

National Rural Electrification Project (PNER)

GUÍA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

Preparado para:



THE WORLD BANK

Por:

 Trama TecnoAmbiental

 INGENIEROS EMETRES S.L.

Versión modificada por: Ismael Aragón y César Aguilar

Lima, enero 2006

INDEX

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN	1
2.1. Pasos de la evaluación	1
2.2. Herramientas	2
2.3. Consideraciones adicionales	3
3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN TÉCNICA	3
3.1. Introducción	3
3.2. Evaluación de la demanda	3
3.3. Evaluación de la bondad técnica	5
3.4. Bondad de la solución tecnológica	6
3.5. Evaluación económico-financiera	8
4. USO DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN	8
4.1. Formato de cálculo económico-financiero	8
4.2. Fichas de evaluación	9
5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN	9

ANEXOS:

- 1. Modelo - fichas de evaluación de proyectos**

1. INTRODUCCIÓN

Como un hito clave en la ejecución del PNER destaca la selección de los proyectos de electrificación por ejecutar en el marco del programa. Debido a la importancia de esta selección, es indispensable una evaluación objetiva y transparente con indicadores bien definidos y cuantificables. Por otro lado, esta evaluación tiene que ser ágil y sencilla para que se pueda dar respuestas rápidas y reducir el costo del proceso de selección.

En este sentido, esta guía describe una metodología de evaluación de los proyectos de electrificación rural presentados por las empresas distribuidoras. Esta metodología consta de diferentes pasos sucesivos diseñados para que garantice la selección de los mejores proyectos.

2. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

El procedimiento global de evaluación que se propone consta de diferentes pasos descritos en la sección 2.1. Para ello se elaboraron herramientas que permitieran una evaluación y selección de los proyectos sobre la base de datos objetivos y verificados. Estas herramientas se describen en la sección 2.2. Finalmente, en la sección 2.3, se encuentran algunas recomendaciones adicionales sobre la realización del proceso de evaluación.

2.1. PASOS DE LA EVALUACIÓN

1. Recepción y verificación administrativa:

Se registra la documentación sobre los proyectos de electrificación rural recibida debidamente y se verifica el estado de la misma. La documentación debe consistir en una ficha técnica con el plano geográfico de líneas y redes anexo y un formato de cálculo económico-financiero. En el caso de información incompleta se avisará a la empresa proponente que puede subsanar la falta en un plazo máximo razonable.

2. Introducción de datos en la matriz de evaluación:

Para un mejor tratamiento de datos se introducen los parámetros técnicos de los proyectos en la “matriz de parámetros” incluida en la “matriz de evaluación”. De esta matriz se calcularán automáticamente los indicadores principales del proyecto de los cuales se generan las gráficas de evaluación correspondientes.

3. Evaluación de la bondad técnica:

La evaluación de la bondad técnica se efectúa según metodología descrita en el capítulo 3 de esta guía. En esta evaluación se analiza básicamente los detalles técnicos y costos de las diferentes alternativas de electrificación propuestas. El objetivo de este paso es decidir si los proyectos califican técnicamente o no para seguir en el proceso de selección.

4. Evaluación de la solución tecnológica:

Este paso consiste en evaluar la bondad de la solución tecnológica propuesta por el proponente. Mediante una gráfica que genera la “matriz de evaluación” se puede recomendar a las empresas proponentes tener en cuenta otras alternativas tecnológicas a la propuesta o no.

5. Decisión sobre aceptación, rechazo o reformulación:

Según los resultados de los pasos anteriores se debe decidir si un proyecto será excluido del proceso de selección, aceptado tal como es o si se pide una reformulación a la empresa proponente correspondiente con ajustes o alternativas tecnológicas. En esta fase también se redacta una ficha de evaluación de cada proyecto recibido en la cual consta el resultado de la evaluación con las recomendaciones correspondientes.

6. Priorización según fondos disponibles

La priorización se debe realizar según la política que se establezca en cada convocatoria, los fondos disponibles y otros factores que se definan.

2.2. HERRAMIENTAS**▪ Formatos de cálculo económico-financiero**

Estos formatos están elaborados para que los usen las empresas para presentar la viabilidad económico-financiera de sus proyectos. Sin embargo, también puede ser una herramienta de los evaluadores para rehacer dichos cálculos para un proyecto dado. Además se prevé que el evaluador pueda ver también los flujos de caja y la evolución de la demanda. También está previsto que los evaluadores puedan modificar los valores de la voluntad de pago (beneficio económico) para el cálculo del TIR social y la sostenibilidad financiera del Proyecto.

▪ Matriz de evaluación:

La matriz de evaluación sirve para un tratamiento de datos más ágil y transparente. Consta básicamente de dos partes separables. La primera parte es la matriz de parámetros en la cual se importa los datos directamente desde los formatos de cálculo económico-financiero que aportarán las empresas proponentes de proyectos, y la matriz de indicadores la cual se genera automáticamente a partir de los datos de la matriz de parámetros. La matriz de indicadores muestra sintéticamente todos los indicadores clave de los proyectos de electrificación rural y genera las gráficas de evaluación de la solución tecnológica y del subsidio relativo necesario en función del TIR social.

▪ Fichas de evaluación:

Las fichas de evaluación tienen como objetivo dejar constancia objetiva del resultado de la evaluación. En esta ficha se explican los datos generales de los proyectos, las correcciones y resultados de evaluación. También se indica claramente si el proyecto está aceptado, rechazado o recomendado para su reformulación con las recomendaciones correspondientes.

2.3. CONSIDERACIONES ADICIONALES

El proceso de evaluación de proyectos de electrificación rural es complejo y difícilmente se puede obtener una herramienta universal que automáticamente verifique la bondad de todos los parámetros de un proyecto sin el análisis, al menos de partes, de un experto. Asimismo, el nivel de detalle de la información técnica de una propuesta que se necesita para una evaluación fiable debe estar de acuerdo con el detalle de información que se puede pedir a una empresa distribuidora en esta fase inicial de un proyecto. Por lo tanto, se sugiere lo siguiente para tener en cuenta para el proceso de evaluación de proyectos:

- El nivel de detalle de la información técnica debe ser razonable, se considera que no se debe pedir a las empresas una memoria de ingeniería sino un perfil técnico. Se considera importante que el proponente haya realizado una visita sobre el terreno, básicamente para corroborar los hipótesis de demanda, y que aporte un plano geográfico con suficiente detalle sobre el trazado de las líneas o emplazamientos de generadores autónomos.

La evaluación de la bondad técnica debe realizarse por un experto en el tema que sea capaz de detectar incoherencias en el diseño mediante los parámetros disponibles.

- Como garantía de la calidad de los cálculos y diseño se pedirá la firma de un ingeniero calificado en cada proyecto entregado por las empresas proponentes.

3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN TÉCNICA

3.1. INTRODUCCIÓN

En esta sección se presenta la metodología a seguir para la evaluación técnica de los proyectos que tiene como objetivo determinar los que califican técnicamente para ser incluidos en el PNER. Se describen detalladamente los parámetros por verificar y como referencia se indican valores de ajuste o referenciales que ayuden a tomar una decisión sobre la bondad de la solución técnica y la bondad del diseño técnico y costos.

3.2. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA

Una estimación de la demanda adecuada es clave para cualquier planificación de infraestructuras energéticas ya que tiene gran influencia en su viabilidad económico-financiero.

Pequeños errores en esta tarea inicial pueden tener importantes consecuencias. Por lo tanto, una tarea clave es la evaluación de los hipótesis de la estimación de la demanda.

Para este fin esta guía propone valores de ajuste para dar una referencia para la evaluación de la bondad de las hipótesis de demanda propuestas.

Los aspectos por verificar son:

- Consumo doméstico: Los consumos unitarios se mantienen generalmente entre 15 a 20 kWh/mes, salvo algunas excepciones bien sustentadas. Se acepta un crecimiento de 1% a 1.5% al año. En diversos estudios de demanda real en poblaciones rurales se ha observado que los consumos son del orden de 15 kWh/mes, y en poblaciones un poco más progresistas podría ser algo mayor (30kWh/mes). Consumos comerciales y productivos menores se pueden generalmente estimar con porcentajes sobre la demanda doméstica por tener relación estrecha con el consumo doméstico y la cantidad de lotes. Este porcentaje debería estar entre el 3% y 5% de la demanda doméstica salvo excepciones debidamente sustentadas.
- Cargas productivas o de servicios que por la magnitud relativa de su consumo son mucho mayores que la de un usuario doméstico o comercial medio: Se debería identificar con precisión el nombre de la empresa y sus actividades productivas, y sustentar la proyección de su consumo eléctrico futuro sobre la base de su consumo actual de energía, el volumen de producción, planes de inversión, etc. Todas las indicaciones se deberían presentar en números absolutos y no en porcentajes.
- La tasa de crecimiento de la población se debe mantener entre 0.95% a 2% anual, salvo algunas excepciones bien sustentadas. En particular en la zona de sierra las poblaciones sufren de emigración intensa por lo que en algunas se han registrado tasas negativas de crecimiento de la población. Las zonas de mayor expectativa de crecimiento son de momento las de Ceja de Selva, donde todavía hay zonas de colonización e incremento de la producción agrícola, y en algunas poblaciones de la costa próximas a las ciudades mayores.
- Para el coeficiente de electrificación inicial valores entre 0.8 a 0.85 y el final en 0.95 se proponen como adecuados salvo excepciones bien sustentadas. Como regla general no se debe basar el cálculo de la demanda en los lotes según los planos municipales, pero sí en las casas, servicios y pequeñas industrias que en la actualidad existen o de construcción inminente. La aplicación del coeficiente de electrificación debe seguir esta regla.
- La demanda eléctrica del alumbrado público se debe ajusta al 5% del consumo total facturadle según la Ley correspondiente. El diseño técnico debería realizarse según este criterio.
- Las pérdidas de potencia y energía en las líneas y redes de distribución deberían estar en un 10% como valor de ajuste salvo sustento aceptable de algún valor diferente. En las pérdidas de distribución deben estimarse por separado las pérdidas en las redes de BT, transformadores MT/BT y redes y líneas de MT. Deben comprender la totalidad de las instalaciones nuevas del proyecto, y las instalaciones existentes que se conectarán al proyecto.

3.3. *EVALUACIÓN DE LA BONDAD TÉCNICA*

La evaluación técnica de los proyectos se basa en identificar si la solución tecnológica propuesta responde a las características geográficas de la población o poblaciones servidas según zonas geográficas típicas del Perú y al consumo por usuario y total por población. Los aspectos considerados en la evaluación final serán:

a) Bondad técnica (diseño técnico de las redes y/o equipos generadores):

Esta evaluación debe orientarse en los estándares establecidos para el sector eléctrico en el Perú y en el último estudio del VAD publicado por OSINERG. De todos modos se debe realizar por un evaluador experto en el tema.

Para evaluar de la bondad técnica se debe verificar:

- Que las tensiones nominales correspondan a los estándares vigentes en el Perú:
 - líneas y redes primarias: trifásicas 22.9 kV, monofásicas de 13.8 kV y monofásicas con retorno por tierra de 13.8 kV.
 - redes secundarias: trifásicas 380/220 V y monofásicas de 220 V.
- Que las instalaciones correspondan a líneas aéreas de características de diseño estándar en el Perú.
- Que las potencias de las subestaciones corresponden a la demanda prevista (con prospecciones a lo largo de la explotación) en la red que alimentan.
- Que en las líneas y redes primarias se considere los estándares de diseño vigentes para redes rurales: postes de madera tratada o postes de concreto, conductores de aluminio desnudo, vano medio regular según terreno típico en la zona de trabajo.
- Que en las redes secundarias se considere los estándares de diseño: postes de madera tratado o concreto, conductores forrados de aluminio o cobre del tipo auto soportado.
- Que el diseño de las plantas de generación son justificables con el recurso disponible y la venta de energía prevista.
- Que el alumbrado público esté diseñado según el consumo admisible y facturable para alumbrado público. Este criterio implicaría presentar más en detalle la cantidad de puntos de luz, el tipo de luminaria y control (hay avances tecnológicos en sistemas de control y balastos que pueden ser interesante para las empresas).

b) Costos de inversión:

Se debe verificar que los costos por km de líneas o redes de distribución, y costos por kVA de transformadores, estén dentro de los rangos de costos de referencia. Estos

costos de referencia deben ser los calculados por el OSINERG para la determinación del VAD en el informe actual correspondiente.

No se deben incluir los costos de acometidas o medidores, ni el IGV.

c) Costos de explotación:

El costo de O&M debe estar alrededor del 5% de la inversión, salvo sustento detallado y confiable de otro valor. Los estudios de OSINERG para fijar las tarifas en las empresas de distribución, bajo el criterio de costos optimizados, indica que los costos de O&M en redes primarias y secundarias de zonas semi-rurales pueden estar incluso por encima de 5%.

3.4. BONDAD DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

En la fase inicial del PNER se puede esperar que todos los proyectos principalmente propongan la extensión de redes como medio de electrificación. Sin embargo, se espera que en cuanto la frontera de electrificación se vaya alejando de las líneas principales, el costo relativo de los proyectos aumentará y la atención del servicio será más difícil y costoso. A una cierta distancia de la red más cercana existente la realización de una red aislada empezará a ser competitiva. Para la generación de energía se puede optar o por grupos electrógenos o, preferiblemente, si hay recursos renovables suficientes, por generadores hidráulicas o **FV híbridas**. Las microcentrales hidráulicas son bien conocidas y generalmente, si hay un caudal de agua suficiente disponible, son claramente la opción más barata en inversión y O&M. Los grupos electrógenos también son bien conocidos, sin embargo su costo de operación está muy sensible respecto a fluctuaciones del precio del combustible y comportan un riesgo ambiental considerable.

Nuevas tecnologías como las microrredes con generación solar híbrida (MGS) pueden ser una opción competitiva, sobre todo en poblados compactos con buen recurso solar. Generalmente se combina las placas solares con un pequeño grupo electrógeno y/u otra posible fuente renovables como la eólica o la hidráulica. Sin embargo, hasta la fecha existe poca experiencia en este campo a nivel peruano.

Por tanto, para facilitar la evaluación de la bondad de la solución tecnológica se ha creado un gráfico que refleja la idoneidad de la solución tecnológica adoptada. **El objetivo es de detectar si en un proyecto presentado se debería comparar la solución propuesta con otras alternativas de tipo aislado, sobre todo con tecnologías nuevas como la solar híbrida.** Este gráfico combina el indicador de la dispersión de la población (en km de red de BT por lote) y el costo específico de energía (en US\$ por kWh).

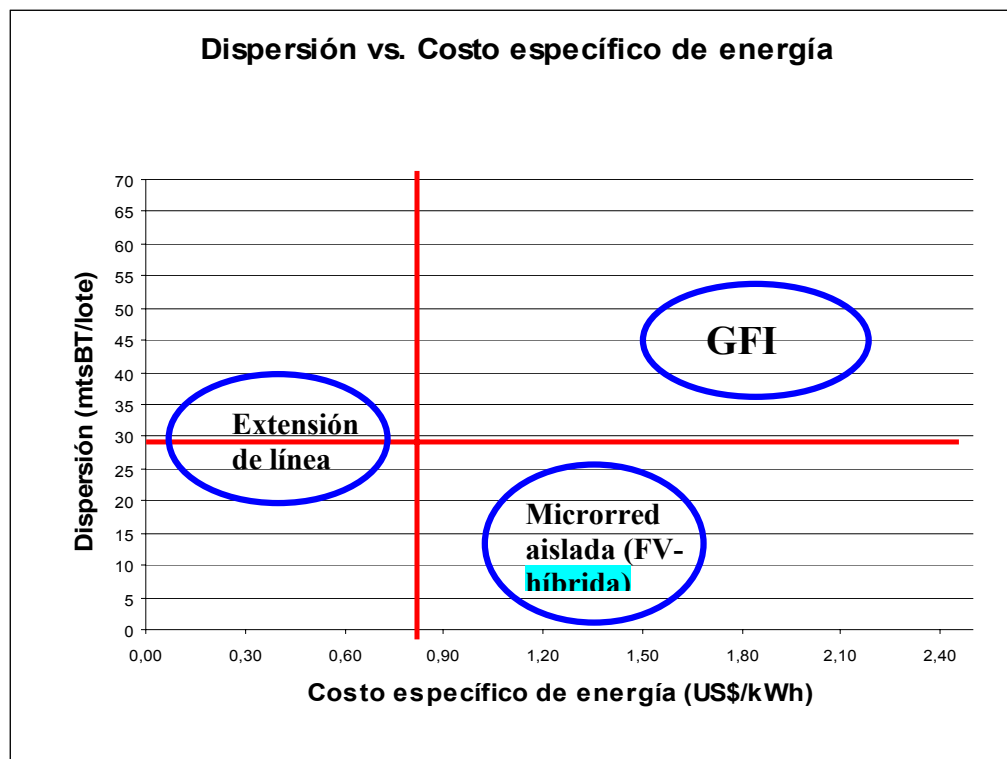


Figura 1: Presentación gráfica de los indicadores para la selección de las soluciones tecnológicas por contemplar en un proyecto dado.

En la figura 1 se puede apreciar que cuanto más grande es la dispersión y el costo específico de energía para la extensión de redes, más interesante se presenta la opción de instalar generadores fotovoltaicos individuales (GFI - derecha arriba). En cambio, si la dispersión es baja pero el costo específico de energía es alto, el gráfico nos muestra que probablemente el proyecto está en una zona con poblaciones compactas pero alejadas de las líneas existentes. Por tanto parece interesante tener en cuenta una red aislada (Microrred aislada con generación solar híbrida—derecha abajo).

Para una evaluación adecuada, se necesitaría el trazado, aunque aproximado de líneas y redes sobre plano geográfico con suficiente detalle (escala 1:50.000 sería adecuada).

También la ubicación de las subestaciones de transformación y distribución de cada tramo de red (ver perfiles de presentación de los proyectos). Se debe realizar la evaluación mediante el indicador del costo específico de la energía (costo de ciclo de vida a 20 años) y el indicador de la dispersión (km de red de BT por lote). Este criterio se usa para establecer si es aceptable la extensión de redes de distribución o si se debería tener en cuenta el uso de sistemas individuales, como por ejemplo, un sistema fotovoltaicos domésticos, o si el proyecto debe ser de tipo mixto e incluir las dos soluciones según las localidades por electrificar. Puede ser que en un proyecto dado el costo promedio específico de energía contenga un % de lotes o localidades muy

dispersas que estén afectando al promedio. En este caso, para que el proyecto sea bueno debe reformularse diversificando las alternativas tecnológicas.

Los umbrales de decisión recomendados son los siguientes (ver también figura 1):

- Para considerar la energía solar híbrida autónoma parcialmente o totalmente en un proyecto el umbral del costo específico de la energía se ha fijado en 0,7 US\$/kWh. Si el costo resultante en un proyecto está por encima de este valor es posible que partes o todo el proyecto es financieramente más viable si se aplica la tecnología FV-híbrida.
- La dispersión es un criterio para decidir sobre todo si la solución autónoma consistir en GFI o en microrredes aisladas con generación solar híbrida. Se considera que este criterio se puede aproximar suficientemente bien con el valor de 30m/lote. Sin embargo, un estudio detallado de cada caso deberá determinar este valor ya que puede ser más bajo si los consumos unitarios son muy reducidos.

3.5. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

La evaluación económico-financiera se realiza mediante el mismo formato de cálculo económico-financiero con el cual las empresas deben acompañar sus perfiles técnicos para presentar una solicitud de subsidio. En este formato ya están establecidos todos los parámetros marco como las variables que se puede entrar en el modelo.

Se debe verificar especialmente el cálculo de las tarifas de compra y venta de energía que son datos de entrada importantes para el modelo. Básicamente se pide una tarifa promedio valorada de compra de energía en barra, así como la tarifa de venta de energía en BT disgregada en cargo fijo y variable, y la tarifa promedio valorada de venta de energía en barra. Las tarifas de compra y venta se deben establecer según los valores vigentes publicados por OSINERG. También se debe verificar el cálculo correcto del sector típico aplicable para el proyecto según la Resolución Directoral N° 015-2004-EM/DGE.

Todas estas evaluaciones se deben realizar por un experto en el tema.

4. USO DE LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

4.1. FORMATO DE CÁLCULO ECONÓMICO-FINANCIERO

El formato de cálculo económico-financiero consta de 3 hojas visibles accesibles a través de botones específicos:

1. Hoja de entrada de datos

2. Hoja de resultados
3. Hoja de gráficos de sensibilidad

En la hoja de entrada de datos se introducen todos los datos necesarios para realizar el cálculo. Algunos datos solo tienen carácter informativo y no inciden directamente en los resultados pero deben estar disponibles también para que se puedan importar automáticamente todos los parámetros del proyecto en la matriz de evaluación.

Al introducir los datos el formato calcula automáticamente todos los indicadores clave de carácter económico-financiero y los presenta en la hoja de resultados accesible directamente con un botón. Para ver las tablas de flujo de caja del modelo (hoja oculta) se puede ir a FORMATO – HOJA – MOSTRAR y hacer clic en modelo. Al pasar otra vez a una hoja visible se vuelve a ocultar automáticamente. Diversos parámetros fijos de entrada, como el beneficio económico se debería cambiar directamente en esta hoja de modelo.

La tercera hoja está dedicada a la presentación de gráficos de sensibilidad. Al hacer clic sobre el botón GRÁFICOS se abre una ventanita pidiendo la introducción del rango de valores de sensibilización del TIR financiero en función de 3 parámetros (en la siguiente secuencia):

1. % subsidio PNER (% inferior y superior sobre la inversión)
2. variación del cargo variable de la tarifa (% de variación, valor inferior y superior). El 0% indica siempre el valor actual, si el rango de sensibilización debe empezar con un cargo variable por debajo del valor actual se debe introducir un valor negativo (por ejemplo -20% indica que la sensibilización empieza con un cargo variable reducido en un 20% respecto al valor actual introducido en la hoja de entrada de datos).
3. variación del cargo fijo de la tarifa (modo de aplicación igual que el anterior)

Queda por mencionar que la aplicación ha sido programado en entorno windows y excel XP, por lo tanto, en caso de trabajar con versiones anteriores a estas pueden surgir errores de identificación de comandos. Por lo tanto se recomienda usar el entorno XP para un funcionamiento óptimo.

4.2. FICHAS DE EVALUACIÓN

Las fichas de evaluación (modelo adjunto en el Anexo 1) se deben rellenar para cada proyecto con el objetivo de dejar constancia de los resultados de su evaluación y recomendar el tratamiento que recibe.

5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN

Con el fin de obtener criterios objetivos para una priorización de los proyectos se han establecido criterios para la evaluación de los mismos. Estos criterios son los siguientes:

4.1 Beneficio social o TIR social:

Mide el beneficio que aporta el proyecto al bienestar y la economía de la sociedad. Permite identificar los proyectos con una alta componente social de alivio a la pobreza.

Indicador:

TIR social (TIRS) calculado para un periodo de 20 años. El indicador es del tipo excluyente y de mérito. Se excluyen los proyectos con una TIRS menor de 14% según metodología actual aplicada por el Banco y el SNIP peruano, u otro valor que se establezca por parte de los evaluadores en convocatorias futuras. Se presentará este criterio de manera gráfica conjuntamente con el indicador subsidio/lote del criterio 9.

Valor:

La asignación de puntos por mérito es directamente proporcional al valor del TIRS. Se asigna el máximo puntaje al proyecto con mayor TIRS. Se asigna un puntaje cero (0) al proyecto con una TIR igual a 14% (o el valor nuevo establecido).

4.2 Subsidio a la inversión solicitado:

El objetivo es cuantificar la “palanca” de la subvención solicitada al Proyecto necesaria para obtener un rendimiento aceptable al aporte de capital propio de la empresa o entidad, la cual se fija que debe tener una TIR del 12% según metodología actual del Banco y el SNIP peruano. El subsidio corresponde exclusivamente a los aportes del Proyecto, es decir no se considera los subsidios o aportes efectuados por terceros, por ejemplo de los Gobiernos Regionales, Municipios, entidades privadas, ONGs, etc. Se presentará este criterio de manera gráfica conjuntamente con el indicador TIRS del criterio 4.

Indicador:

Subsidio específico en US\$/usuario y porcentaje sobre la inversión total.

Valor:

Este es un indicador de mérito (0 a 100 puntos). Se asigna un puntaje inversamente proporcional al subsidio por usuario. Se asigna el máximo puntaje al proyecto con menor subsidio, y cero al que requiere un mayor subsidio. También dispone de un ponderador para variar el impacto del criterio en la evaluación.

4.3 TIR financiero respecto a la inversión de la empresa sin subsidio:

El objetivo es cuantificar la rentabilidad intrínseca del proyecto para poder evaluar si el mismo mejora la sostenibilidad financiera de la distribuidora durante la explotación del proyecto (largo plazo).

Indicador:

TIR financiero (TIRF) del proyecto sin subsidios, para un periodo de 20 años de explotación,

antes de impuestos y considerando moneda constante (sin inflación). Este es un indicador de mérito. Se asigna el máximo puntaje al proyecto con mayor TIRF. También dispone de un ponderador para variar el impacto del criterio en la evaluación.

ANEXO 1:

Modelo - fichas de evaluación de proyectos de electrificación rural