenimiento preventivo, la vida útil de las infraestructuras colectivas podrá prolongarse en el tiempo, y por tanto también los beneficios económicos que estas generarán.
  3. Como simplificación razonable para los objetivos del ACB, se ha tomado como periodo de referencia 15 periodos anuales, en lugar de 15 años iniciados a partir de fechas estimativas reales.

## *Unidades monetarias*

* 1. Para la cuantificación de los flujos económicos, la unidad de medida utilizada ha sido el Dólar Estadounidense (“USD” o también “US$”).
  2. En el caso de partir de hipótesis expresados en Bolivianos (“BOB”), se ha realizado la conversión al Dólar Estadounidense en función de la tasa de cambio USDBOB oficial de venta. Esta tasa se ha considerado constante a lo largo del periodo de análisis, en 6,96 BOB por cada US$[[10]](#footnote-10).
  3. Cabe señalar que los importes de ACB vienen expresados en USD constantes de 2016, es decir, deflactados de cualquier efecto en los precios absolutos que pueda generar la inflación general de precios.

## *Precios sombra*

* 1. El mercado agrícola boliviano no es un mercado perfecto, dado que se encuentra influenciado por factores que distorsionan los precios tanto de sus bienes no transables como de la mano de obra empleada. Es por ello que los diferentes conceptos del ACB han sido ajustados a valores expresados en USD a precios sombra.
  2. En este sentido, se han considerado los presupuestos de costos recurrentes y no recurrentes de los proyectos, netos de los impuestos indirectos (en este caso el Impuesto sobre el Valor Añadido, cuya tasa impositiva es 13%).
  3. Con respecto a la conversión de los importes asimilables a los bienes transables y a la mano de obra contemplados en los proyectos “tipo” de la muestra, se han utilizado los factores de conversión utilizados por norma[[11]](#footnote-11) en la metodología de evaluación de proyectos agrícolas. La terminología empleada al respecto es “evaluación privada” vs. “evaluación socio-económica” mediante el uso de “Razones Precio Cuenta” o Factores de Conversión, cuyos valores son los oficialmente establecidos por el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo de Bolivia[[12]](#footnote-12).
  4. Dado que no se ha dispuesto en todos los proyectos “tipo” del desglose de los importes correspondientes a los bienes transables y a la mano de obra dentro de cada partida principal proyectada (es decir, dentro de los costos de inversión, los costos de operación y mantenimiento, y los costos de producción), se ha considerado, como simplificación razonable para los objetivos del ACB, una ponderación en base a los porcentajes correspondientes a los presupuestos de ejecución, operación y mantenimiento, y costos de producción de los proyectos contemplados en el ACB del PRONAREC II.

## *Outputs de la evaluación o parámetros de rentabilidad económica*

*Parámetros de rentabilidad económica del ACB*

*Tasa de descuento económico*

* 1. Se ha utilizado una tasa de descuento de referencia de 12%, usada habitualmente en este tipo de evaluaciones. Esta tasa constituye una referencia como costo temporal de los flujos económicos, sin embargo no pretende reflejar el coste de los recursos, sino un costo de oportunidad de los fondos empleados en el desarrollo del Programa.

*Valor Actual Neto (“VAN”)*

* 1. Este método de valoración es el más utilizado para la comparativa de las alternativas de proyecto en los ACB. Su valor se calcula de la siguiente forma:



Siendo:

B Beneficios anuales futuros en términos constantes

C Costos anuales futuros en términos constantes

r Tasa de descuento (en este caso 12%)

k Número de años desde el inicio del Programa.

* 1. Para que el VAN sea positivo, la Tasa Interna de Retorno deberá ser mayor que la tasa de descuento de referencia del 12%.

*Tasa Interna de Retorno (“TIR”)*

* 1. Es la tasa de descuento que iguala a 0 el VAN de los flujos económicos proyectados a lo largo del horizonte temporal del ACB. Se espera que dicha tasa supere la tasa de descuento de referencia del 12%, tal y como se ha señalado anteriormente.

*Ratio Beneficio/Costo*

* 1. El ratio Beneficio/Costo se define como el cociente de los valores actuales de beneficios y costos del Programa. Si el ratio Beneficio/Costo es superior a la unidad, los beneficios esperados del Programa son superiores a sus costos, ambos en valor actual, lo que indica la viabilidad económica del Programa, y el grado de cobertura general de los beneficios sobre los costos diferenciales esperados.

*Parámetros de selección ex-ante de proyectos*

* 1. Con el objetivo de determinar criterios de selección ex-ante de proyectos durante la ejecución del Programa, se han estimado, a partir de los costos de los proyectos de muestra “tipo” analizados, algunas magnitudes en términos de costo-efectividad que podrían usarse como referencia aproximativa sobre grado de eficiencia en el uso de los recursos. Concretamente, se han calculado los puntos de equilibrio o *Break Even Points* que representan el umbral de la viabilidad económica de cada proyecto “tipo”.
  2. Los parámetros de costo-efectividad calculados han sido los siguientes:
* Costo de inversión / Hectárea de riego incremental.
* Costo de inversión / Familia beneficiaria.
  1. En el siguiente apartado, se describen los beneficios económicos contemplados en el ACB, las hipótesis consideradas para su cálculo, así como los resultados obtenidos en su evaluación.

# BENEFICIOS ECONÓMICOS

## Beneficios cuantificados

* 1. Tal y como se ha señalado en el Apartado I anterior, los beneficios económicos cuantificados han sido (i) el incremento en los Valores Añadidos Brutos (“VAB”) en las parcelas agrícolas beneficiarias, y (ii) en su caso, el ahorro del agua demandada para riego.

***Planteamiento general***

* 1. Los beneficios económicos netos incrementales se han cuantificado utilizando los siguientes parámetros:

1. El aumento del VAB de las explotaciones beneficiarias, que agrupa y refleja los efectos económicos siguientes generados por la implantación y/o mejora de los sistemas de riego:
   * + Aumento de las superficies cultivadas bajo riego óptimo[[13]](#footnote-13);
     + Aumento de los rendimientos físicos de los cultivos;
     + Cambio a unos patrones o cédulas de cultivo con mayor valor agregado y con una mayor orientación al mercado;
     + Mayores costos de producción, derivados de los mayores niveles de producción e insumos, del cambio de cultivos y, en su caso, del costo diferencial del uso del agua.
2. En el caso de algunos proyectos de mejoramiento de sistemas existentes como Achocara y Carayapu, el ahorro en el consumo de agua para riego.
   1. Tal y como se ha señalado en el Apartado II, se ha realizado un ACB en 2 niveles distintos:
   * Por una parte, se han estimado las proyecciones de los beneficios netos de cada uno de los proyectos “tipo” de muestra, cuyo resumen de características se recoge más adelante en el Anexo I.
   * Por otra parte, se ha proyectado los retornos del conjunto del Programa con base en los resultados obtenidos de la evaluación de impacto de las fases anteriores del PRONAREC y de las encuestas realizadas a los productores beneficiarios de los proyectos de la muestra del PRONAREC III.

***Beneficios de los proyectos “tipo” de la muestra***

*Hipótesis específicas de los proyectos*

* 1. Los datos e hipótesis técnicas y agronómicas específicos de los proyectos “tipo” de la muestra, han sido proporcionados por el equipo de consultores técnicos (ingenieros civiles y agrónomos) contratados por el VRHR y el Banco para realizar la revisión, análisis y pre-validación de proyectos que se considera a priori como parte de la cartera del Programa.

* 1. Estas hipótesis incluyen los presupuestos de ejecución, plazos de ejecución y del acompañamiento y asistencia técnica, superficies “ABRO”, rendimientos físicos, costos de producción y precios a pie de finca de cada uno de los cultivos producidos, así como los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de riego. En este sentido, los consultores han obtenido estas estimaciones de carácter técnico-agronómico siguiendo las siguientes etapas:

1. Partiendo del análisis hidrológico, se determinó la oferta potencial de agua en la microcuenca.
2. A partir de la oferta potencial de agua y el tipo de infraestructura propuesta, se determinó la oferta de agua del proyecto.
3. Con base a lo anterior, utilizando la metodología ABRO, con la que se evalúa el balance hídrico de los cultivos utilizando parámetros de consumo de agua definidos por la FAO, y teniendo en cuenta el grado de acceso a los mercados de la producción, se definieron los nuevos patrones de cultivo y las áreas bajo riego óptimo para cada uno de los proyectos.[[14]](#footnote-14)
4. Finalmente, se realizó una validación en campo de los datos de rendimientos, precios, costos de producción, utilizando valores medidos en otros proyectos en la misma zona.
   1. Por otra parte, como se mencionaba anteriormente, se han utilizado dos fuentes de análisis: (i) las encuestas para la Línea de Base del PRONAREC III, y (ii) las hipótesis específicas de los análisis de los proyectos “tipo”, basadas en el sistema ABRO para el dimensionamiento de sistemas de riego. Estas dos fuentes se han utilizado en el ACB de la manera siguiente:
5. En la Alternativa o Escenario Sin Proyecto, se han considerado los datos de las encuestas realizadas a los futuros beneficiarios del PRONAREC III, para así no omitir los cultivos de secano que se están produciendo actualmente en las parcelas beneficiarias. Vale la pena mencionar que en términos de ABRO solo se contemplaría las explotaciones en términos de riego óptimo (e.g. en los nuevos sistemas el ABRO sería igual a 0 y por tanto su producción equivalente nula).
6. En la Alternativa o Escenario Con Proyecto, se han utilizado los datos suministrados por los consultores técnicos sobre el ABRO de los proyectos “tipo” de la muestra, dado el carácter específico de estos proyectos y su dimensionamiento técnico y agronómico de acuerdo con la disponibilidad del agua. Esta representa la alternativa óptima, es decir, con proyecto.
   1. Ambas consideraciones, desde el punto de vista de los objetivos del ACB, constituyen supuestos conservadores, dado que, por una parte, se han contemplado los rendimientos de secano en la Alternativa Sin Proyecto en las parcelas que se encontrarán dentro del perímetro de los sistemas de riego implementados y que, por otra parte, se han omitido en la Alternativa Con Proyecto los rendimientos incrementales que previsiblemente se darán de las parcelas adyacentes al perímetro del ABRO.
   2. Tal y como se ha señalado anteriormente, a los costos de producción se les ha aplicado varios factores de conversión, utilizados por norma en proyectos del sector, que han ajustado los precios tanto de los bienes transables como de la mano de obra empleada en los procesos productivos.
   3. Teniendo en cuenta estas hipótesis de producción agrícola, cuyos resúmenes se incluyen más adelante en el Libro de Hipótesis en el Anexo II, se han estimado los MBE diferenciales potenciales, es decir, los aumentos, en términos anuales, que se producirán al realizarse el cambio a las nuevas cédulas de cultivo en las explotaciones beneficiarias.

*Hipótesis comunes a todos los proyectos “tipo”*

* 1. En el transcurso de experiencias anteriores en programas de riego en Bolivia, se ha podido observar que no todas las explotaciones, dentro de los nuevos sistemas de riego, cambian el patrón de cultivo en el corto-mediano plazo. Esto se debe en parte a defectos en el diseño y ejecución de las labores de acompañamiento y asistencia técnica, las cuales precisamente se han potenciado en esta tercera fase.
  2. En programas de riego anteriores ejecutados en el país, se ha constatado que el período de maduración de las nuevas cédulas cultivo y el aprovechamiento de la disponibilidad del agua se suelen llevar a cabo de forma gradual, en varios ciclos agrícolas[[15]](#footnote-15). Por ello, como supuesto conservador para el ACB, y si bien este aspecto será mejorado en el PRONAREC III con respecto a operaciones anteriores, se han ponderado los MBE potenciales en función de un ritmo de adopción efectiva equivalente al utilizado en el análisis económico ex-ante del PRONAREC II, tal y como refleja el cuadro siguiente.

Cuadro 1: (Alternativa Con Proyecto)

Ritmo de adopción de los nuevos patrones de cultivo

* 1. El porcentaje de adopción final a largo plazo en el año 5, ha sido objeto de un análisis de sensibilidad, tal y como se expone más adelante en el Apartado VI.
  2. Con todo lo anterior, se han calculado las proyecciones de los beneficios económicos diferenciales esperados en cada uno de los proyectos “tipo”, a lo largo de los 15 años del periodo de análisis, siendo los resultados los que muestra el cuadro siguiente, en USD a Valor Actual (“VA”).
  3. Los resultados netos de cada proyecto de muestra, es decir, teniendo en cuenta tanto los costos como los beneficios estimados, se recogen más adelante en el Apartado V.

Cuadro 2: Beneficios Económicos de los Proyectos de Muestra (USD en VA)



***Beneficios del conjunto del Programa***

*Incremento de los VAB*[[16]](#footnote-16) *de las explotaciones beneficiarias*

* 1. A diferencia de la metodología empleada en el ACB de PRONAREC II, en el que se extrapolaron los resultados de los proyectos de la muestra a una cartera estimativa del conjunto del programa, y dada la disponibilidad de evidencia empírica y de los resultados de la Evaluación de Impacto en base a los datos recopilados mediante las encuestas realizadas a 1.682 productores, se han proyectado los flujos económicos diferenciales derivados de la ejecución del conjunto del Programa utilizando los datos siguientes:

1. Como datos de partida de un escenario Sin Proyecto, datos de las encuestas realizadas a los productores que serán beneficiarios de la ejecución de PRONAREC III. Concretamente, son los beneficiarios de mismos proyectos “tipo” analizados en la presente evaluación económica;
2. Resultados de la Evaluación de Impacto de PRONAREC I, donde se han evidenciado los efectos diferenciales del programa sobre el VAB de las explotaciones beneficiarias a medio plazo, esto es, al cabo de 3 ciclos agrícolas;
3. Aumento porcentual a largo plazo (7 años o ciclos agrícolas) de los VAB obtenido en el análisis económico ex-ante de PRONAREC II, y reflejado en los valores de Línea de Base y Meta en la Matriz de Resultados de la misma operación;
4. Valores promedio de consumo de agua para riego por hectárea estimado en los proyectos “tipo” de muestra, considerando el costo de oportunidad del agua para riego descrito anteriormente en el Apartado II.

* 1. Con todo lo anterior, la evolución en el escenario Con Proyecto de los VAB incrementales por hectárea de las explotaciones beneficiarias, es la que refleja el cuadro siguiente.

**Cuadro 3: Incrementos en los VAB por Hectárea (USD)**



* 1. El porcentaje acumulado correspondiente al incremento de los VAB de 95,5% a medio plazo al cabo de 3 años (3 ciclos agrícolas), es el estimado en la evaluación del impacto del PRONAREC I, cuyo VAB diferencial por hectárea constatado fue de 495 USD por hectárea.
  2. Por su parte, el porcentaje considerado como aumento del VAB a largo plazo de 201,1%, el mismo que el estimado en PRONAREC II, se encuentra dentro de los rangos habituales constatados en otros proyectos del sector en Bolivia, como es el caso del programa CRIAR, de apoyo a pequeños agricultores para la adopción de tecnologías. En la Evaluación de Impacto de dicho programa, se obtuvo como resultado un incremento promedio, al cabo de un año, de 92% en el valor de la producción, y de 360% en el valor de las ventas[[17]](#footnote-17).
  3. Para obtener los valores diferenciales anuales totales, estos valores incrementales por hectárea se han multiplicado por el aumento total de hectáreas bajo riego previsto en el desarrollo del Programa (ver Matriz de Resultados), cuya superficie total esperada asciende a 25.000 hectáreas.
  4. Cabe señalar que, de la cartera de proyectos del PRONAREC II ejecutados hasta la fecha, el 71% (17.750 Has) corresponden a proyectos de riego convencional mientras que el 29% (7.250 Has) corresponden a proyectos con riego tecnificado.
  5. El ritmo de consecución de esta nueva superficie bajo riego a lo largo de los 5 años de ejecución del Programa, se ha contemplado de acuerdo con el número de sistemas rehabilitados/mejorados/construidos previstos en el plan de inversiones así como en la Matriz de Resultados, ponderados por los presupuestos totales de los productos 3 y 4 dentro del Componente I del Programa. Esto equivale a los porcentajes que recoge el cuadro siguiente.

**Cuadro 4: Consecución del área bajo riego incremental total**

* 1. Como resultado de todo lo anterior, el beneficio total estimado para el conjunto del Programa en concepto de aumento de los VAB de las explotaciones beneficiarias, asciende a **112,8 millones de USD en VA**.

*Ahorro en la demanda de agua para riego*

* 1. Los niveles de demanda de agua, en el caso de proyectos de construcción de sistemas nuevos, serán mayores a los actuales en las explotaciones donde se cultiva actualmente en secano. Sin embargo, una parte de los proyectos financiados serán de mejoramiento/revitalización/optimización de sistemas existentes, lo cual supondrá ahorros en el consumo de agua para riego.
  2. Lo anterior, de acuerdo con lo expuesto en el Apartado II sobre el costo de oportunidad del agua para riego, supondrá que, gracias a una mayor eficiencia en el uso del agua, ya sea, por ejemplo, mediante la mejora en las canalizaciones o bien la tecnificación de un sistema convencional, se generarán ahorros diferenciales en los volúmenes de agua para riego. Estos ahorros supondrán un beneficio económico en la medida que el agua, como recurso limitado que contribuye al valor de la producción agrícola, podrá ser utilizada en otras explotaciones cuenca abajo.
  3. Teniendo en cuenta el costo de oportunidad de 0,014 USD/m3 empleado en el análisis individual de los proyectos "tipo” de muestra, se ha estimado el beneficio económico correspondiente a esta disminución de la demanda de agua para riego. Para ello, se ha considerado un ahorro diferencial promedio por hectárea calculado en base a la composición de la superficie incremental bajo riego desarrollada hasta el momento en el marco del PRONAREC II, distinguiendo entre (i) proyectos de mejoramiento, en los que se producirá un ahorro en el agua demandada para riego, y (ii) proyectos nuevos o de ampliación de un sistema, en los que se producirá un aumento en el agua demandada para riego. El cuadro a continuación recoge el número de proyectos así como las superficies de riego realizando esta distinción.

**Cuadro 5: Proyectos desarrollados por PRONAREC II[[18]](#footnote-18)**



* 1. Las proporciones de estas 2 categorías (“Mejoramiento” vs. “Ampliaciones” y “Nuevos”) se han ponderado en función a los volúmenes promedio diferenciales de agua para riego gastados/ahorrados estimados en los proyectos de la muestra de PRONAREC III.
  2. Con todo lo anterior, se obtuvo un ahorro promedio de 10.840 m3 anuales por hectárea, en base a los elementos de cálculo del consumo/ahorro por hectárea promedio que recoge el cuadro siguiente.

**Cuadro 6: Cálculo del consumo (ahorro) diferencial de agua promedio por Ha de riego incremental**



* 1. El beneficio económico total resultante, a lo largo de todo el periodo de análisis, calculado en base a las superficies bajo riego incrementales expuestas anteriormente, asciende a un total de **19,9 millones de USD en VA**.
  2. No obstante lo anterior, dado que las hipótesis contempladas sobre los consumos promedio por hectárea será variables en la medida que cada cuenca y proyecto son muy específicos, se ha realizado más adelante un análisis de sensibilidad ante cambios en este supuesto del ACB.
  3. El detalle del reparto a lo largo del periodo de análisis de los flujos asociados a los beneficios económicos del Programa, se recoge en el Anexo III de Resumen de Flujos Económicos del ACB.

## Otros beneficios identificados

* 1. Además del aumento de los VAB de las explotaciones beneficiarias, el Programa conllevará otros beneficios económicos que, si bien no han sido cuantificados, suponen elementos cualitativamente relevantes para el conjunto de la evaluación económica. Estos beneficios no han sido cuantificados o bien por la falta de datos específicos disponibles al respecto, o bien por la complejidad de realizar una estimación razonable de los mismos.
  2. El Programa generará un beneficio económico a través de la disminución de los daños medioambientales que pudieran producirse debido a la ejecución de proyectos sin las consideraciones pertinentes en materia medioambiental y de manejo sostenible de cuencas, en cuestiones como por ejemplo la protección contra la erosión de los suelos.
  3. Los beneficiarios del Programa serán en su mayoría pequeños agricultores. Para ellos, se generarán efectos de derrame económicos y sociales derivados de la capitalización de sus explotaciones y en términos de una mayor generación de empleo.
  4. Por otra parte, cabe resaltar que el Programa generará un efecto de incitación al cambio de los patrones de cultivo en las áreas colindantes, dada la mejora en los conocimientos y experiencias sobre los mejores usos del agua en la agricultura. Este beneficio indirecto se materializará a través de la existencia de incentivos espontáneos para invertir en nuevos sistemas de riego, por iniciativa pública o privada, cuyos resultados positivos se hayan evidenciado en las explotaciones o microcuencas vecinas, y cumpliendo con el marco de los planes de gestión de cuencas (efectos *spillovers*).

# COSTOS ECONÓMICOS

***Planteamiento general***

* 1. En la estimación de costos del Programa, se han tenido en cuenta los costos que, generados con su puesta en marcha (Alternativa Con proyecto), permitirán generar los beneficios esperados descritos en el Apartado III anterior.
  2. Primeramente, de acuerdo con la metodología empleada para la estimación de los beneficios, en base a los presupuestos de inversión y costos de operación y mantenimiento facilitados por las duplas de consultores técnicos, se ha realizado una estimación de los costos diferenciales entre las Alternativas Sin y Con Proyecto en cada uno de los proyectos “tipo” de muestra.
  3. En lo que respecta a los costos no recurrentes correspondientes a las inversiones en la ejecución de estos proyectos, se han contemplado sin perjuicio de que estos vayan a ser financiados por (i) el propio Banco, (ii) la contraparte administrativa pública, o (iii) por las propias familias de agricultores.
  4. La estimación de costos se ha realizado en términos de precios sombra, por tanto habiendo excluido los efectos distorsionadores de factores como los impuestos indirectos sobre los precios de mercado; aplicando los factores de conversión reconocidos en el país para los bienes transables y la mano de obra.

***Costos de los proyectos “tipo” de la muestra***

* 1. En cada uno de los proyectos “tipo” de la muestra, los costos se han contemplado diferenciando:

1. Costos no recurrentes de inversión: estudios de pre-inversión, construcción de las obras, adquisición de equipos de riego o canalización hasta la parcela, canalización hasta la parcela, supervisión de las obras, asistencia técnica (incluyendo acompañamiento para la operación y mantenimiento, así como la asistencia técnica agrícola y para el manejo del agua), planes de mitigación ambiental, e inversión en manejo de cuencas.
2. Costos recurrentes de operación y mantenimiento del sistema de riego[[19]](#footnote-19), en función de la vida útil de los componentes del sistema de riego y de las necesidades de recursos para su operación.
3. En su caso, costo recurrente derivado del incremento de la demanda de agua para riego.

*Costos No Recurrentes*

* 1. A continuación se muestra el cuadro resumen de los costos no recurrentes contemplados en cada proyecto “tipo” de la muestra. La inversión pública corresponde a la implementación de lo que constituirá el nuevo sistema colectivo de riego, incluyendo los costos de los estudios previos, del acompañamiento y asistencia técnica. La inversión privada es la que corresponde o bien (i) a la adquisición de mangueras y aspersores por parte de los agricultores beneficiarios, en el caso de un proyecto de riego tecnificado, o bien (ii) a las canalizaciones a realizar hasta las parcelas individuales desde el canal más cercano del sistema, en el caso de un proyecto de riego convencional.
  2. La evolución de los costos no recurrentes se ha considerado de acuerdo con los plazos de ejecución del programa, que se incluyen en el Libro de Hipótesis en el Anexo II.

**Cuadro 7: Hipótesis de costos no recurrentes de los proyectos de muestra**

*Costos Recurrentes*

* 1. Los costos recurrentes de operación y mantenimiento de los sistemas de riego, específicos a cada proyecto “tipo”, se exponen en el siguiente cuadro el resumen de hipótesis. Estos costos corresponden, en cada caso, a los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura, al costo anualizado de la reposición de hidrantes y tuberías, al consumo de energía por bombeo, al mantenimiento de la bomba de agua, a la operación del sistema colectivo y a la reposición de aspersores.

**Cuadro 8: Costos recurrentes de los proyectos “tipo” de muestra**

* 1. El detalle de los conceptos e importes contemplados en cada proyecto “tipo” de la muestra se incluye en el Libro de Hipótesis contenido en el Anexo II.
  2. La activación de estos costos recurrentes se ha contemplado a partir de la finalización de las obras de la infraestructura colectiva, en función de los plazos previstos de ejecución de cada proyecto “tipo”.

***Costos del conjunto del Programa***

*Costos No Recurrentes*

* 1. En el ACB a nivel del conjunto del Programa, se han contemplado los costos no recurrentes que recoge el cuadro siguiente, ajustados a precios sombra.

**Cuadro 9: Costos no recurrentes del conjunto del Programa**



* 1. Estos costos no recurrentes se han considerado activados de acuerdo con el calendario de ejecución presupuestaria previsto para el Programa, y con lo recogido en la Matriz de Resultados.

*Costos Recurrentes*

* 1. De nuevo, cabe señalar que los costos recurrentes incrementales de producción, derivados del aumento de los costos de explotación de los agricultores que cambiarán su patrón de cultivo, ya están incluidos dentro del cálculo de los VAB incrementales, cuantificados en el Apartado III anterior. Estos costos incrementales de producción son cuantificados utilizando los datos recolectados para la evaluación de impacto.
  2. Los costos recurrentes se han estimado utilizando los costos de operación y mantenimiento promedio por hectárea incremental, obtenidos de los proyectos de muestra, expresados en USD a precios sombra. Son los que recoge el cuadro siguiente.

**Cuadro 10: Costos unitarios recurrentes promedio de operación y mantenimiento[[20]](#footnote-20)**



* 1. Estos costos por hectárea se han multiplicado por la superficie incremental de riego prevista año a año hasta alcanzar el total de 25.000 hectáreas, de acuerdo con un reparto de 50/50 entre la superficie de riego tecnificado y convencional, respectivamente. Esto de acuerdo con la proporción del financiamiento del préstamo que se destinará para cada tipo de sistema.[[21]](#footnote-21).

*Estimación total de los Costos del Programa*

* 1. Los costos económicos diferenciales totales derivados de la ejecución del Programa ascienden a **122,4 millones de USD en valor actual**, cuyo detalle es el que recoge el cuadro a continuación.

**Cuadro 11: Costos diferenciales totales del Programa**



* 1. El detalle del reparto a lo largo del periodo de análisis de los flujos asociados a los costos económicos del Programa, se recoge en el Anexo III de Resumen de Flujos Económicos del ACB.

# RESULTADOS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA

* 1. A continuación se exponen los resultados obtenidos de las proyecciones del ACB, tanto a nivel de proyectos individuales “tipo”, como a nivel del Programa en su conjunto.

***Resultados de los proyectos de muestra***

* 1. En el cuadro siguiente se recogen los resultados de rentabilidad en términos de ratios por hectárea o por familia, de manera que sean comparables entre sí.

**Cuadro 12: Resultados de los proyectos de muestra (precios sombra)**

***Resultados del conjunto del Programa***

* 1. Como resultado principal, el ACB arroja un importe del **VAN** de todos los flujos económicos del Proyecto, de **10,3 millones de USD**. Este importe total se compone de los elementos recogidos en el cuadro siguiente.

Cuadro 13. Valores Actuales de los elementos del ACB



* 1. La **TIR del Programa** es **14,16%**, por encima de la tasa del costo de oportunidad del 12%.
  2. Por tanto, se puede afirmar que **el Programa es rentable desde un punto de vista económico**, siendo su tasa de rentabilidad económica sobre la inversión inicial de 14,2% anual, y su valor actual 10,3 millones de USD.
  3. El **ratio Beneficio/Costo**, cociente de los valores actuales de beneficios y costos del Programa, es igual a **1,084x**. Este cociente representa el grado de cobertura sobre los flujos de costos que el Programa posee para seguir siendo rentable económicamente, teniendo en cuenta un costo de oportunidad del 12% anual.
  4. El desglose de los flujos económicos anuales a lo largo del periodo de análisis, así como sus valores totales actualizados se recoge al final del documento en el Anexo III de Resumen de los Flujos Económicos del ACB. Los flujos económicos completos se encuentran disponibles en este [link.](http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getDocument.aspx?DOCNUM=40252181)

# ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

*Planteamiento del análisis*

* 1. El análisis se sensibilidad ha consistido en realizar las proyecciones de los flujos económicos teniendo en cuenta alteraciones en algunas de las hipótesis o premisas clave del ACB. Asimismo, se ha realizado el cálculo de algunos puntos de ruptura o *break-even points*.
  2. Los puntos de ruptura expresan los valores límite de una variable crítica, dentro de los cuales el Programa seguiría siendo viable económicamente. En algunos de los cuadros a continuación se han resaltado en negrita estos puntos de ruptura, además de los valores y resultados del escenario principal proyectado.

*Análisis de sensibilidad del Programa*

* 1. Las variables contempladas en el análisis de sensibilidad del conjunto del Programa han sido las siguientes:

1. Diferencial de los VAB agrícolas a largo plazo en las parcelas beneficiarias;
2. Costo económico de oportunidad del agua para riego;
3. Superficie incremental bajo riego;
4. Costo de la inversión inicial.
   1. A continuación se exponen los cuadros con los resultados de los análisis de sensibilidad realizados.

Cuadro 14. Sensibilidad ante variaciones en la tasa acumulada de incremento a largo plazo de los VAB por Hectárea

(al cabo de 7 ciclos agrícolas)



Cuadro 15. Sensibilidad ante variaciones en el costo de oportunidad

del agua para riego



Cuadro 16. Sensibilidad ante variaciones en la superficie incremental

bajo riego esperada



Cuadro 17. Sensibilidad ante variaciones en el costo de la inversión inicial



*Análisis de sensibilidad de los proyectos “tipo”*

* 1. Las variables contempladas en el análisis de sensibilidad de los resultados de los proyectos “tipo” de muestra, han sido las siguientes:

1. Aumento de la inversión inicial presupuestada;
2. Grado de adopción de los nuevos patrones de cultivo a largo plazo
3. Variaciones en los rendimientos físicos por hectárea esperados en el escenario Con Proyecto.
   1. A continuación se expone un cuadro que recoge los resultados de estos análisis de sensibilidad.

**Cuadro 18. Sensibilidad de los proyectos “tipo” (TIR)**

# ANÁLISIS ADICIONALES

* 1. Se han realizado análisis adicionales al ACB, en relación con: (i) la capacidad financiera de los beneficiarios del Programa para aprovechar el aumento de la disponibilidad del agua y (ii) los parámetros de costo-efectividad como criterio de selección ex-ante de los proyectos financiados.

## Análisis de la capacidad financiera de las familias beneficiarias

* 1. Tal y como se ha descrito anteriormente en el Apartado II, se ha realizado un análisis de la capacidad financiera de las familias beneficiarias, con el objetivo de verificar la disponibilidad de liquidez que les permitirá asumir los costos necesarios para aprovechar el aumento en la disponibilidad de agua.
  2. El planteamiento principal ha consistido en estimar la capacidad por parte de las familias beneficiarias de disponer de los fondos necesarios para (i) la adquisición de los equipos de aspersión y/o goteo para que aprovechen las capacidades de los sistemas tecnificados, (ii) adquirir los nuevos insumos así como soportar nuevos costos de producción, ambos inherentes a la transferencia a los nuevos patrones de cultivo o a la intensificación agrícola, y (iii) asumir, ya sea en forma de contribuciones monetarias o jornales de los mismos agricultores, los aportes a las asociaciones de regantes, necesarios para el correcto mantenimiento y operación del sistema.
  3. En este sentido, cabe señalar que los costos de operación y mantenimiento de cada uno de los sistemas de riego, se encuentran repercutidos, a través de la asociación de regantes, dentro del aporte anual que estos pagarán en concepto de Derecho de Agua como contribución a dicha asociación. Por tanto, lo que pagará el agricultor beneficiario en concepto del acceso al agua de riego será su aporte anual a la asociación para operar y mantener el sistema de riego, que incluirá, por ejemplo, y en su caso, el costo de la energía por bombeo o la reposición de hidrantes y tuberías.
  4. Por su parte, la capacidad financiera o liquidez de los agricultores dependerá de los siguientes factores u orígenes de fondos, entre otros: (i) la renta anual de las actividades agropecuarias o de otras actividades económicas; (ii) la disponibilidad de excedentes de renta ahorrados a lo largo de varios años, materializados mayormente en cabezas de ganado; (iii) los bienes o derechos que son propiedad del agricultor, suficientemente líquidos; y (iv) el acceso a facilidades de financiación externa, ya sean estas formales o informales.
  5. El cuadro 18 expone las distintas capacidades financieras de las familias beneficiarias para hacer frente a estas inversiones privadas y a los costos diferenciales, con base a sus niveles de renta anual, obteniendo un superávit de liquidez en todos los casos.
  6. Los valores contenidos en el cuadro anterior indican que los niveles de renta disponible promedio obtenidos de las encuestas a las familias beneficiarias, podrá cubrir las necesidades de liquidez para beneficiarse efectivamente de su acceso al agua para riego.
  7. En este sentido, cabe señalar que los agricultores beneficiarios, una vez realicen su producción bajo riego, verán su capacidad adquisitiva mejorada de forma progresiva en el medio y largo plazo gracias a las nuevas rentas generadas por el aumento de los rendimientos agrícolas y el cambio en sus patrones de cultivo.
  8. Asimismo, tal y como se señaló en el transcurso de la preparación del PRONAREC II, a pesar de algunas deficiencias en la disponibilidad de servicios financieros en el medio rural, la evidencia indica que los agricultores bolivianos pueden financiarse además de una o más de las siguientes fuentes: (i) facilitación de pagos parcelados a proveedores de insumos agrícolas; (ii) autofinanciamiento con base en su flujo de caja incremental; y/o (iii) aportes iniciales de ONGs locales[[22]](#footnote-22).

**Cuadro 19. Parámetros de capacidad financiera de los agricultores[[23]](#footnote-23)**



*Mejora de los niveles de renta agrícola de las familias beneficiarias*

* 1. Además de la capacidad financiera de las familias para asumir las inversiones iniciales que les permitirán aprovechar la disponibilidad del agua para riego, se han calculado las futuras variaciones en sus niveles de renta neta agrícola, teniendo en cuenta los aumentos esperados en sus ingresos y costos de producción agrícola. El cuadro 19 expone los resultados obtenidos en este análisis para los proyectos muestra.
  2. Asimismo, siguiendo los resultados más generales de la evaluación de impacto, tenemos que los ingresos de los beneficiarios que participaron en el PRONAREC aumentaron en US$1,200 en promedio (30% aproximadamente con respecto al grupo de control). Por otro lado, los costos adicionales generados por el programa corresponden a: (i) uso de insumos variables del hogar en aproximadamente US$150; (ii) uso de yunta en aproximadamente US$85; (iii) uso de tractor en aproximadamente US$90; (iv) trabajo contratado aproximadamente US$170; y (v) gastos por irrigación en US$30 aprox. Esto significa que, en promedio, el aumento en los ingresos del hogar compensa los costos incurridos. Al sustraer los costos, los ingresos del hogar siguen siendo positivos en US$675.

**Cuadro 19. Variaciones en la Renta Neta Agrícola**

1. **Parámetros de costo-efectividad para la selección ex-ante de proyectos**
   1. Este análisis adicional ha tenido como objetivo proveer, de cara a la ejecución del Programa, criterios de selección de proyectos ex-ante que permitan identificar montos referenciales por beneficiario o por hectárea.
   2. Se han calculado unos valores referenciales que podrán tenerse en cuenta para llevar a cabo un análisis comparativo o, en su caso, establecer prioridades entre varios proyectos de la misma tipología, así como determinar criterios de elegibilidad.
   3. En el desarrollo del análisis de los proyectos “tipo” de la muestra, se ha podido constatar la especificidad y heterogeneidad de los sistemas de riego proyectados, siendo algunos de los factores diferenciales los siguientes, entre otros;
   * Mejoramiento/revitalización de sistema existente vs. Implantación de un sistema nuevo;
   * Proyectos con presa (infraestructura más costosa) vs. Proyectos sin presa;
   * Riego convencional vs. Riego tecnificado;
   * En los proyectos de riego convencional: número de galerías filtrantes y tomas directas, longitud de los canales;
   * En su caso, realización de obras de protección como muros y espigones de gavión;
   * Proyectos de aguas subterráneas, de bombeo en pozo y aspersión.
   1. Por todo lo anterior, no se ha planteado proponer como referencia los valores promedio de los proyectos “tipo” de la muestra, sino un cálculo de los puntos de ruptura o *break even points* que delimitan la rentabilidad económica de los mismos, en términos de inversión por hectárea e inversión por familia beneficiaria. Este análisis se ha planteado como un estudio referencial, y por tanto no ha buscado la determinación de unos valores fijos a requerir para la futura elegibilidad de los proyectos.
   2. Para obtener los valores referenciales de costo-efectividad, se ha calculado para cada uno de los proyectos los puntos de ruptura mencionados. Los resultados obtenidos son los que se recogen en el cuadro siguiente.

Cuadro 20. Parámetros y resultados del ACE de los proyectos de muestra



# DOCUMENTACIÓN Y FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS

BANCO CENTRAL DE BOLIVIA, Febrero 2016. [www.bcb.gob.bo/](http://www.bcb.gob.bo/)

* CES, (2007). *Evaluación de sistemas de riego PRONAR e identificación de lecciones aprendidas*.
* GANDARILLAS, H. (2012). *Small Farmer Self-Administered Irrigation Systems. In Better Water Use Efficiency for Increasing Yields and Food Security* - World Water Week 2012, Stockholm.
* MONTESILLO-CEDILLO et al. (2006), *Precio del agua para riego en México en un contexto de eficiencia social.*
* OCDE (2010), *Agricultural Water Pricing: United States* y *Agricultural Water Pricing: EU and Mexico*.
* GTZ (2010). PROAGRO, Componente Riego. *Efectos del riego en los ingresos de las familias campesinas*.

GTZ (Cooperación Alemana), 2002. “*Cálculo del área bajo riego óptimo*”. Documento de trabajo dentro de la Asistencia Técnica del Programa Nacional de Riego

* HOOGENDAM, P. (2012). *Improving water use efficiency in Andean small farmer´s hill irrigation systems. In Better Water Use Efficiency for Increasing Yields and Food Security* - World Water Week 2012, Stockholm.

Salazar et al. (2015) - Inter-American Development Bank - *Impacts of Technology Adoption in Small Subsistence Farmers in Bolivia*.

[INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA](http://www.ine.gob.bo/pdf/EH/EH_2011.pdf) (2008). *Encuesta Nacional de Hogares* 2008. La Paz, Bolivia.

* VICEMINISTERIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y RIEGO, 2012. *Conceptualización de la evaluación ex ante de proyectos de riego*.

MINISTERIO DE MEDIOAMBIENTE Y AGUA, 2013. *Información sobre el Inventario Nacional de Sistemas de Riego 2012*.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, 2013. Planillas de preparación y evaluación de proyectos del sector agropecuario. Versión 2.1.

Resolución Bi-Ministerial 095 sobre el sector agropecuario. La Paz, 13 de Septiembre de 2000.

VICEMINISTERIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y RIEGO. *Inventario Nacional de Sistemas de Riego 2012*.

# ANEXO I: TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSITICAS DE LOS PROYECTOS DE MUESTRA



# ANEXO II: LIBRO DE HIPÓTESIS DEL ACB

**HIPÓTESIS GENERALES**





**FICHAS DE HIPÓTESIS DE LOS 9 PROYECTOS DE MUESTRA**















 

# ANEXO III: RESUMEN DE PROYECCIONES ECONÓMICAS DEL ACB







1. La inversión privada se refiere por tanto a la parte de la inversión que debe asumir el agricultor, y que por tanto no forma parte de lo financiado por el Programa. Sin embargo lo anterior, esta inversión es necesaria para que se alcancen los rendimientos agrícolas objetivo y permitir el cambio en los patrones de cultivo; por lo que se ha incluido en el ACB.

   [↑](#footnote-ref-1)
2. Se ha considera el VAB como parámetro para la monetización del beneficio económico generado en las explotaciones agrícolas beneficiarias a nivel del conjunto del Programa. El VAB se define como la riqueza generada por una determinada actividad económica, que permite remunerar los factores productivos (capital propio o ajeno, mano de obra y/o terrenos) empleados en la producción de un bien o servicio. El cálculo del VAB equivale a sumar al Margen Bruto de Explotación los costos de mano de obra.

   En cuanto al carácter “bruto” de este agregado, hace referencia a que no se considera en su cuantificación el consumo de capital fijo o depreciación de las unidades productivas empleadas en la producción. [↑](#footnote-ref-2)
3. GTZ (Cooperación Alemana), 2002. *Cálculo del área bajo riego óptimo*. Documento de trabajo dentro de la Asistencia Técnica del Programa Nacional de Riego. [↑](#footnote-ref-3)
4. Resolución Bi-Ministerial 095, La Paz, 13 de septiembre de 2000. [↑](#footnote-ref-4)
5. Algunas de estas consideraciones se recopilaron en reuniones con expertos sectoriales de reconocido prestigio en el país, como Paul Hoogendam y Humberto Gandarillas. Estas reuniones tuvieron lugar en Cochabamba en agosto de 2013, durante la misión de análisis del PRONAREC II. [↑](#footnote-ref-5)
6. Montesillo-Cedillo et al. (2006), *Precio del agua para riego en México en un contexto de eficiencia social,* en el que se estimó una función producción del tipo Cobb-Douglas con información de 1960-1999. [↑](#footnote-ref-6)
7. Banco de México, 2016. [http://www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF372&sector=6&locale=es) [↑](#footnote-ref-7)
8. US Bureau of Labor Statistics, 2016. <http://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm> [↑](#footnote-ref-8)
9. OCDE (2010), *Agricultural Water Pricing: United States* y *Agricultural Water Pricing: EU and Mexico.* [↑](#footnote-ref-9)
10. Banco Central de Bolivia, Febrero 2016. [www.bcb.gob.bo/](http://www.bcb.gob.bo/) [↑](#footnote-ref-10)
11. Resolución Bi-Ministerial 095 sobre el sector agropecuario. La Paz, 13 de Septiembre de 2000. [↑](#footnote-ref-11)
12. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2013. Plantillas de preparación y evaluación de proyectos del sector agropecuario Versión 2.1. [↑](#footnote-ref-12)
13. Véase a este respecto lo descrito en el apartado 2.8 y sucesivos. [↑](#footnote-ref-13)
14. Para cada proyecto se estableció un equipo de dos consultores técnicos compuesto por un ingeniero civil especialista en sistemas de riego, encargado de evaluar la parte de infraestructura y oferta de agua así como un ingeniero agrónomo encargado de evaluar el acceso a mercados, la cedula de cultivos y las hipótesis de costos y producción por proyecto. Asimismo, dentro de cada proyecto se realizó un levantamiento de línea de base a una muestra de 5 hogares por proyecto para sacar las condiciones iniciales. [↑](#footnote-ref-14)
15. CONSULTING ENGINEERS SALZGITTER (CES) 2007 - Evaluación de sistemas de riego PRONAR e identificación de las lecciones aprendidas.

    Entrevistas presenciales con expertos sectoriales en Bolivia como Humberto Gandarillas y Paul Hoogendam, realizadas durante septiembre de 2013 en el marco del análisis económico ex-ante del PRONAREC II. [↑](#footnote-ref-15)
16. Véase la definición del VAB referenciada en el punto 1.21 anterior. [↑](#footnote-ref-16)
17. Salazar et al. (2015) - Inter-American Development Bank - *Impacts of Technology Adoption in*

    *Small Subsistence Farmers in Bolivia*. [↑](#footnote-ref-17)
18. VRHR, 2016. [↑](#footnote-ref-18)
19. Cabe señalar que los costos recurrentes incrementales de producción, derivados del aumento de los costos de explotación de los agricultores que cambiarán su patrón de cultivo, se han incluido dentro del cálculo de los MBE incrementales, cuantificados en el Apartado III anterior. [↑](#footnote-ref-19)
20. Para la estimación del costo promedio de O&M por hectárea de riego tecnificado, se han excluido los proyectos de la muestra de aguas subterráneas, dada su singularidad en relación a sus elevados costos del consumo de energía, y su pequeña participación (5,7%) dentro de la superficie de riego constatada en el desarrollo del PRONAREC II. [↑](#footnote-ref-20)
21. VRHR, 2016. [↑](#footnote-ref-21)
22. Entrevistas con agricultores, ONGs y expertos, incluyendo el Taller sobre Riego Tecnificado, BID/La Paz (Marzo de 2013).

    Documento de Ing. H. Gandarillas "Small farmer self-administrated irrigation systems" presentado al Congreso “*Better water use efficiency for increasing yields and food security - from watershed to field*”, Stockholm World Water Week (2012). [↑](#footnote-ref-22)
23. Los datos en relación a la renta disponible se han extraído de los resultados de las encuestas realizadas a los beneficiarios del PRONAREC III, en los proyectos “tipo” contemplado en el ACB. Las estimaciones incluyen los ingresos obtenidos de (i) las actividades agrícolas, (ii) el trabajo fuera del hogar, (iii) las remesas y (iv) la venta de ganado. [↑](#footnote-ref-23)