Documento del Banco Interamericano De Desarrollo

**Bolivia**

**PROGRAMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL – II**

(BO-L1117)

**Evaluación Técnica de Proyectos**

**(Subcomponentes: Extensión de redes de distribución y Fomento a usos productivos de la electricidad)**

**Versión 4.0**

*Este documento fue preparado por el equipo del proyecto*

**Contenido**

**Pág.**

1. Introducción 3
2. Cartera de proyectos sujeta a evaluación 3
	1. *Gobernación de Chuquisaca 4*
	2. *Gobernación de Cochabamba 4*
	3. *Gobernación de Oruro 5*
3. Criterios de evaluación de la cartera inicial de proyectos 6
	1. *Primera Etapa: Verificación del Contenido Mínimo de los Proyectos 6*
	2. *Segunda Etapa: Verificación de la Calidad Técnica y Sostenibilidad de los Proyectos 8*
		1. *Calidad Técnica 8*
		2. *Sostenibilidad 8*
4. Análisis 9
	1. *Verificación del contenido Mínimo de los Proyectos 9*
	2. *Verificación de la Calidad Técnica y Sostenibilidad de los Proyectos 10*
5. Muestra representativa de proyectos 13
6. Análisis del componente de uso productivo de la electricidad 14
7. Conclusiones 16

**Programa De Electrificación Rural – II**

(BO-L1117)

1. **Introducción**

El objetivo general del programa es contribuir a reducir los niveles de pobreza de la población del área rural que no tiene acceso o tiene acceso limitado a electricidad. Los objetivos específicos son: (i) ampliar la cobertura del servicio eléctrico en el área rural; (ii) fomentar los usos productivos de la energía eléctrica en zonas rurales; (iii) apoyar al desarrollo de proyectos de electrificación rural; y (iv) incrementar la extensión y la capacidad del sistema de transmisión hacia áreas rurales. Para lograr estos objetivos, el Programa tiene dos componentes: (i) Ampliación de la cobertura rural y fomento de usos productivos; y (ii) Incremento de la capacidad de transmisión hacia áreas rurales.

El componente I, ampliación de la cobertura rural y fomento de usos productivos, tiene tres subcomponentes:

* **Subcomponente I.1. Extensión de redes de distribución.** Apoyará el financiamiento de proyectos de extensión de redes de distribución eléctrica monofásica y trifásica en áreas rurales sin electricidad
* **Subcomponente I.2. Fomento a usos productivos de la electricidad.** Este componente financiará asistencia técnica para la identificación, análisis y promoción de usos productivos de la electricidad en áreas rurales beneficiadas por el PER y por el PER-II, priorizando los proyectos con mayor rentabilidad.
* **Subcomponente I.3. Apoyo a la elaboración de proyectos de electrificación rural.** Este subcomponente apoyará a los gobiernos autónomos departamentales y municipales en la identificación, elaboración y evaluación de planes, programas y proyectos de electrificación rural, en el marco de las competencias concurrentes y compartidas.

El componente II, incremento de la capacidad de transmisión hacia áreas rurales, financiará líneas de transmisión para extender el SIN, e incrementar y mejorar la conexión de las áreas rurales, cuya conexión en media tensión ya está saturada y limitada para nuevas extensiones de líneas de distribución.

La presente evaluación técnica considera los proyectos de infraestructura de los subcomponentes I.1 e I.2. Las Gobernaciones a través del VMEEA presentaron un total de 23 proyectos, que pretenden beneficiar a 57.168 usuarios, con un requerimiento de inversión de US$ 101.730.156,64.

1. **Cartera de Proyectos Sujeta a Evaluación**

Las Gobernaciones de Chuquisaca, Cochabamba y Oruro a través del VMEEA, remitieron al Banco 23 proyectos (formato digital), los cuales fueron considerados como una muestra representativa. Todos[[1]](#footnote-1) los proyectos evaluados en este documento cuentan con un documento a nivel TESA o diseño final y que fueron previamente revisados por el VMEEA.

* 1. **Gobernación de Chuquisaca**

La gobernación de Chuquisaca ha identificado una cartera inicial de 8 proyectos de electrificación rural, por un monto de US$ 19.214.677,82, beneficiando a 7.866 usuarios.

Tabla 1: Listado Inicial de Proyectos de Extensión de Redes - Chuquisaca

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOMBRE DEL PROYECTO** | **MUNICIPIOS** | **OPERADOR** | **Nro USUARIOS** | **INVERSION (US$)[[2]](#footnote-2)** |
| Electrificación rural D-6, D-7, D-8 del municipio de Sucre | Sucre | CESSA | 1.632 | 3.127.191,77 |
| Electrificación rural Piraimiri Azero Norte | Monteagudo | COSERMO, CESSA | 1.213 | 3.071.457,99 |
| Electrificación Comunidades Tarabuco | Tarabuco | CESSA | 1.866 | 2.414.961,89 |
| Electrificación Municipio de Padilla | Padilla | CESSA | 693 | 1.983.985,80 |
| Electrificación Rural Tres Sectores Poroma  | Poroma | CESSA | 775 | 1.812.521,44 |
| Electrificación Rural Cañón Verde – Las Abras - Yuquiporo | Culpina | SETAR | 124 | 342.758,29 |
| Electrificación Rural: Tramo Portillo – El Fuerte y Tramo Portillo Huajlaya | Incahuasi | COSERCA | 355 | 782.111,68 |
| Electrificación Rural: Distrito Pirhuani, Tambo K’asa y Sacavillque (Zona I); Distrito Canchas Blancas, Collpa y Huañumilla (Zona II). | San Lucas | SEPSA | 1.208 | 3.265.784,72 |
| **Total** | **7.866** | **19.214.677,82** |

* 1. **Gobernación de Cochabamba**

La gobernación de Cochabamba ha identificado una cartera inicial de 4 proyectos de electrificación rural, dentro del Programa de Electrificación Rural – Fase VI, por un monto de US$ 68.470.905, beneficiando a 39.032 usuarios.

Tabla 2: Listado Inicial de Proyectos de Extensión de Redes - Cochabamba

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOMBRE DEL PROYECTO** | **MUNICIPIOS** | **OPERADOR** | **Nro USUARIOS** | **INVERSION (US$)** |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Andina | Arque, Tacopaya, Cocapata, Independencia, Morochata, Bolivar y Tapacari | ELFEC | 9.226 | 14.870.227,69 |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Tropico | Chimore, Entre Ríos, Puerto Villarroel, Villa Tunari y Shinahota | ELFEC | 15.593 | 30.123.521,56 |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Valles | Aiquile, Omereque, Pasorapa, Anzaldo, Arbieto, Sacabamba, Tarata, Araní, Vacas, Capinota, Sicaya, Cliza, Quillacollo, Sipe Sipe, Tiquipaya, Vinto, Colcapirhura, Colomi, Sacaba, Pocona, Pojo, Totora, Alalay, Mizque, Vila Vila, San Benito, V.G. Villarroel, Tiraque y Cercado. | ELFEC | 13.832 | 22.602.065,89 |
| Electrificación Rural Quinori | Pasorapa | ELFEC | 381 | 834.870,11 |
| **Total** | **39.032** | **68.470.905,65** |

* 1. **Gobernación de Oruro**

La gobernación de Oruro ha identificado una cartera inicial de 11 proyectos de electrificación rural, por un monto de US$ 14.044.573,17, beneficiando a 10.270 usuarios.

Tabla 3: Listado Inicial de Proyectos de Extensión de Redes - Oruro

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOMBRE DEL PROYECTO** | **MUNICIPIOS** | **OPERADOR** | **Nro USUARIOS** | **INVERSION (US$)** |
| Electrificación Provincia Cercado Fase II | Caracollo, Soracachi y El Choro | ELFEO | 3.369 | 4.092.665,19 |
| Electrificación Provincia Nor Carangas | Huayllamarca | COOPSEL | 378 | 1.042.907,34 |
| Conversión línea Monofásica a Trifásica Pacollani | Quillacas | ELFEO | 114 | 124.040,20 |
| Mejoramiento, Conversión y Ampliación línea monofásica a trifásica Provincia Carangas (Choquecota) | Choquecota | Comité Central Electrificación  | 670 | 909.444,59 |
| Mejoramiento, Conversión y Ampliación línea monofásica a trifásica Provincia Carangas (Corque) | Corque | ELFEO / Comité de Electrificación | 1.192 | 3.831.974,21 |
| Construcción Electrificación Provincia Dalence Fase II | Huanuni y Machacamarca | ELFEO | 1.043 | 1.024.797,98 |
| Electrificación provincia Mejillones Fase II | Carangas, La Rivera y Todos Santos | ELFEO | 861 | 601.447,12 |
| Electrificación provincia Abaroa Fase II | Challapata | Comité | 469 | 573.940,61 |
| Mejoramiento y ampliación red eléctrica Orinoca | Santiago de Andamarca | Comité | 336 | 137.561,22 |
| Construcción de línea de media tensión Quillacas - Sevaruyo | Quillacas | Gob. Oruro MT y Comité BT | 350 | 315.211,21 |
| Construcción Electrificación Provincia Tomás Barrón | Eucaliptus | COOPSEL | 1.488 | 1.390.583,49 |
| **Total** | **10.270** | **14.044.573,17** |

Si bien la Gobernación de Oruro identificó inicialmente un total de 14 proyectos, sólo se consideraron 11 proyectos debido a que 2 proyectos eran de construcción de líneas de transmisión (69 kV) y subestaciones y 1 sólo consideraba el cambio de postes, sin incluir nuevas conexiones, se considera que esta última debería ser una acción de mantenimiento a ser realizada por el operador del sistema.

Por tanto, la cartera de proyectos inicial de proyectos que fue evaluada tiene la composición por departamento como se muestra en la tabla 4.

 Tabla 4: Resumen de proyectos a ser evaluados

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Departamento** | **Nro. de****Proyectos** | **Nro. de****Usuarios** | **Inversión Requerida (US$)** |
| Chuquisaca | 8 | 7.866 | 19.214.677,82 |
| Cochabamba | 4 | 39.032 | 68.470.905,65 |
| Oruro | 11 | 10.270 | 14.044.573,17 |
| **Total** | **23** | **57.168** | **101.730.156,64** |

Los proyectos de la cartera inicial de proyectos corresponden a los tres pisos ecológicos de Bolivia, es decir: Altiplano, valles y trópico.

Esta cartera inicial totaliza un monto de inversión superior al previsto para este subcomponente (US$ 60 millones). No obstante, durante la ejecución del Programa se aplicaran criterios de elegibilidad, que estarán establecidos en el Reglamento Operativo del Programa, para priorizar su financiamiento.

1. **Criterios de Evaluación de la Cartera Inicial de Proyectos**

La evaluación de la muestra de proyectos se realizó en dos etapas: la primera referida al análisis del alcance de la documentación presentada para cada uno de los proyectos, según la normativa de pre-inversión, y la segunda es una evaluación cualitativa de los parámetros de calidad técnica y sostenibilidad de los proyectos.

En las siguientes secciones se presentan los criterios utilizados para el análisis de los proyectos en las 2 etapas.

* 1. **Primera Etapa: Verificación del Contenido Mínimo de los Proyectos**

El criterio establecido fue que cada Proyecto deberá contar con el contenido mínimo establecido en el Manual de Elaboración de Proyectos de Electrificación Rural (MEPER), publicado por el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas en agosto de 2014, de acuerdo al siguiente detalle:

* Resumen. Conteniendo la información más relevantes del proyecto
* Caracterización de la zona. El documento deberá contener coordenadas, un mapa de ubicación y/o un croquis general de la línea, además del grado de dificultad de las obras a ejecutarse, que será determinado por las características topográficas del terreno donde estas serán ejecutadas.
* Acceso. Deben existir y describir los caminos de acceso hacia las comunidades a electrificar
* Población. Fundamentalmente se quiere saber si pertenecen a un grupo indígenas en especial y si están en un territorio indígena
* Servicios. Debe existir una descripción muy sucinta de la existencia de servicios como: agua potable, escuela, posta sanitaria, etc.
* Información Demográfica. De considerarse proyecciones, estas tasas deben ser coherentes con la realidad regional
* Estimación de Ingreso familiares. Es importante que exista una idea de las fuentes de ingresos familiares para caracterizar adecuadamente a los grupos beneficiarios
* Gasto actual en energéticos. Debe existir una cuantificación de los gastos actuales en energéticos, así como de las fuentes de suministro.
* Cuantificación de la demanda. Deben estar explicitadas al año 1 las familias de beneficiarios y su proyección al año 20
* Análisis de la demanda. Debe estar consignado el consumo especifico, demanda máxima, y las categorías de consumo
* Alcance del proyecto. Claramente se debe identificar la longitud de líneas en MT, redes en BT, Subestaciones, puestos de transformación de rebaje, etc.
* Análisis de Alternativas. Debe describirse por que la extensión de redes es la alternativa elegida, y realizar una comparación técnica y económica con otras opciones que puedan existir en la zona (paneles fotovoltaicos, micro centrales hidroeléctricas, otros).
* Diagrama unifilar y especificaciones técnicas de material. Los proyectos deberán contar con un diagrama unifilar específico, así como la descripción de estructuras y las especificaciones técnicas de los materiales
* Análisis de costos unitarios y presupuesto. Deben estar consignadas las planillas de costos unitarios y el presupuesto que incorpore los costos de supervisión y un desglose razonable que permita su análisis.
* Evaluación socioeconómica y financiera. El proyecto debe contar con evaluaciones financiera y socioeconómica y con los indicadores económicos y financieros (VAN, TIR, VANS y TIRS) de acuerdo a la metodología de las planillas parametrizadas del VIPFE. El proyecto debe ser factible económicamente.
* Plan de ejecución y cronograma. Debe estar explicitado un plan de ejecución mínimo que permita identificar los aspectos generales así como un cronograma
* Análisis del impacto ambiental. Debe constar que se ha realizado un análisis de los impactos ambientales y se ha categorizado el proyecto adecuadamente.
* Hojas de estacado y/o ruteo final de línea. Debe contar con hojas de estacado o de ruteo de línea, como parte de los documentos de campo que avalan el proyecto.
* Operador identificado. El operador debe estar claramente identificado.
	1. **Segunda Etapa: Verificación de la Calidad Técnica y Sostenibilidad de los Proyectos**
		1. **Calidad Técnica**

Dado que la totalidad de los proyectos evaluados han seguido, de manera general, los lineamiento del MEPER, en esta sección se realiza un análisis de 4 aspectos técnicos, incluidos en los proyectos, sobre la calidad de los mismos, los cuales son: (i) Las especificaciones técnicas; (ii) las hojas de estacado; (iii) punto de conexión al sistema existente; y (iv) costo de acometidas y análisis del impacto ambiental de los proyectos.

Especificaciones técnicas y estándares constructivos. Los proyectos deberán contar con especificaciones técnicas y principalmente estándares constructivos basados en normas bolivianas de construcción de redes rurales (NB 148011:2014 y NB 148012:2014) u otras normas internacional utilizadas para electrificación rural: IEC, NESC y RUS (ex REA).

Hojas de Estacado. Con relación a las hojas de estacado, el MEPER recomienda la asignación de los nombres de los usuarios a cada piquete (poste) de Baja Tensión, dado que este es el mecanismo más apropiado para demostrar o validar que la cantidad de usuarios definida en el proyecto (al menos del año 0).

Punto de conexión eléctrica al sistema eléctrico existente.

Como parte de los estudios eléctricos, el proyecto deberá verificar que el sistema eléctrico pre-existente tiene la capacidad suficiente de suministro para atender la demanda de las nuevas redes (proyecto), este aspecto deberá ser coordinado con el operador del sistema.

Análisis del impacto ambiental de los proyectos. El manejo ambiental de los proyectos de electrificación rural se basan en lo estipulado en la Ley N°1333 de Medio Ambiente y sus reglamentos ambientales (DS 24176), aunque existe una normativa específica, el Decreto Supremo 27173 que incluye en la lista de proyectos sujetos dispensación (categoría 4), los proyectos de electrificación rural y densificación, debiendo para ello presentar el certificado de dispensación.

* + 1. **Sostenibilidad**

Para la evaluación de la sostenibilidad y viabilidad de los proyectos, se han definido 3 sub-criterios que permiten verificar la sostenibilidad de los proyectos. Estos criterios son:

Operador Identificado. El proyecto deberá contar con un operador identificado, el mismo que cuenta con registro ante la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE).

Usos Productivos de la energía. El Proyecto deberá identificar potenciales usos productivos de la electricidad.

Costo Eficiencia del proyecto. La inversión unitaria por usuario conectado da una señal de viabilidad del proyecto, y de la eficiencia en relación a otras alternativas tecnológicas. Los indicadores de referencia utilizados como base para el presente análisis, son aquellos determinados por el VMEEA y aprobados por el VIPFE el año 2013 y que se presentan en la tabla 5.

 Tabla 5: Criterios de Costo-Eficiencia VMEEA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zona** | **Margen Inferior****(US$/conexión)** | **Margen Superior****(US$/conexión)** |
| Andina | 1.058,25 | 1.607,76 |
| Valles | 1.080,17 | 1.620,25 |
| Trópico | 2.004,95 | 2.956,62 |

 **Fuente**: Informe Interno MHE – VMEEA – UDIER N° 004/2013

Tomando en cuenta que estos criterios costo-eficiencia fueron definidos en base a un universo de proyectos construidos hasta el año 2013, y que existe un incremento en el costo de los proyectos a medida que se incrementa la cobertura (debido principalmente al incremento de los costos, y a que los usuarios se encuentran más distantes y presentan patrones de asentamiento dispersos), se ha aplicado un incremento en el margen superior de 10% del costo-eficiencia establecido el año 2013 por el VMEEA y aprobados por el VIPFE, adoptándose los valores presentados en la tabla 6 para la presente Propuesta de Préstamo.

 Tabla 6: Criterios Costo-Eficiencia Adoptados

|  |  |
| --- | --- |
| **Zona** | **Valor Limite****(US$/conexión)** |
| Andina | 1.770 |
| Valles | 1.790 |
| Trópico | 3.250 |

1. **Análisis**

Esta sección describe el análisis realizado a los proyectos descritos en la sección 2, en base a los criterios establecidos en la sección 3 de este documento.

**4.1. Verificación del Contenido Mínimo de los Proyectos**

La verificación del contenido mínimo de los estudios se ha realizado en base a los criterios en la sección 3.1 de este documento, un primer cribado de los proyectos, ha dado lugar a que los siguientes proyectos sean observados:

 Tabla 7: Cumplimiento del contenido mínimo

|  |  |
| --- | --- |
| **Proyecto** | **Observación sobre el contenido del proyecto** |
| Proyecto Electrificación rural D-6, D-7, D-8 del municipio de Sucre, Chuquisaca | No presenta hojas de estacado, solo un ruteo con coordenadas GPS, pero tampoco presenta un análisis de los temas ambientales del proyecto |
| Proyecto Electrificación Provincia Nor Carangas, Oruro | No presenta las siguientes secciones: hojas de estacado, análisis ambiental y cronograma de ejecución. |
| Proyecto Electrificación provincia Avaroa Fase II, Oruro | No se ha observado: falta de cronograma de ejecución y precios unitarios presentados en la sección 7 no corresponden al proyecto |
| Proyecto Mejoramiento y ampliación red eléctrica Orinoca, Oruro | No presenta las hojas de estacado |

Adicionalmente, se ha verificado el año de elaboración de los proyectos, excepto los proyectos: *Electrificación provincia Avaroa Fase II* y *Mejoramiento y ampliación red eléctrica Orinoca*, que fueron elaborados el año 2008, los otros proyectos son de reciente elaboración.

En general se observa que los proyectos han seguido los lineamientos del MEPER, sin embargo, se requiere de una particularización de los documentos de acuerdo a las características de cada región o del tipo de proyecto.

Por otro lado, se recomienda establecer, como una condición antes de la licitación de cada proyecto, la actualización del presupuesto, y del número de beneficiarios.

**4.2. Verificación de la Calidad Técnica y Sostenibilidad de los Proyectos**

Por otro lado, siguiendo los criterios establecidos en la sección 3.2, se ha realizado el análisis de la calidad técnica y sostenibilidad de los proyectos, producto de este análisis se tienen los siguientes resultados y recomendaciones:

**Calidad Técnica**

Especificaciones técnicas y estándares constructivos.

Los proyectos evaluados han usado como referencia las normas bolivianas: NB 148011:2014 y NB 148012:2014, de unidades constructivas de redes aéreas de distribución de energía eléctrica 24,9/14,4 kV y 34,5/19,9 kV respectivamente, además de normas IEC, NESC y RUS (ex REA). En los casos donde las empresas distribuidoras cuentan con estándares constructivos propios, se deberá realizar una compatibilización con dichos estándares antes del inicio de la construcción de los proyectos.

Hojas de Estacado.

Se observa que no todos los proyectos han considerado la recomendación del MEPER de incluir los nombres de los usuarios en cada piquete, por lo que será importante que de manera previa a la licitación de los proyectos se complemente esta información, de modo que se constituya en la línea de base del número de usuarios que a la conclusión del proyecto efectivamente estarán en condiciones de conectarse a la red construida.

Punto de conexión eléctrica al sistema eléctrico existente.

Los proyectos evaluados indican que se han realizado corridas de programas de flujo de potencia para verificar la factibilidad técnica de la extensión de redes. No obstante, no ha sido posible verificar en los documentos que como parte de los estudios eléctricos se haya verificado con el operador las condiciones técnicas, principalmente de la capacidad de suministro, de los puntos de conexión de la nuevas redes (proyecto) con el sistema pre-existente. Por lo tanto, se recomienda que este aspecto sea coordinado con el operador del sistema de manera previa a la licitación de los proyectos.

Análisis del impacto ambiental de los proyectos.

Dado que la mayoría de los proyectos analizados, no incluye el Formulario de Dispensación que aplica a este tipo de proyectos, se recomienda que se incluya este aspecto como condición previa al inicio de las licitaciones, ya que facilita el proceso de categorización posterior.

La aplicación de los criterios de calidad técnica de los proyectos no ha dado lugar a la eliminación de ningún proyectos, solamente se han emitido las recomendaciones anteriores con el objeto de mejorar los proyectos antes de su implementación.

**Sostenibilidad**

Operador Identificado

Como uno de los criterios de sostenibilidad se ha definido que los proyectos cuenten con una empresa operadora identificada, y que la misma esté regulada por el ente regulador (AE). El hecho de tener un operador regulado, garantiza que las tarifas a ser aplicadas dentro del área de operación cubran todos los costos de operación, mantenimiento y administración de las redes, en el área de concesión de la empresa operadora, y sean actualizadas periódicamente. Esto as u vez garantiza que la empresa operadora reciba ingresos en su área de concesión (urbana y rural) suficientes para garantizar la operación de todo el sistema de distribución a su cargo, incluyendo las área rurales, donde existen consumos bajos.

La mayor parte de los proyectos analizados han identificado como operadores a las empresas reconocidas por el ente regulador, y que operan actualmente en el Sistema Interconectado Nacional: CESSA, SEPSA, SETAR, ELFEO y ELFEC, además de empresas menores como: COSERMO (Cooperativa de Servicios Públicos Monteagudo Ltda.), COOPSEL (Cooperativa de Servicios Eléctricos "5 de Agosto” Ltda.) y finalmente COSERCA[[3]](#footnote-3) (Cooperativa de Servicios Eléctricos Camargo Ltda.); todos estos operadores están registrados ante la AE.

En el departamento de Oruro, los proyectos: i). *Mejoramiento, Conversión y Ampliación línea monofásica a trifásica Provincia Carangas (Choquecota)*, ii). *Mejoramiento, Conversion y Ampliación línea monofásica a trifásica Provincia Carangas (Corque)*, iii). *Electrificación provincia Avaroa Fase II* y iv). *Mejoramiento y ampliación red eléctrica Orinoca*, identifican como operador del proyecto a Comités locales de electrificación rural, mientras que el proyecto: *Construcción de línea de media tensión Quillacas – Sevaruyo*, también del departamento de Oruro, identifica como el operador de media tensión (MT) a la Gobernación de Oruro y de la red de baja tensión (BT) a un Comité local. Esta propuesta no es aceptable para proyectos a ser financiados por el Banco, por lo que debería reformularse y prever la operación de los proyectos por un ente regulado por la AE.

Usos productivos de la electricidad

En la sección correspondiente al análisis de demanda, los proyectos evaluados han identificado algunas aplicaciones productivas de la electricidad, las mismas que se muestran en la tabla 8.

 Tabla 8: Usos productivos identificados en los proyectos

|  |  |
| --- | --- |
| **Proyecto** | **Uso productivo identificado** |
| Electrificación rural D-6, D-7, D-8 del municipio de Sucre | Granja avícola, bomba de agua, lechería y molino |
| Electrificación rural Piraimiri Azero Norte | Uso de bombas eléctricas |
| Electrificación Comunidades Tarabuco | 22 pozos de agua |
| Electrificación Municipio de Padilla | 320 bombas de agua |
| Electrificación Rural Tres Sectores Poroma  | 280 bombas de agua |
| Electrificación Rural Cañón Verde – Las Abras – Yuquiporo | Carpintería, Taller mecánico, Molino |
| Electrificación Rural: Tramo Portillo – El Fuerte y Tramo Portillo Huajlaya | 195 bombas de agua |
| Electrificación Rural: Distrito Pirhuani, Tambo K’asa y Sacavillque (Zona I); Distrito Canchas Blancas, Collpa y Huañumilla (Zona II). | Uso de bombas eléctricas |
| Electrificación Provincia Cercado Fase II | Sistemas de riego y algunos molinos |
| Electrificación Provincia Nor Carangas | Talleres y Bomba de agua |
| Conversión línea Monofásica a Trifásica Pacollani | Sistemas de riego y algunos molinos |
| Construcción Electrificación Provincia Dalence Fase II | Sistemas de micro riego |
| Electrificación provincia Mejillones Fase II | Bomba de agua, planta de quinua, taller mecánico y matadero |
| Mejoramiento y ampliación red eléctrica Orinoca | Bombas de agua, heladeras (criadero de truchas), mataderos y equipos de radiocomunicación  |
| Construcción de línea de media tensión Quillacas - Sevaruyo | Bombas para riego  |
| Construcción Electrificación Provincia Tomás Barrón | 21 talleres de soldadura, mecánica, carpintería y otros. 76 micro riego |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Andina | Bombas de agua  |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Trópico | Bombas de agua  |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Valles | Bombas de agua |

Costo - Eficiencia

En esta sección se ha realizado el análisis de costo-eficiencia (US$/usuario conectado) de los diferentes proyectos, considerando para ello los valores máximos para cada una de las regiones del país, presentados antes en la Tabla 6.

Los proyectos que cumplen con la condición: costo-eficiencia del proyecto menor al costo-eficiencia de referencia se presentan en la tabla 9.

 Tabla 9: Comparación de los valores de costo-eficiencia (US$/usuario)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Proyecto** | **Zona Geográfica** | **US$/usuario****Proyecto** |  | **US$/usuario****de referencia** |
| Electrificación rural Piraimiri Azero Norte | Trópico | 3.136 | < | 3.250 |
| Electrificación Rural Cañón Verde – Las Abras - Yuquiporo | Trópico | 3.161 | < | 3.250 |
| Electrificación Provincia Cercado Fase II | Andina | 1.215 | < | 1.770 |
| Conversión línea Monofásica a Trifásica Pacollani | Andina | 1.088 | < | 1.770 |
| Mejoramiento, Conversión y Ampliación línea monofásica a trifásica Provincia Carangas (Choquecota) | Andina | 1.357 | < | 1.770 |
| Construcción Electrificación Provincia Dalence Fase II | Andina | 983 | < | 1.770 |
| Electrificación provincia Mejillones Fase II | Andina | 699 | < | 1.770 |
| Electrificación provincia Avaroa Fase II | Andina | 1.224 | < | 1.770 |
| Mejoramiento y ampliación red eléctrica Orinoca | Andina | 409 | < | 1.770 |
| Construcción de línea de media tensión Quillacas - Sevaruyo | Andina | 901 | < | 1.770 |
| Construcción Electrificación Provincia Tomás Barrón | Andina | 935 | < | 1.770 |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Andina | Andina | 1.612 | < | 1.770 |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Trópico | Trópico | 1.932 | < | 3.250 |
| Electrificación Rural fase VI - Zona: Valles | Valle | 1.634 | < | 1.790 |

1. **Muestra Representativa de Proyectos**

Como resultado del análisis realizado en la sección anterior, descartando aquellos proyectos de la cartera inicial, que no cumplieron con los criterios establecidos en la sección III, la muestra representativa de proyectos quedó constituida como se muestra en la tabla 10.

 Tabla 10: Muestra Representativa de Proyectos

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nro** | **Departamento** | **Proyecto** | **Nro Usuarios** | **Inversión (US$)** |
| 1 | Chuquisaca | Electrificación rural Piraimiri Azero Norte | 1.120 | 3.512.759,4 |
| 2 | Chuquisaca | Electrificación Rural Cañón Verde – Las Abras - Yuquiporo | 124 | 392.005,2 |
| 3 | Cochabamba | Electrificación Rural fase VI - Zona: Andina | 9.226 | 14.870.227,7 |
| 4 | Cochabamba | Electrificación Rural fase VI - Zona: Trópico | 15.593 | 30.123.521,6 |
| 5 | Cochabamba | Electrificación Rural fase VI - Zona: Valles | 13.832 | 22.602.065,9 |
| 6 | Oruro | Electrificación Provincia Cercado Fase II | 3.369 | 4.092.665,2 |
| 7 | Oruro | Conversión línea Monofásica a Trifásica Pacollani | 114 | 124.040,2 |
| 8 | Oruro | Construcción Electrificación Provincia Dalence Fase II | 1.043 | 1.024.798,0 |
| 9 | Oruro | Electrificación provincia Mejillones Fase II | 861 | 601.447,1 |
| 10 | Oruro | Construcción Electrificación Provincia Tomás Barrón | 1.488 | 1.390.583,5 |
|  |  | **Total** | **46.770** | **78.734.113,8** |

Las características técnicas de los proyectos seleccionados para la muestra representativa en los 3 departamentos se muestran en las tablas 11, 12 y 13.

Tabla 11: Características de proyectos Chuquisaca

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nro** | **Departamento** | **Proyecto** | **Nro Usuarios** | **Inversión (US$)** | **Km líneas MT** | **Km líneas BT** | **Nro Transf.** | **Pot. Transf KVA** |
| 1 | Chuquisaca | Electrificación rural Piraimiri Azero Norte | 1.120 | 3.512.759,4 | 134,53 | 131,07 | 119 | 5.232,5 |
| 2 | Chuquisaca | Electrificación Rural Cañón Verde – Las Abras - Yuquiporo | 124 | 392.005,2 | 13,45 | 7,71 | 6 | 90,0 |
|  |  | **Total** | **1.244** | **3.904.764,6** | **147,98** | **138,78** | **125** | **5.322,5** |

Tabla 12: Características de proyectos Cochabamba

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nro** | **Departamento** | **Proyecto** | **Nro Usuarios** | **Inversión (US$)** | **Km líneas MT** | **Km líneas BT** | **Nro Transf.** | **Pot. Transf KVA** |
| 1 | Cochabamba | Electrificación Rural fase VI - Zona: Andina | 9.226 | 14.870.227,69 | 776,37 | 486,17 | 485 | 5.325 |
| 2 | Cochabamba | Electrificación Rural fase VI - Zona: Trópico | 15.593 | 30.123.521,56 | 1.410,51 | 1185.23 | 993 | 11.620 |
| 3 | Cochabamba | Electrificación Rural fase VI - Zona: Valles | 13.832 | 22.602.065,89 | 1.002,11 | 953.92 | 696 | 7.520 |
|  |  | **Total** | **38.651** | **67.595.815,14** | **3.188,99** | **2625.32** | **2.174** | **24.465** |

Tabla 13: Características de proyectos Oruro

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nro** | **Departamento** | **Proyecto** | **Nro Usuarios** | **Inversión (US$)** | **Km líneas MT** | **Km líneas BT** | **Nro Transf.** | **Pot. Transf KVA** |
| 1 | Oruro | Electrificación Provincia Cercado Fase II | 3.369 | 4.092.665,19 | 226,45 | 204,76 | 116 | 1.445 |
| 2 | Oruro | Conversión línea Monofásica a Trifásica Pacollani | 114 | 124.040,20 | 9,93 | 0,4 | 2 | 60 |
| 3 | Oruro | Construcción Electrificación Provincia Dalence Fase II | 1.043 | 1.024.797,98 | 27,61 | 35,95 | 32 | 620 |
| 4 | Oruro | Electrificación provincia Mejillones Fase II | 861 | 601.447,12 | 34,88 | 3,63 | 25 | 270 |
| 5 | Oruro | Construcción Electrificación Provincia Tomás Barrón | 1.488 | 1.390.583,49 | 61,505 | 55,235 | 24 | 920 |
|  |  | **Total** | **6.875** | **7.233.533,97** | **360,37** | **299,97** | **199** | **3.315** |

1. **Análisis del Componente de Uso Productivo de la Electricidad**

Como se mostró en la tabla 8, los proyectos evaluados han incorporado el componente del uso productivo en su formulación, en la presente sección se realiza un análisis cualitativo de los usos productivos planteados en 6 proyectos relevantes donde los usos productivos presentan suficiente información.

En la tabla 14 se presenta información sobre la cantidad de usuarios (identificados en los proyectos) de usos productivos, así como los consumos estimados de estos, en el primer caso de realiza una comparación del número de usuarios productivos sobre el total de usuarios identificados, mientras que en la segunda parte se analiza el consumo mensual de las unidades productivas versus el consumo de los usuarios residenciales.

Tabla 14: Caracterización de los usos productivos en los proyectos

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Proyecto** | **Usos productivos** | **Total Usuar** | **Usuar. Product** | **Relación Usuarios Prod/Tot** | **kWh/mes Res** | **kWh/mes Prod** | **Relación kWh Prod/Res** |
| Electrificación rural Piraimiri Azero Norte | Bombeo de agua | 1.120 | 26 | 2,32% | 45 | 108 | 240% |
| Electrificación Comunidades Tarabuco | Bombeo de agua  | 1.866 | 22 | 1,18% | 32 | 273 | 853% |
| Electrificación Rural Cañón Verde – Las Abras - Yuquiporo | Carpintería, Taller mecánico, Molino | 124 | 3 | 2,42% | 87 | 880 | 1.011% |
| Electrificación Provincia Cercado Fase II | Bombeo de agua y molinos | 3.369 | 51 | 1,51% | 22 | 245 | 1.114% |
| Conversión línea Monofásica a Trifásica Pacollani | Bombeo de agua y molinos | 114 | 107 | 93,86% | 29 | 272 | 938% |
| Electrificación provincia Mejillones Fase II | Bombeo de agua, proces quinua, taller mecánico y matadero | 861 | 20 | 2,32% | 25 | 202 | 808% |
| Construcción Electrificación Provincia Tomás Barrón | Bombeo de agua, taller de mecánica y carpintería | 1.488 | 97 | 6,52% | 25 | 120 | 480% |
|  | **Promedio simple** | **3.93%** |  |  | **792%** |
|  | **Promedio ponderado** |  | **28.49** | **210.84** |  |

La participación de los usuarios productivos en el total de usuarios del conjunto de proyectos analizados es de alrededor del 4%. Se puede considerar que esta proporción de usuarios productivos corresponde a una escenario “Business As Usual - BAU”, donde no hay una intervención del proyecto.

La segunda variable analizada es la cantidad media (ponderada) de energía consumida (kWh/mes) por las unidades productivas respecto a los usuarios residenciales, la media ponderada de los proyectos analizados es de 28 kWh/mes para el consumo residencial y de 210 kWh/mes para los usuarios productivos, lo que significa que los usuarios productivos consumen casi 8 veces más que los usuarios residenciales. Este aspecto tiene implicancias positivas en relación a los sostenibilidad económica de los proyectos, que se incluye en la evaluación económica del Programa.

La mayor parte de los proyectos (83,3%) considera como el principal uso productivo de la electricidad el bombeo de agua, en segundo lugar están los talleres (gomerías, carpinterías y cerrajerias), luego los molinos, finalmente, los usos específicos, según la vocación productiva de las zonas: plantas de procesamiento de quinua o mataderos.

1. **Conclusiones y Recomendaciones**

La evaluación realizada de los proyectos presentados por las gobernaciones de Cochabamba, Oruro y Chuquisaca, permite afirmar qué:

* Existe una cartera de proyectos viable y sostenible de proyectos que cumplen con los criterios establecidos en el presente documento de evaluación, y que supera el monto inicialmente previsto para el financiamiento de proyectos de extensión de líneas, que es de US$ 60 millones. En la tabla se resume la muestra representativa de proyectos por departamento:

 Tabla 15: Resumen de la muestra representativa de proyectos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Departamento** | **Nro. de****Proyectos** | **Nro. de****Usuarios** | **Inversión Requerida (US$)** |
| Chuquisaca | 2 | 1.244 | 3.904.764,60 |
| Cochabamba | 3 | 38.651 | 67.595.815,14 |
| Oruro | 4 | 6.875 | 7.233.533,97 |
| **Total** | **10** | **46.770** | **78.734.113,8** |

* Si bien los proyectos cumplen con lo establecido en el MEPER, será importante que, de manera previa a la implementación, se realice la verificación del número inicial de beneficiarios, los mismos que deberán estar registrados en las hojas de estacado de cada proyecto.
* Asimismo, se recomienda la actualización del presupuesto de cada proyecto, antes de la licitación del mismo.
* En todos los proyectos que constituyen la muestra representativa se han identificado a operadores con registro ante la AE, sin embargo, es necesario que los operadores tengan una participación activa en los proyectos realizando la verificación de los estándares constructivos y la capacidad de suministro de la infraestructura existente a los nuevos proyectos, principalmente líneas y transformadores.
* La mayoría de los proyectos han identificado el potencial de usos productivos, será necesario que cada uno de los proyectos realice un análisis más profundo de la implementación de estos usos en el tiempo, así como las necesidades de apoyo para su implementación, identificando además las sinergias existentes en las zonas.
* Excepto en el departamento de Cochabamba, donde se plantea un Programa a nivel departamental, los proyectos evaluados no corresponden a una política o plan regional de acceso universal a la energía eléctrica, se debería promover entre las gobernaciones que se realicen planes departamentales o regionales de electrificación rural, en vez de la práctica actual de promover proyectos aislados.
* Como parte del programa que se pretende implementar, se sugiere que se realicen sesiones de difusión y capacitación sobre el MEPER de manera que los consultores que elaboran los proyectos cuenten con las habilidades suficientes para la realización de cada uno de los aspectos considerados en el mismo, buscando que la elaboración de los proyectos no se constituya en un ejercicio de copia de formatos pre existentes, sino más bien refleje la realidad particular de cada región y de cada proyecto.
* En el caso del departamento de Oruro es importante mencionar que los proyectos incluyen componentes que no califican o se enmarcan en el concepto de extensión de redes, es el caso del proyecto: *Electrificación provincia Mejillones Fase II*, que tiene un componente de sustitución de postes de eucalipto por postes de hormigón, esta actividad es propia del mantenimiento y debería ser realizada por el operador; de la misma manera, el proyecto *Construcción Electrificación Provincia Tomás Barrón*, tiene un pequeño componente de paneles solares, finamente los proyectos: *Conversión línea Monofásica a Trifásica Pacollani* y *Construcción Electrificación Provincia Dalence Fase II*, tienen un componente de conversión de líneas monofásica a trifásica. Estos aspectos deberán ser adecuados antes de la implementación de los proyectos.
* Se ha observado que los proyectos analizados incluyen en su estructura presupuestaria los siguientes ítems principales, i). Red de media tensión (incluye el puesto de transformación), ii). Red de baja tensión y iii). Supervisión; y no prevén un presupuesto específico para acometidas y medidores como recomienda el MEPER, se sugiere que este aspecto se verifique previa coordinación con los operadores, en estos casos se deberá garantizar que el operador, como ya es practica en algunas empresas distribuidoras como ELFEC y DELAPAZ, incluyan las acometidas y medidores, al amparo del Artículo 7 del *Reglamento de Servicio Público de Suministro de Electricidad*, aprobado mediante Decreto Supremo No. 26302 de 1 de septiembre de 2001, que indica que: … *el Distribuidor podrá solicitar a la Superintendencia de Electricidad incluir el valor de las acometidas y medidores con que presta el servicio a consumidores clasificados como pequeñas demandas de baja tensión, el valor de los activos tangibles*….
* Sobre el tema ambiental, es necesario que los proyectos complementen la información ambiental existente con el Formulario de Dispensación de acuerdo al DS 27173, lo que les permitirá la correspondiente categoría 4. Asimismo es necesario una verificación de que ningún tramo de las líneas propuestas se encuentre o atraviese una reserva nacional, en estos casos no procederá la categoría 4.
1. Excepto los 3 proyectos de la Fase VI de Cochabamba, que presentaron un perfil y que a la fecha se encuentran en etapa de conclusión de los proyectos a diseño final. [↑](#footnote-ref-1)
2. Tasa de cambio oficial 1 US$ = 6.96 Bs. [↑](#footnote-ref-2)
3. De acuerdo a resolución AE Nro 74/2013, la operación del Sistema Aislado Camargo ha sido transferida de COSERCA a ENDE Camargo. [↑](#footnote-ref-3)