

## INDICE

CONTENIDO	PAG.
<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS.....</b>	<b>2</b>
2.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.....	2
2.1.1 <i>Area de Influencia Analizada para Efectos del Diagnostico</i> .....	2
2.1.2 <i>Criterios y mecanismos para la identificación de proyectos de electrificación rural</i> .....	4
2.1.3 <i>Problemas o Necesidades Detectadas</i> .....	5
2.1.4 <i>Análisis de Causas y Efectos</i> .....	5
2.1.5 <i>Demanda</i> .....	7
2.1.6 <i>Oferta</i> .....	9
2.1.7 <i>Situación Actual Proyectada a Mediano Plazo</i> .....	10
2.1.8 <i>Organizaciones Comunitarias en Torno al Problema</i> .....	10
2.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	10
2.2.1 <i>Justificación de Soluciones</i> .....	11
2.2.2 <i>Optimización de la Situación Actual</i> .....	11
2.2.3 <i>Planteamiento de Alternativas de Proyectos</i> .....	12
2.2.4 <i>Selección de Alternativas Viables</i> .....	12
2.2.5 <i>Tipologías de proyectos de electrificación rural</i> .....	13
2.2.6 <i>Preselección de Alternativas</i> .....	17
<b>3. FORMULACION DEL PROYECTO.....</b>	<b>19</b>
3.1 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	19
3.1.1 <i>Nombre del Proyecto</i> .....	19
3.1.2 <i>Descripción General del proyecto</i> .....	19
3.1.3 <i>Objetivos de Desarrollo y Específicos</i> .....	20
3.1.4 <i>Compatibilidad del Proyecto con Políticas y Estrategias de Desarrollo</i> .....	21
3.1.5 <i>Inserción de los Beneficiarios en el Proyecto</i> .....	21
3.2 DEMANDA Y OFERTA DEL PROYECTO.....	23
3.2.1 <i>Proyección de la Demanda</i> .....	23
3.2.2 <i>Proyección de la Oferta</i> .....	23
3.3 PROPUESTA TECNICA.....	24
3.3.1 <i>Procesos Técnicos y Componentes del Proyecto</i> .....	24
3.3.2 <i>Cronograma de Actividades</i> .....	27
3.3.3 <i>Análisis del Tamaño</i> .....	28
3.3.4 <i>Localización y Area de Influencia del Proyecto</i> .....	28
3.4 ORGANIZACION Y BASES LEGALES.....	30
3.4.1 <i>Diseño Organizacional</i> .....	30
3.4.2 <i>Diseño de la Participación comunitaria en la gestión del proyecto</i> .....	30
3.4.3 <i>Normas Legales</i> .....	31
3.5 ANALISIS Y EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL.....	32
<b>4. VALORACION A PRECIOS NOMINALES Y CONSTANTES .....</b>	<b>33</b>
4.1 PRECIOS INTERNOS.....	33
4.2 PRECIOS NOMINALES Y CONSTANTES.....	33

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural	
<b>5. COSTOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>35</b>
5.1 CLASIFICACION DE LOS COSTOS DE UN PROYECTO.....	35
<b>6. BENEFICIOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>40</b>
6.1 IDENTIFICACION DE LOS BENEFICIOS DE UN PROYECTO .....	40
<b>7. EVALUACION DE PROYECTOS</b> .....	<b>45</b>
7.1 EVALUACION FINANCIERA O PRIVADA .....	45
7.2 EVALUACION ECONOMICA-SOCIAL .....	47
7.2.1 Precios de mercado y precios económicos-sociales .....	48
7.2.2 Ajustes para pasar de la valoración financiera a la económica.....	49
7.2.3 Análisis económico .....	52
7.3 INDICADORES DE EVALUACIÓN .....	54
7.3.1 Análisis costo-beneficio .....	54
7.3.2 Análisis de sensibilidad.....	56
7.3.3 Análisis costo eficacia .....	57
<b>8. EXTERNALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	<b>59</b>
<b>9. DISTRIBUCION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS E IMPACTO FISCAL</b> .....	<b>60</b>
<b>10. FINANCIAMIENTO DE LA INVERSION</b> .....	<b>61</b>
10.1 PLAN DE FINANCIAMIENTO .....	61
10.2 NEGOCIACION CON LAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y ENDEUDAMIENTO.....	62
<b>11. SOSTENIBILIDAD</b> .....	<b>62</b>

## 1. INTRODUCCION

El Ministerio de Economía y Desarrollo de Nicaragua, a través de su Dirección General de Inversiones Públicas, es el rector de las Inversiones Públicas del país y está encargado de coordinar la elaboración, ejecución y seguimiento del Programa de Inversiones Públicas.

En este contexto, se está desarrollando con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, un programa de fortalecimiento del Sistema de Inversiones Públicas (SNIP). El Programa pretende apoyar al Gobierno de Nicaragua en el desarrollo del Sistema, el cual permitirá al país contar con un instrumento que facilite la toma de decisiones en materia de inversión pública, asegure una eficiente asignación de recursos internos y externos requeridos y permita efectuar el seguimiento físico y financiero de la ejecución de los proyectos.

El presente documento forma parte del desarrollo del programa y contiene las pautas metodológicas para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública en el área de electrificación rural hasta un nivel de perfil avanzado. Las diferentes instituciones del sector podrán adaptar esta metodología en sus partes pertinentes y no considerar aquellas que no les sea útil. Además, cada institución podrá enriquecer esta metodología con especificidades propias de carácter técnicas con el objeto de fortalecerla.

Sin embargo, la estructura y contenido de la presente metodología asegura los objetivos del sistema planteados más arriba.

El desafío de lograr un desarrollo integral con equidad exige que se incorporen las áreas rurales al proceso de progreso socio-económico. No obstante, la realidad actual exige -considerando la naturaleza y profundidad de los problemas que afectan al medio rural y el enorme potencial de progreso que éste ofrece - considerar el ámbito rural dentro de una efectiva estrategia de desarrollo.

Ello significa dotar a este sector de las herramientas y/o servicios básicos necesarios para que impulse su crecimiento, sin que sea necesario resignarse a actividades agropecuarias de menos envergadura que sólo permiten la subsistencia.

Uno de estos servicios básicos, es naturalmente la disponibilidad de energía eléctrica, elemento indispensable para aumentar el nivel de vida de la población rural y satisfacer sus necesidades de alumbrado, entretenimiento y del potencial desarrollo técnico en sus actividades. El real potencial de la electricidad es estimular el desarrollo económico. Por lo tanto, se debe tener presente que existen varias actividades en los distintos sectores que se ven fortalecidos con la instalación de electricidad. Las aplicaciones específicas y el impacto que pueda tener la electricidad en el desarrollo de una localidad o región rural dependerá de las características de la población y del resto de inversiones de infraestructura que se emprendan.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS

### 2.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Antes de proponer un proyecto determinado es fundamental efectuar un diagnóstico o “radiografía” de la situación que se está viviendo en la zona donde se aprecia la existencia de un problema o necesidad relacionado con materias de falta de energía eléctrica.

En general se puede establecer que un diagnóstico debe cumplir dos condiciones: ser descriptivo, es decir, mostrar todos los elementos reales o visibles que demuestran la existencia de un problema o necesidad (qué sucede), y por otra, ser explicativo, es decir, debe efectuarse un análisis de la situación (problema o necesidad) de forma que se comprendan las causas que lo originan y las interrelaciones existentes con otros áreas o sectores (porqué sucede).

El aspecto más importante del diagnóstico es una clara descripción del problema que se intenta solucionar. En este caso, la falta del servicio eléctrico presenta un problema que puede resultar bastante claro; sin embargo, esta falta puede tener distintos impactos dependiendo de las condiciones de la población y del territorio que ésta habita.

#### 2.1.1 Area de Influencia Analizada para Efectos del Diagnostico

Dado que, en general, en el sector eléctrico se tiene una fase que distribuye la energía generada en alguna central (de mediana o gran escala), el primer punto de referencia para definir el área de estudio lo constituye la red de transmisión y distribución eléctrica que exista en la región o municipio. Además se deben considerar como referencia los límites de carácter político administrativo y/o de accidentes geográficos.

**La red de transmisión y distribución.** La extensión de estas redes depende de la capacidad de generación de la o las centrales respectivas y los consumos de la población ya conectada a ellas. Las empresas que operan y administran los sistemas cuentan con la información necesaria para establecer si es posible la definición de algún área que ubicándose dentro del ámbito de la red sufra la falta de suministro eléctrico.

**Límites político administrativos.** Esto corresponde al criterio generalmente utilizado para definir un área de estudio ya que implica contar con un responsable claramente identificable. Esto facilita toda la recolección de información, la cual puede ser encontrada en tal administración, desde las características de la población, servicios e infraestructura con que cuenta y los recursos que pueden ser considerados.

**Límites por accidentes geográficos.** Para una definición más acabada del área de estudio es conveniente considerar la existencia de ríos, montes o montañas, carreteras o algún otro límite natural o artificial que pueda encerrar una zona poblada, o sin que necesariamente la encierre establezca características similares para la población aledaña.

Es necesario recoger del área de estudio las características relevantes para fines de dimensionar el problema de la población que la habita y la posible segmentación de ella de acuerdo a la identificación realizada. Las características importantes para este fin son:

- Número total de localidades o asentamientos (o grupos de más de dos hogares relativamente concentrados) que se pueden identificar en el área.

#### Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

- Cantidad de aquellos que no cuentan con el servicio de energía eléctrica.
- Características del suministro eléctrico en aquellos que cuentan con energía eléctrica.
- Grado de concentración de estos grupos y número de hogares de cada uno de ellos.

Características geográficas generales de la zona: existencia de montañas, cerros, ríos u otros accidentes geográficos, condiciones climáticas y ambientales; dotación de infraestructura vial.

- Distancias a sistemas de transmisión y/o planta generadora.
- Características de organización administrativa del área.

Definida del área de estudio, debe enmarcarse la zona dentro de esta área sobre la cual se dimensionará el proyecto. Esta zona queda definida principalmente por aquella en la cual habite preponderantemente población identificada como potencial beneficiaria y no cuente con el servicio eléctrico. Si esta fuera la situación de toda la población del área de estudio se selecciona aquel subconjunto que esté mayormente concentrado y que sea más factible de implementar según la información recogida del área de estudio. Si existen localidades dentro de esta área claramente identificables y alguna de ellas tiene una cantidad de población significativamente mayor que el resto en una superficie asimilable a algún centro medianamente urbano, significará una clara forma de definir el área de influencia. También lo serán la disponibilidad de recursos económicos y técnicos de la población y de recursos naturales y el potencial aprovechamiento de condiciones climáticas de las localidades.

Definida el área de influencia, que puede llegar a ser la misma de estudio, se requiere conocer las características de ella para el fin de generar alternativas de proyecto y evaluarlas. Estas características se esquematizan a continuación:

#### **Geográfica:**

- Localización
- Superficie total considerada
- Superficie boscosa u otros accidentes
- Distancia a localidades más próximas con electricidad
- Distancia a líneas de transmisión y/o distribución eléctrica
- Características generales de recursos hídricos
- Condiciones climáticas en período mínimo de un año.
- Uso del suelo

#### **Socio-cultural**

- Población
- Número de viviendas
- Capacidad técnica de la población
- Servicios básicos existentes
- Formas de organización local
- Tasa de crecimiento poblacional

#### **Económico-Domésticas**

- Actividades económicas principales
- Potencial de desarrollo (industrias locales, irrigación, etc.)
- Niveles de ingreso familiar
- Tipos de vivienda

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

El área de influencia queda caracterizada por estos datos que son relevantes para generar alternativas de electrificación rural. Las características geográficas de la localidad permiten dimensionar el proyecto y establecer límites para el análisis de oferta. En efecto, la localización y superficie total del área permite dimensionar la extensión de los tendidos de cables, los datos relacionados con las distancias a localidades más próximas con electricidad y a líneas de transmisión y distribución eléctrica, deciden si son o no viables alternativas de conexión a ellas.

## 2.1.2 Criterios y mecanismos para la identificación de proyectos de electrificación rural

### Criterios

Algunos de los criterios que pueden darse para establecer población beneficiaria de proyectos de electrificación son:

**Cantidad y concentración de la población.** Ciertamente, ante la necesidad de cubrir un déficit con recursos escasos, el hecho de cubrir el mayor número de personas al menor costo, deja ver que las comunidades con mayor población y más concentradas pueden ser priorizadas frente a las que presentan en menor proporción estas características. Esto, porque efectivamente el costo unitario de instalación por hogar, de cualquier alternativa de abastecimiento eléctrico, crece con la distancia.

**Nivel de pobreza.** La población rural presenta además de una situación de iniquidad respecto de la población urbana, un cuadro de pobreza que acrecienta aún más la necesidad de considerar esta variable para una efectiva focalización de los recursos.

Dentro del ámbito rural, existen grupos con más necesidades que otros y esto lleva de todas maneras a la necesidad de medir con algún mecanismo el nivel de pobreza de las comunidades sin energía eléctrica, a fin de priorizar aquellas familias de menores recursos.

**Actividades socioeconómicas.** Resulta importante considerar la actividad socioeconómica de la población, especificando si es agrícola o de otro sector, el nivel de tecnificación y las expectativas de desarrollo de esta actividad.

**Nivel de aislamiento.** La posibilidad de contar con energía eléctrica en una determinada localidad abre las puertas hacia todo el medio externo y el resto de la población a través de la posibilidad de implementar sistemas de telecomunicaciones. Este factor tiene un mayor peso dependiendo del grado de aislamiento de la localidad. Para aquellas localidades más aisladas tendrá un mayor impacto la dotación de energía eléctrica y podrá ser foco de atracción de mayor población. Estas personas seguramente sentirán un mayor grado de integración al resto de la población nacional.

Aparte de estos criterios, pueden haber otros como: estructura de la población, índice de emigración, antigüedad de la localidad, etc. que también pueden considerarse para el diseño o elección de un mecanismo de identificación.

### Mecanismos de identificación

El mecanismo de identificación más directo es la propia demanda de la comunidad, la que debe tener los conductos adecuados para hacerse escuchar y considerar en los niveles de decisión correspondientes. Un problema claro que se presenta con la exclusiva consideración de este mecanismo, es el de objetivar y medir en igualdad de condiciones las variadas demandas de más de una localidad que dependan de una misma autoridad administrativa encargada de asignar los recursos.

### **2.1.3 Problemas o Necesidades Detectadas**

Los diagnósticos no se realizan sin justificación. Normalmente una comunidad tiene conocimiento de dificultades o carencias que las explícita de múltiples formas y de algún modo llegan a ser captadas por las autoridades políticas locales o funcionarios técnicos o administrativos sectoriales. Por otra parte, estas mismas autoridades y funcionarios tienen la obligación de estar informados de lo que sucede en la localidad o zona de influencia y, por lo tanto, conocer las carencias de su sector o localidad. La necesidad de realizar permanentemente estudios básicos y de mantenerlos actualizados es de responsabilidad de las autoridades sectoriales y centrales.

En términos generales, puede establecerse que la mayor parte de los problemas de la falta de energía eléctrica se pueden encasillar en una o más de los siguientes situaciones:

- Riesgo producido por el tipo de combustible utilizado.
- Imposibilidad de mecanizar parte de la producción.
- Factor importante de aislamiento.
- Incentivo a la emigración.

### **2.1.4 Análisis de Causas y Efectos**

Frente a cualquier problema corresponde siempre tratar de explicar el porqué suceden, identificar las principales variables o factores que inciden en él, caracterizar los elementos o atributos comunes de la población afectada. Para ello es fundamental contar con información completa y fuentes idóneas, pero no siempre esto es posible aunque debe hacerse el máximo de esfuerzo para contar con dicha información. El análisis de las causas de un problema no siempre es fácil hacerlo ya que muchas veces sus indicadores no se presentan a simple vista o es muy complejo despejarlas o aislarlas de otras variables. De ahí que sea necesario hacer un esfuerzo para identificar todos los elementos que influyen en una situación determinada.

Al igual como es necesario establecer adecuadamente las causas de un problema, también lo es con respecto a los efectos que produce o genera un problema. Por efecto se entiende las consecuencias que se producen por la existencia de un problema determinado. Si no existiera el problema tampoco existirían esas consecuencias. Tal como se estableció en el análisis de las causas, sucede lo mismo respecto a la determinación de los efectos, ya que a veces es difícil establecer claramente que un efecto se deriva de tal problema o que se debe exclusivamente a un motivo específico.

Para establecer una conceptualización adecuada sobre la definición del problema o necesidad, es posible utilizar una herramienta denominada “árbol de problemas” la cual permite analizar una situación determinada en forma metódica, identificar el o los problemas, verificar o definir adecuadamente el problema central y visualizar las relaciones de causa/efecto en el árbol de problemas. Para lo anterior se requiere cumplir los siguientes condiciones:

- un problema se define como un estado negativo o de carencia
- se analizan problemas reales, no hipotéticos ni ficticios
- un problema no se define haciendo referencia a la solución
- un problema surge de causas (una o más) y genera efectos (uno o más). Una causa puede tener además causas que la generen. Un efecto puede generar además otros efectos.

Cabe hacer presente que el tratamiento de un problema en relación a sus causas y sus efectos es relativa y no existen reglas prefijadas para determinar si algo es causa o efecto por sí misma. Dicho de otra forma, dependiendo de la perspectiva que se analice una situación una causa puede ser efecto en el análisis de otra situación.

## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Un esquema que permite visualizar un “árbol de problemas” se presenta en el siguiente cuadro:

Arbol de Problemas

ÁRBOL DE PROBLEMAS		
CAUSAS	PROBLEMA PRINCIPAL	EFFECTOS

Aplicando los conceptos anteriores se puede desarrollar el siguiente ejemplo:

a) Situación establecida por diagnóstico:

En la Región de XXX se ha detectado la existencia de una comunidad recién formada por la creación de un polo de desarrollo agroindustrial con una población de cuatrocientas familias, equivalente a dos mil doscientos habitantes. La localidad más cercana se encuentra ubicada a 25 km. de distancia.

b) Problema central detectado:

Cuatrocientas familias no tienen acceso a electrificación rural.

c) Árbol de Problemas:

Bajo el cumplimiento de las condiciones establecidas anteriormente, se plantea el esquema de árbol:

- el problema está definido como un estado negativo: las familias no tienen acceso al servicio de electrificación;
- el problema definido es real, no ficticio;
- un problema no se define haciendo referencia a la solución.

Se puede establecer como causa la necesidad de establecer un asentamiento humano lejos de una localidad con infraestructura básica, lo cual se justifica por la necesidad de generar un polo de desarrollo sustentable con disponibilidad segura de mano de obra.

Ejemplo de un Árbol de Problemas

EJEMPLO DE UN ÁRBOL DE PROBLEMAS		
CAUSAS	PROBLEMA PRINCIPAL	EFFECTOS
Necesidad de establecer un asentamiento humano alejada de una localidad con electrificación rural	Una población de 300 personas no tienen acceso a electrificación rural	- Necesidad de utilizar otras fuentes de energía de alto precio. - Necesidad de recorrer grandes distancias para adquirir algunas de ellas. - Nivel de riesgo mayor por el tipo de combustible utilizado.



## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

La aplicación de esta herramienta se complementa con una similar que se analiza más adelante y que se denomina “árbol de objetivos”, donde se plantea una relación entre medios, objetivos y resultados.

### 2.1.5 Demanda

Se define como demanda a la población perteneciente a un área geográfica determinada, que requiere del servicio para mejorar su calidad de vida presente o futura.

La demanda en electrificación rural, para efectos de diagnóstico, puede apreciarse claramente mediante el reconocimiento de ciertas variables y las interrelaciones entre ellas, como también de la evolución o comportamiento que dichas variables han tenido en los últimos años (dependiendo de la calidad y cantidad de estadística de que se disponga). Sin ser exhaustivo y existiendo grandes posibilidades de crear indicadores específicos derivados de una situación determinada, se muestran a continuación algunos datos e indicadores necesarios que permiten analizar la situación a nivel de diagnóstico. Cabe tener presente que gran parte de la información requerida no se encuentre disponible o que no sea confiable por lo que los evaluadores de proyectos deben trabajar con lo que existe y hacer las estimaciones que sean necesarias para completar el cuadro de indicadores que les permita tomar decisiones. Es muy importante para la elaboración de un buen diagnóstico, la determinación de la demanda del servicio eléctrico, que presenta carencia o déficit, y cuales son sus expectativas de crecimiento.

Esto corresponde a la determinación, en términos de necesidades, de la situación actual de la comunidad.

Se ha demostrado que el uso más frecuente de la energía eléctrica en las localidades rurales en que se ha instalado la electricidad es a nivel doméstico y corresponde a la iluminación y el funcionamiento de aparatos como planchas, lavadoras, radios y televisores.

Estos constituyen usos que son satisfechos en la situación actual - especialmente la iluminación - con medios poco seguros, ineficientes, costosos y contaminantes. El conjunto de estos medios es lo que se denomina, para efectos de esta pauta; “energía sustituta” y no es más que todos los elementos que la población rural carente de electricidad utiliza para sustituirla. Los tipos de energía sustituta que se dan generalmente, su utilización y problemas se pueden apreciar en el cuadro siguiente.

De los elementos que utiliza la población para proveerse de energía asimilable a la eléctrica - se requiere conocer; cuales se utilizan y en qué cantidad. La cuantificación monetaria será abordada en la evaluación del proyecto, de esta forma, se tendrá el dato exacto de la cantidad de energía sustituta demandada. Además, para evaluar esta situación en el tiempo, se necesita tener una idea de si esta cantidad crecerá, se mantendrá o disminuirá en el futuro, y debido a qué factores se producen los cambios.

El factor que más incide en el aumento de consumo de este tipo de energía en las localidades rurales, es el cambio en el número de su población, específicamente en el número de familias.

Energía sustituta: tipos, utilización y problemas

ENERGÍA SUSTITUTA: TIPOS, UTILIZACIÓN Y PROBLEMAS		
TIPO(Fuentes Energéticas Alternativas)	UTILIZACIÓN	PROBLEMAS

## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

KEROSENE Y/O LEÑA	Para iluminación en lámparas a kerosén y/o en fogones que también sirven para fines de calefacción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Altamente inseguro por el alto riesgo de incendio asociado a su uso.</li> <li>* Contaminante ya que es producto de un proceso de combustión que arroja gases y partículas al aire.</li> <li>* Para el caso particular de la leña, su uso implica un deterioro al medio ambiente ya que degrada los bosques producto de la tala</li> </ul>
CARBÓN	Para funcionamiento de planchas	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Riesgo por la probabilidad de sufrir quemaduras</li> <li>* Poco eficiente, ya que pierde mucho calor</li> <li>* De difícil manipulación, ya que debe cargarse el carbón caliente</li> </ul>
VELAS	Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Poco eficientes, tienen muy poca capacidad lumínica</li> <li>* Riesgosas</li> <li>* Sucias</li> </ul>
PILAS	Funcionamiento de lámparas, radio receptores o radio transmisores	<ul style="list-style-type: none"> <li>* De bajo rendimiento, cada unidad dura poco</li> <li>* Relativamente costosas, en la medida que en general los aparatos funcionan con más de una.</li> </ul>
BATERÍAS	Funcionamiento de motores, aparatos de radio y televisión y otros como ventiladores	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Bajo rendimiento, duración limitada</li> <li>* Voluminosas y pesadas, lo que dificulta su traslado</li> <li>* Costosas, en general no están fácilmente al alcance de la gente</li> <li>* Dificultad para la recarga</li> </ul>

En efecto, la formación o llegada de una nueva familia al lugar, implicará un aumento en el consumo total de "KW/H sustitutos" de la comunidad.

Otros factores como el ingreso o la actividad económica, en general no inciden en esta demanda, ya que estas localidades además de ser rurales tienen un importante grado de pobreza, por lo que la familia ante un pequeño cambio en su nivel de ingreso, seguramente consumirá más de aquellos bienes y servicios que son de mayor necesidad. Si el cambio del ingreso es muy significativo la familia emigrará o se proveerá por sí sola de energía eléctrica.

No obstante lo anterior, el consumo a nivel de la comunidad completa puede resultar más alto que la agregación de los consumos familiares, en la medida que se incorporen las potenciales actividades de desarrollo de la comunidad.

Esto debe considerarse en la determinación de las necesidades en la situación con proyecto, es decir, asumiendo que la localidad cuenta con abastecimiento eléctrico.

Se trata por tanto, de encontrar el potencial consumo de energía eléctrica en la zona. Para esto, lo que resulta más fácil y menos costoso es asimilar el consumo a alguna localidad con características socioeconómicas similares dentro o fuera de la zona identificada. Los criterios para seleccionar una localidad representativa a la cual se le pueda asociar un consumo son principalmente: los niveles de ingreso familiares y la actividad productiva preponderante en la comunidad. Estas características deben ser similares para suponer que la localidad beneficiada con el proyecto consumirá más o menos la misma cantidad de KW/H, dado un precio equivalente y observable de la misma.

El tener energía eléctrica significará para las familias, incorporar estos mismos aparatos, y la forma de obtener el potencial consumo considera este aspecto.

Teniendo en cuenta las mismas consideraciones que en la determinación de la demanda de la situación actual, se tendrá que después del primer año la demanda crece sólo si crece el número de familias de la localidad.

## Indicadores de Demanda en Electrificación Rural

## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

INDICADORES DE DEMANDA EN ELECTRIFICACIÓN RURAL EN ÁREA EN ESTUDIO					
INDICADORES	COMPORTAMIENTO DEL INDICADOR				OBSERVACIONES
	U/M	ACTUAL	HACE 1 AÑO	HACE 3 AÑOS	
Hogares según nivel de pobreza					
Actividades socioeconómicas de la zona					
Actividades económicas que se prevén en la zona					

### 2.1.6 Oferta

La oferta corresponde a la disponibilidad de energía en la zona del proyecto. Para el caso de la situación actual, es decir para la energía sustituta, ésta está constituida por los centros de abastecimiento de provisiones regulares de estas localidades.

Estos centros no dependen fuertemente de la venta de los elementos energéticos alternativos incluidos en la misma energía sustituta, sino más bien del total de provisiones que requiere la población, incluido los alimentos.

Para el caso de la energía eléctrica, en el área de influencia específica, esta oferta no existe, no obstante puede existir en el área de estudio.

De tal forma es importante recoger información acerca de si existen localidades dentro del área de estudio que cuenten con energía eléctrica. En el caso de que no existan se puede concluir que la oferta no existe. En caso de que si haya alguna, se debe analizar si ésta proviene de generación local a través de algún sistema descentralizado (generadores, microcentrales, etc.), o de la conexión a algún sistema abastecedor centralizado formado por centrales de envergadura y una red de distribución.

En el caso de conexión a un sistema abastecedor, se puede considerar una oferta infinita, que no requiere de incrementos, ya que el consumo de las localidades rurales, que son materia de esta guía, es comparativamente insignificante frente a los niveles de energía y potencia que se transmiten en estos sistemas. Esto por cuanto estos sistemas diseñan sus capacidades para centros de consumo urbano e industriales y el margen de respaldo es suficiente para satisfacer estos consumos marginales de las zonas rurales.

Para el caso de generación local, se debe establecer si el sistema generador opera a plena capacidad o si existe capacidad ociosa aprovechable por el proyecto. De esta forma se puede considerar una oferta aprovechable.

En resumen, existen dos situaciones probables: la oferta no existe y lo que debe por tanto analizarse es su generación; y la oferta existe, ya sea por capacidad ociosa de un sistema de generación local cercano, o por la eventual conexión a un sistema eléctrico centralizado.

Este análisis, conduce de manera muy fácil a la generación de alternativas de solución para la localidad que sufre la falta del servicio eléctrico.

### **2.1.7 Situación Actual Projectada a Mediano Plazo**

En la sección anterior se estableció que del diagnóstico efectuado se deriva un déficit en la atención de la demanda, lo que se traduce en un problema que debe ser resuelto de alguna forma. Con la información recopilada hasta ahora y el análisis efectuado del comportamiento de las diferentes variables que determinan un problema de electrificación rural, es posible y necesario efectuar una proyección de esa situación bajo el supuesto que no se efectuarán cambios sustanciales, es decir, que no se ejecutará ningún proyecto nuevo en relación al problema, y que por lo tanto se seguirá arrastrando y probablemente ampliando en el futuro. Interesa por ahora una proyección simple que demuestre a grandes rasgos la evolución de las variables más relevantes y que permita sacar conclusiones de la gravedad o dimensión del problema traducida en términos de indicadores.

### **2.1.8 Organizaciones Comunitarias en Torno al Problema**

Los proyectos de electrificación rural tradicionalmente han estado a cargo del Estado y es éste quien ha definido el servicio como una necesidad de la población más que una demanda de ella. Esto ha significado que es la autoridad político administrativa la que, por mucho tiempo, ha diseñado el nivel de entrega del servicio en casi todos los países. El rol del Estado en materias técnicas de electrificación rural afecta tanto al sector público como privado.

La transformación del rol del Estado y de las estructuras sociales, aparte de las importantes restricciones presupuestarias cada vez más notorias ha llevado a la necesidad de buscar formas de participación de otros agentes, entre ellos la propia comunidad, para que participe más activamente en la gestación de los proyectos de electrificación rural y en la gestión de los establecimientos cuando éstos están funcionando. En este esquema también se ha validado la participación de organismos comunitarios y de las llamadas ONG's.

La participación comunitaria pasa porque la gente en particular comprenda la importancia de este servicio y esté dispuesto a participar de las soluciones que se requieran en materia de electrificación rural.

Dado el nivel restrictivo que tiene el Estado en la aplicación de recursos, toda participación o colaboración de los diversos agentes involucrados en el tema se hace necesaria e imprescindible, en especial en aquellas partidas que aseguren el buen funcionamiento del proyecto.

Esta participación se puede dar en el ámbito de la inversión propiamente tal con aportes de terrenos, mano de obra para la construcción o materiales, como también durante la operación del proyecto. Los modelos de participación comunitaria son tantos como pueda ocurrírseles a los involucrados, pero lo importante es que se ha reconocido que cuando los beneficiarios participan en la solución de los problemas y aprecian la necesidad de hacer esfuerzos compartidos, los proyectos tienen mayor sustentabilidad en el tiempo.

## **2.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS**

Con el diagnóstico efectuado es posible asegurar el conocimiento del problema, las causas que lo originan y los efectos que genera, todo lo cual se transforma en insumo para pensar y definir alternativas de solución a esos problemas.

### 2.2.1 Justificación de Soluciones

Con el mismo procedimiento con que se analizó la determinación de los problemas (“árbol de problemas”), es posible definir las alternativas de solución, y dentro de ellas seleccionar la más viable para transformarla posteriormente en una propuesta de proyecto. Un método para asegurarse que a partir de la detección de un problema es posible plantear soluciones adecuadas es el del “árbol de objetivos”, el cual consiste en transformar en una propuesta positiva todo lo que se planteó en el “árbol de problemas”. De todo ello se obtiene un cuadro que contiene los conceptos de PROBLEMAS, OBJETIVOS y RESULTADOS o FINES, el cual se puede sintetizar en el siguiente cuadro.

Árbol de Objetivos

ÁRBOL DE OBJETIVOS		
PROBLEMAS	OBJETIVO DE DESARROLLO	RESULTADOS
Existencia de una comunidad de 400 personas pertenecientes a un asentamiento humano lejos de una localidad con electrificación rural.	Atender a esta población proveyéndolos de electrificación rural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de las horas productivas</li> <li>- aumento en las horas de estudio en la localidad</li> <li>- disminución de accidentes por uso de combustibles riesgosos</li> <li>- mayores posibilidades de entretención y de arraigo en la comunidad.</li> </ul>

Del Objetivo de desarrollo, o de otros objetivos planteados, se desprenden con mayor facilidad las alternativas de solución en cumplimiento del objetivo. Puede establecerse que la amplitud de posibilidades se extiende cuando se piensan las soluciones a una situación determinada a partir de un objetivo antes que a partir de un problema.

En general, el análisis de alternativas de proyectos a plantear considera tres situaciones: la optimización de la situación actual, el planteamiento de diversas alternativas y la selección de las alternativas más viables. Estas tres situaciones se analizan en las secciones siguientes.

### 2.2.2 Optimización de la Situación Actual

Cuando se analizan las causas de los problemas el formulador del proyecto debe estudiar en primer lugar la posibilidad de efectuar una mejoría en la realidad vigente sin tener que efectuar grandes inversiones o soluciones muy onerosas. Ello no siempre es posible, dado que a veces no existe más que una sola solución o porque se trata de generar un proyecto absolutamente nuevo. Sin embargo, es necesario aplicar un principio de racionalidad en el uso de los recursos destinados a electrificación, el cual debe entenderse en el contexto de la aplicación de ciertos estándares de reconocida aceptación en el sector.

Optimizar una situación es aprovechar en mejor forma lo ya existente, de tal forma que aplicando técnicas, procedimientos o modelos administrativos o de gestión diferentes o más modernos, se pueda seguir cumpliendo o generando con los objetivos requeridos.

### 2.2.3 Planteamiento de Alternativas de Proyectos

El concepto de alternativas de proyectos se refiere al planteamiento de soluciones diferentes unas de otras y que, aparte de ser excluyentes, pueden tener poblaciones objetivos distintas como también planteamientos técnicos muy diferentes. Distinto es el caso de variaciones al interior de una alternativa de solución donde se pueden analizar diferentes “alternativas tecnológicas” y que se refiere a la variación de una o dos variables a lo más y que no modifican sustancialmente el proyecto planteado.

En cada una de ellas se pueden plantear más de una posibilidad, sin embargo, es posible desechar a priori las que no cumplen en forma clara con el o los objetivos planteados o no cumplen con criterios lógicos o técnicos, como se aprecia en el cuadro siguiente:

Planteamiento de Alternativas de un Proyecto

PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS		
ALTERNATIVAS	CONSISTENCIA CON OBJETIVOS	CRITERIOS A CONSIDERAR
A.	La alternativa planteada cumple con el o los objetivos establecidos? SI / NO	Cada alternativa debe revisarse a priori en función de criterios específicos y descartar las que no los cumplan:
B.		- existen recursos disponibles
C.		- viabilidad política
D.		- viabilidad social - horizonte del proyecto - impactos duraderos - etc.

El desarrollo de una alternativa de proyecto puede tener también una conformación de varios componentes, es decir, que puede o deben ejecutarse diversos procesos o conjunto de actividades, en forma paralela o secuencial, las cuales en su conjunto consiguen los impactos esperados, pero en separado buscan conseguir resultados específicos. La conformación de estos componentes requiere de una atención especial por cuanto debe asegurarse que todos ellos están orientados a conseguir los objetivos implícitos planteados en la alternativa de solución. A veces se corre el riesgo de incluir un componente de dudoso impacto en el proyecto.

### 2.2.4 Selección de Alternativas Viables

El análisis efectuado según las secciones anteriores cumple el objetivo de establecer el marco técnico y político que permitan seleccionar las alternativas de proyectos que permitan cumplir los objetivos planteados y a través de ellos dar solución a los problemas detectados en el diagnóstico.

Las alternativas seleccionadas (puede ser una o más) deben ser planteadas y desarrolladas en la forma de proyecto, es decir, debe aplicársele herramientas de formulación y evaluación de proyectos que permitan asegurar que en definitiva se elija la alternativa más adecuada de acuerdo a los criterios de evaluación que se estudiarán más adelante. Como se dijo anteriormente, debe tenerse presente la diferencia entre proyectos distintos y alternativas tecnológicas distintas. Estas últimas se van analizando dentro de la formulación del proyecto y se van descartando las menos viables según los criterios que se vayan aplicando a medida que avanza la elaboración del proyecto.

## **2.2.5 Tipologías de proyectos de electrificación rural**

En materia de electrificación es posible encontrar diferentes alternativas, de características y tecnologías variadas dependiendo de las condiciones existentes y las posibilidades de solución para los problemas encontrados.. Sin perjuicio de poder llegar a definiciones de mayor detalle, es posible reconocer los siguientes tipos de proyectos de inversión en electrificación rural, todos los cuales pueden ser evaluados mediante diferentes técnicas o métodos, que permitan llegar a conclusiones sobre la conveniencia de desarrollar uno u otro tipo de proyecto.

Las alternativas de solución, se pueden agrupar en dos tipos:

### **2.2.5.1 Conexión a algún sistema generador**

- Sistema generador local cercano
- Sistema generador centralizado.

Analizada y verificada la existencia de capacidad para la demanda actual y futura, se debe analizar la factibilidad de hacerla llegar a la localidad en estudio.

En este análisis se debe tener en cuenta la distancia entre la fuente generadora y la localidad, para considerar posteriormente los costos y las pérdidas que se dan por transmisión de energía eléctrica.

Esta distancia debe ser medida en Kilómetros lineales, considerando los accidentes que pueda tener el terreno (cerros, ríos, bosques, etc.) y que puede implicar que sea mayor que la distancia lineal entre ambos puntos.

También debe tenerse en cuenta, sobre todo en el caso de que la conexión se haga a un sistema de generación local cercano, que la capacidad de energía y potencia debe cubrir las necesidades actuales de la población con el déficit, su crecimiento y las pérdidas contempladas en la extensión de la red.

## **3.5.2 Generación Local de Energía**

- Generadores Convencionales en base a combustible.
- Generadores Fotovoltaicos.
- Generadores Eólicos.
- Microcentrales Hidroeléctricas.

Los sistemas centralizados de escala nacional o regional no suelen abarcar todas las zonas rurales que carecen de energía eléctrica. Además existen localidades rurales insertas en regiones donde a pesar de que se cuenta con un sistema abastecedor de gran escala, su distancia a este sistema o su baja densidad de demanda eléctrica haga poco factible, desde el punto de vista económico, la extensión de las redes para la conexión al sistema.

Para superar este problema se tiene como alternativa la generación de energía eléctrica a nivel local, es decir, que en la propia localidad se produzca la energía y potencia necesarias para satisfacer su demanda, con algún método que permita el manejo y operación en la zona misma.

El método más ampliamente utilizado ha sido el de grupos generadores, sin embargo, en el último tiempo se han incorporado como alternativa métodos denominados “no convencionales” que

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural permiten generar electricidad a partir de recursos energéticos naturales como el sol, el viento y los cauces fluviales entre otros.

Muchos de estos métodos se han vuelto competitivos fundamentalmente por dos aspectos:

- un fuerte desarrollo en la investigación de las tecnologías correspondientes, y
- una creciente disminución de los costos involucrados en los elementos constitutivos de estas tecnologías.

Además, para que estos métodos sean considerados con el fin de electrificar una localidad rural específica deberá cumplir con que: primero, haya una disponibilidad del recurso energético suficiente en calidad y cantidad en la región, y segundo, la conversión de la energía de estas fuentes a electricidad debe ser llevada a cabo con técnicas simples en su ejecución, operación y mantención. Deben tener además el mayor grado factible de integración local y un aceptable grado de confiabilidad.

En atención a lo anterior es que se consideran principalmente las alternativas tecnológicas anotadas; generación fotovoltaica, generación eólica y micro centrales hidroeléctricas, además de los convencionales grupos generadores.

#### **- Grupos Generadores Convencionales**

Este es uno de los métodos más utilizados para dotar a la población de energía eléctrica dado su probado éxito y su relativa facilidad de implementación.

En efecto, este método, que consiste básicamente en la generación eléctrica a partir de la energía mecánica, se utiliza un motor a combustión que mueve un generador. Esto implica la necesidad de alimentar constantemente el sistema con algún combustible apropiado al motor, el que para el caso de potencias de menor escala (de 50 a 500 kw) generalmente utiliza diesel o gas.

Los motores de mayor capacidad, utilizados en las centrales termoeléctricas utilizan como combustible petróleo o carbón. Por lo tanto, instalado ya el sistema, el factor determinante para el suministro eléctrico de la población es el abastecimiento permanente de combustible. Por este motivo, es que en aquellas localidades rurales con malos accesos para el transporte del combustible, con la frecuencia que es requerida para mantener un abastecimiento eléctrico aceptable, se haga poco factible su implementación a pesar de que resulta de fácil manejo y operación.

No obstante, en las localidades donde es utilizado, generalmente se racionaliza su uso, operándolos sólo en horarios de consumo estrictamente necesario (especialmente a partir del crepúsculo y parte de la noche), y con una capacidad limitada suficiente sólo para necesidades más urgentes de la población, especialmente el alumbrado. Esto por cuanto, el costo que significa el abastecer permanentemente el sistema con combustible para su funcionamiento es relativamente alto, y la eficiencia de la conversión es más bien baja.

Este sistema contempla una inversión relativamente alta y costos operacionales significativos, además de la correspondiente mantención y reposición de las partes y piezas que van sufriendo desgaste. Sin embargo, es un método seguro y confiable y de fácil manejo que ha significado que sea el más ampliamente utilizado en las zonas rurales que no pueden ser abastecidos mediante la conexión a sistemas centralizados.

#### **- Generación Fotovoltaica**



Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Esta alternativa consiste en un ordenamiento en serie y/o paralelo, de celdas solares hechas de silicio u otro material semiconductor similar, encapsuladas en un material transparente que convierten la energía solar incidente en electricidad.

Este conjunto de celdas encapsuladas constituyen el panel fotovoltaico, que en general presenta la ventaja de no tener que ajustarse a un tamaño mínimo o máximo ya que las economías de escala que pueden darse son mínimas.

El sistema es muy confiable ya que las celdas solares son elementos en estado sólido que no tienen partes movimiento, y por tanto tienen muy baja probabilidad de desperfecto. Esto por cuanto la luz solar interactúa sólo con los electrones en la celda y no altera el material con que ésta está construida, por lo que las celdas pueden durar indefinidamente. Esto representa una gran ventaja, ya que en general los sistemas generadores tradicionales tienen partes en movimiento, que necesitan ser reemplazadas cada cierto período.

La vida útil de un sistema fotovoltaico está limitado sólo por el equipamiento e instalación de soporte y protección, el que puede durar entre 20 y 30 años.

La única mantención requerida es la remoción de polvo y suciedad con limpieza superficial y chorros de agua en las bases de los paneles, sobre todo en zonas con poca frecuencia de lluvias. El otro tipo de mantención es el reemplazo de las baterías de almacenamiento que son parte del sistema.

Las principales características que hacen atractivos los sistemas fotovoltaicos para generación de electricidad en localidades rurales son:

- Modularidad del sistema, que redunde en una flexibilidad en la instalación y una reducción de las pérdidas y costos de líneas de transmisión y distribución.
- El hecho de que pueda recibir la energía solar no necesariamente en forma directa, por lo que es un recurso aprovechable en la mayor parte de las zonas de la región, que reciben radiación solar gran parte del año.
- La simplicidad de construcción de los sistemas y un bajo nivel de mantención requerido para su operación.
- Los beneficios para los usuarios en términos de operación sin ruido, confiabilidad y no contaminación por la no emisión de gases tóxicos ni humos.

Estos sistemas pueden ser mejorados a través de un “concentrador óptico” que actúa como lente de aumento, incrementando la cantidad de luz solar que llega al panel de 10 a 1000 veces. Esto requiere adicionalmente un sistema de tracción mecánico que mantenga el dispositivo con un ángulo óptimo al sol todo el día.

Esto, sin embargo, también representa un mayor nivel de mantención para el sistema de enfoque automático y tiene la restricción de que debe recibir la radiación solar directa, por lo que a diferencia del sistema común se vuelve inapropiado en días brumosos, con radiación solar difusa.

### **- Microcentrales Hidroeléctricas**

Uno de los recursos energéticos mas abundantes en la región es el hidroeléctrico, es decir, la generación eléctrica a partir de agua, generalmente de cauces fluviales.

Esta tecnología de conversión de energía hidráulica a electricidad tiene mucho tiempo de desarrollo y se basa en el aprovechamiento de la fuerza de las corrientes en turbinas hidráulicas conectadas a generadores que la transforman en energía eléctrica.

## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Las centrales hidroeléctricas tienen un alto costo de construcción, por lo que su utilización se ha hecho factible, desde el punto de vista económico, sólo para grandes capacidades de producción (sobre los 20 o 30 MW).

Sin embargo, el largo tiempo de desarrollo que ha tenido este método de aprovechamiento energético, el avance tecnológico correspondiente, y la reducción de costos (principalmente de materiales y de estudios de diseño e ingeniería), hacen posible que esta modalidad también se pueda considerar para demandas menores y por tanto para corrientes fluviales de menores caudales, que son relativamente abundante en muchas zonas rurales de la región.

### - Generación Eólica

Otro de los sistemas no convencionales que han surgido en el último tiempo como alternativa de solución para la electrificación de zonas rurales, es la generación por medio del aprovechamiento de la fuerza del viento.

En general, este recurso ha tenido algún nivel de utilización, pero sólo por medio de molinos de viento para el bombeo de agua. Además estos son casos aislados dentro de algunas regiones o zonas con abundante recurso. Esto indudablemente no optimiza el aprovechamiento del mismo.

Se sabe que la velocidad del viento varía según la altura donde se registra y la energía lo hace en una función cúbica a las variaciones de velocidad. Las leyes empíricas para la exploración de las velocidades a otras alturas sobre el nivel del suelo, obtenidas en un lugar, no son válidas para otro lugar. Es importante conocer el comportamiento vertical del viento, ya que si bien, viento y energía aumentan con la altura, aumentan también los costos de instalación y mantenimiento de las máquinas que aprovechan el recurso.

Estos aumentos no son proporcionales, por lo que se requiere de estudios de preinversión que mida con exactitud el recurso viento en toda la zona, ya que la medición en un lugar específico puede ser completamente distinto a otro punto ubicado a menos de un kilómetro de distancia. De esta forma, sólo teniendo un acabado mapa eólico de la zona se podrá tener la ubicación correcta de la o las turbinas.

La naturaleza intermitente de la energía eólica requiere en algunas oportunidades la provisión de sistemas de energía auxiliares y de adecuadas baterías de almacenamiento.

Las principales ventajas de los sistema eólicos son que producen un mínimo impacto ambiental y que utiliza un recurso inagotable que no tiene un costo (precio) directo. Esto lo hace una muy buena alternativa para electrificar áreas rurales, que presentan una buena incidencia de vientos de una magnitud importante, ya que en la medida que el recurso sea abundante se puede evitar el costo del estudio de medición eólica y localización de turbinas, logrando con esto reducir significativamente la inversión. Lo anterior sumado a los bajos costos de operación y mantención hacen de la generación eólica una alternativa factible de analizar en la preparación y evaluación de un proyecto de electrificación rural.

Es interesante hacer notar que en algunas ocasiones las granjas eólicas han impactado en forma negativa al medio ambiente al convertirse en trampas mortales para las aves.

Además de estas tecnologías, existen otras que permiten la producción de energía eléctrica a partir de otras fuentes energéticas naturales como: el calor interno de la tierra (geotermia), los gases de desechos orgánicos (biomasa), que podrán ser utilizados en el futuro para electrificar áreas rurales

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural alejadas de los sistemas abastecedores o que no cuentan con los recursos energéticos necesarios para las alternativas anotadas.

## 2.2.6 Preselección de Alternativas

De las cinco alternativas descritas en el punto anterior puede haber algunas que antes de cualquier consideración de costos sean descartables por otros factores que son imprescindibles para su desarrollo. En el siguiente cuadro se puede apreciar para las técnicas descritas los factores que son requisitos.

Características Técnicas de las Alternativas

Alternativa	Condiciones geográficas	Climáticas	Ambientales	Técnicas u otras
<b>Generador Convencional combustible</b>	Facilidad de acceso periódico para carga de combustible		Buena forma de eliminar o reducir contaminación acústica y/o ambiental	Suministro de repuestos y habilidades para la mantención
<b>Generador Fotovoltaico</b>	Zonas no boscosas o con accidentes que impidan la llegada directa del sol	Incidencia solar en la mayor parte del día y del año. Cielos claros.		
<b>Generador Eólico</b>		Incidencia de vientos de envergadura en forma relativamente constante en el año.		Factibilidad de implementar otras formas de abastecimiento de respaldo para superar problema de la intermitencia.
<b>Microcentrales Hidroeléctricas</b>	Existencia de ríos y cauces con una importante historia hidrográfica			Suministro de repuestos y habilidades para la mantención
<b>Extensión de redes</b>	Zonas sin muchos accidentes geográficos que puedan dificultar el tendido eléctrico			Distancia entre conexiones en baja tensión no más allá de 500 m. por las pérdidas

En efecto, el análisis de las características geográficas, climáticas y ambientales de las zonas rurales carentes de servicio eléctrico, así como las propias de los sistemas alternativos de generación permitirán establecer aquellas factibles de implementar en la zona específica.

Así se tendrá que aquellas zonas demasiado aisladas con escasas o malas rutas de acceso no será factible considerar los grupos generadores convencionales por la imposibilidad de alimentarlo constantemente con el combustible requerido. Si la zona en estudio es demasiado lluviosa o con poca incidencia de los rayos del sol, será poco factible estudiar simplemente generadores fotovoltaicos pero tal vez sea muy factible el instalar microcentrales hidroeléctricas por la gran cantidad de cauces fluviales y los desniveles existentes; sin embargo, es poco probable pensar en implementar generadores eólicos, ya que la existencia de cerros y montañas impide generalmente el paso de los vientos que es el recurso imprescindible para este tipo de alternativa.

La extensión de redes será siempre la alternativa más factible de implementar en la medida que existan sistema centralizado en las proximidades de la zona en estudio.

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Posteriormente un análisis de los costos de inversión y operación entre las alternativas que hayan sido preseleccionadas permitirá definir la más conveniente para la situación particular que se esté estudiando.

### **3. FORMULACION DEL PROYECTO**

#### **3.1 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**

Este capítulo entrega la visión global del proyecto a formular en los aspectos de la definición del nombre del mismo, la narración breve de los puntos más importantes a modo de resumen, los objetivos de desarrollo y específicos, de cómo se inserta el proyecto en la política de desarrollo del país, y cuál es el rol de los beneficiarios en relación al proyecto.

##### **3.1.1 Nombre del Proyecto**

Lo primero que debe hacerse con la alternativa seleccionada es darle un nombre para que sea reconocida por todos, sin equívocos.

Es muy importante que desde el inicio el proyecto o programa se le reconozca con el nombre adecuado y con un sólo nombre durante toda la evolución como proyecto. A veces ello no sucede así por cuanto en su formulación participan diversos agentes institucionales como probables financistas que los incorporan en su lenguaje particular. Existen casos en que por tener más de un nombre un proyecto, éste se incorpore o tramite en forma duplicada.

El nombre del Proyecto debe partir con la palabra “proyecto” e inmediatamente señalar de qué se trata el proyecto mediante un concepto que indique la acción a realizar seguido del lugar de localización. El objetivo del Proyecto o Programa no debe incorporarse en el nombre ni tampoco éste debe ser muy largo.

Los ejemplos que a continuación se muestran están correctamente denominados:

“Proyecto de Electrificación Rural en el Departamento de Nueva Segovia”

“Proyecto de Reparaciones del Sistema Eléctrico de Municipios del Departamento de Chontales”

Los siguientes ejemplos de nombres de proyectos están incorrectamente denominados:

“Reparaciones en el Municipio de Telpaneca”

“Energía Eléctrica en Madriz”

##### **3.1.2 Descripción General del proyecto**

En esta sección se hace un relato de lo que se pretende hacer, es decir, en qué consiste la alternativa seleccionada. Esto significa desarrollar la idea de la acción señalada en el nombre del proyecto.

Naturalmente muchos de los aspectos a incorporar en la descripción del proyecto van a ser obtenidos del desarrollo de su formulación, de tal forma que se efectúa un constante proceso de retroalimentación entre esta sección y las siguientes. Lo importante es que una vez terminado la formulación, en esta sección dedicada a la Descripción del Proyecto, queden plasmada las principales ideas relacionadas con lo que se está diseñando. Así por ejemplo, en la descripción debe señalarse aspectos de tamaño, localización, monto de la inversión, diseño organizacional del funcionamiento, costos, beneficios, etc.

La descripción de un proyecto debe ser breve y no debería ocupar más de dos hojas.

### 3.1.3 Objetivos de Desarrollo y Específicos

Como ya estableció, objetivo es lo que se pretende conseguir. También debe recordarse que un objetivo es el planteamiento en la forma positiva de un problema, y que para llegar a definir adecuadamente tanto el problema como el objetivo, se pueden seguir pasos como los descritos en esa sección.

Normalmente se establece un objetivo de desarrollo y a partir de éste, varios objetivos específicos. La suma de lo que se espera conseguir con los objetivos específicos debe corresponder a todo lo que se espera obtener con el objetivo de desarrollo. Esta es una forma de comprobar que los objetivos están bien planteados, y si ello no es así o hay dificultades para esa igualdad, entonces se debe reestudiar el planteamiento de los objetivos.

Los objetivos específicos sirven para definir los componentes de un proyecto. Esto quiere decir que de cada objetivo específico se puede establecer el proceso específico a desarrollar, y con ello se asegura la consistencia entre los objetivos y las acciones o especificaciones técnicas de un proyecto. Para asegurarse dicha consistencia, se recomienda la aplicación de la técnica del “marco lógico”, que se expresa a través de una matriz cuyo esquema y explicación de indican a continuación:

Matriz Lógica

MATRIZ LOGICA					
Objetivos de desarrollo	Objetivos específicos	Resultados esperados	Indicadores específicos	Medios de verificación	Limitantes externas
1. Mejorar los niveles de vida del municipio xxx.	1.1 Dotar de energía eléctrica al municipio xx.	1.1 Atender al 100% de la población de dicho municipio.	Servicio permanente de energía eléctrica para 1,000 viviendas	Emisión de recibos por el servicio de electricidad	Deficiencias en el mantenimiento de caminos de acceso
2.	2.1 2.2				

El objetivo de esta matriz es el de representar una secuencia lógica de pensamiento que amarre tanto vertical como horizontalmente las variables involucradas en el plan. Su contenido se explica a continuación:

#### a) Objetivos específicos

De un objetivo de desarrollo se pueden reconocer objetivos específicos que conlleven una conceptualización más detallada, cualitativa y cuantitativamente, de lo que se pretende conseguir. La “suma” de los objetivos específicos debe corresponder a lo establecido en el objetivo principal o de desarrollo. Con el establecimiento de los objetivos específicos se pueden conformar componentes del proyecto, que no es más que una forma de subdivisión del mismo.

#### b) Resultados esperados

Para cada objetivo específico se debe pensar inmediatamente qué se espera obtener como resultado concreto en un tiempo determinado o qué producto se va a obtener. Cada objetivo puede tener uno o más resultados esperados. Estos resultados se van a generar cuando el proyecto entre en funcionamiento (operación), durante su vida útil.

c) Indicadores específicos

Se refiere a buscar ciertos indicadores o índices cuantitativos o cualitativos en relación a los resultados esperados. Muestran cómo se puede establecer el éxito del proyecto a través de pruebas concretas. Constituyen una base para el seguimiento y la evaluación ex-post. Normalmente se diseñan indicadores de calidad, cantidad, de tiempo y de lugar.

d) Medios de verificación

Debe pensarse desde el inicio cómo se va a comprobar lo exitoso de un resultado y por lo tanto el que se haya cumplido un objetivo. Estos medios muestran dónde se obtienen las pruebas de haber alcanzado los resultados u objetivos y donde se obtienen los datos necesarios para verificar los indicadores. La asistencia de alumnos o la existencia física de un bien son por sí sola medios de verificación, las anotaciones o registros por parte de los usuarios son otro medio de verificación.

e) Limitantes externas

Se refiere a la necesidad de identificar factores que no son de dominio de los formuladores del proyecto pero que sí pueden afectar su desarrollo. Se pretende que al reconocer estos factores de riesgos se esté pendiente del comportamiento de ellos. Muchas veces estas limitantes se expresan en la forma de supuestos. Por ejemplo, una limitante externa en electrificación puede ser el hecho de suponer que la actividad productiva que sustenta a una localidad no sufrirá variaciones en el mediano plazo. Si existiera algún conocimiento de probabilidad de ocurrencia de variación que haga peligrar la existencia de esa localidad, ello debe exponerse como una limitante externa.

### **3.1.4 Compatibilidad del Proyecto con Políticas y Estrategias de Desarrollo**

En todo proyecto de inversión pública, incluido el sector electrificación rural naturalmente, debe establecerse su consistencia con las políticas y estrategias del sector. La razón lógica de ello es la siguiente: el sector rural pobre y sus necesidades incluyendo la electrificación es un tema de Estado, es decir, que por la importancia que tiene para el desarrollo de un país se incorpora como una de sus funciones. Por tal motivo se estructura una institución a cargo del tema a través de la cual se fijan las formas de actuar. Una de las responsabilidades principales de una institución, aparte de normar al sector, es fijar las políticas y estrategias cuyos objetivos son la orientación de los diversos agentes que participan en él tanto en los aspectos técnicos, operativos y de asignación de recursos.

En las políticas y estrategias se establecen los aspectos principales del quehacer de la Institución y las prioridades de sus acciones, las metas a cumplir y los plazos para conseguirlos.

Además, estas políticas sectoriales son incorporadas en la Política Anual de Inversiones Públicas que elabora la DGIP.

De allí que sea comprobable si un proyecto o un programa de cualquier nivel de origen (local o central) sea consistente con las políticas o estrategias predeterminada.

### **3.1.5 Inserción de los Beneficiarios en el Proyecto**

Todo proyecto de inversión tiene beneficiarios directos e indirectos. Los directos son destinatarios de los resultados del proyecto. Los indirectos son los que obtienen algún impacto por estar relacionados con los beneficiarios directos del proyecto. Los beneficiarios son las familias, la comunidad en general dentro de la zona de influencia del proyecto.

### Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

La participación de los beneficiarios o de la comunidad en alguna parte o en todo el ciclo del proyecto es útil ya que se ha probado que se genera un sentimiento de apropiación del proyecto que los hace cuidar o estar pendiente que todo funcione adecuadamente, y también se reconoce de esta manera que todo cuesta y nada es gratis. Esta idea es necesario que sea internalizada por todos.



## **3.2 DEMANDA Y OFERTA DEL PROYECTO**

Es uno de los elementos más importantes en la formulación de un proyecto, en especial sus aspectos de proyección. No debe olvidarse que la esencia de un proyecto es la creación de un escenario futuro en donde funcionará una situación determinada. El formulador de proyecto tiene como responsabilidad fundamental reconocer y establecer las variables que actúan alrededor de la idea del proyecto. En un proyecto privado se habla de estudio de mercado en donde se analizan comportamientos del consumidor y proyecciones de demanda, competencia y proyecciones de la oferta (comportamiento de los productos y sus sustitutos), y toda la cadena de comercialización.

En un proyecto de inversión pública de electrificación rural, el estudio de la demanda y de la oferta se centran en identificar las variables relevantes y definir las proyecciones de ellas. El análisis actual de estas variables ya se realizó en la sección de Demanda y de Oferta.

### **3.2.1 Proyección de la Demanda**

En esta sección debe establecerse el rango posible de la demanda durante la vida útil del proyecto.

En el capítulo 1 ya se efectuaron algunas proyecciones que permiten visualizar el comportamiento de la demanda. Ahora sólo queda por hacer algunas precisiones para el manejo de ciertas variables o trabajarlas con mayor detalle. Si existe alguna variable o indicador que no haya sido analizado en esa sección y que ahora se encuentra conveniente hacerlo, no debe dudarse en considerarlo.

En todo caso aquí debe quedar claramente establecido el comportamiento de los beneficiarios en términos de cantidad asegurándose que se reconozca toda otra variable que pudiera afectar la dimensión del proyecto. Ejemplos de estas últimas variables pueden ser el conocimiento de un comportamiento migratorio hacia la ciudad; el conocimiento de la formación de polos de desarrollos urbanos o rurales; el decrecimiento de ciertas actividades productivas que implican aplicar políticas de reconversiones; comportamientos de la naturaleza que hacen riesgosas ciertas inversiones físicas en zonas determinadas (efectos de actividad sísmica, huracanes, inundaciones, etc.)

### **3.2.2 Proyección de la Oferta**

Al igual que para la demanda, es necesario establecer los rangos proyectados que permitan atender esa demanda. Se deben establecer dos criterios:

a) conocida la evolución de la demanda, o lo que es lo mismo, la tasa de crecimiento (no es común proyectar algo que tenga una tasa de decrecimiento), se debe analizar cómo se está atendiendo esa demanda. Si se ha hecho un análisis global de la demanda para un área determinada, debe considerarse todas las formas y orígenes de esa atención, las cuales pueden provenir del sector público o del sector privado. Es importante conocer cuáles son los planes que tienen cada sector de tal forma que no existan capacidades ociosas en el futuro.

b) Existen tamaños mínimos de inversión que hacen eficiente el uso de los recursos, al igual que también existen escalas de crecimientos óptimas. Esto se traduce en definir unidades técnicas y administrativas, como se visualiza en los siguientes casos:

Al proyectar la oferta en función de la atención o satisfacción de la demanda, lo que se está haciendo es solucionar la brecha entre oferta y demanda, con lo cual se satisface el cumplimiento

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural del objetivo planteado por el proyecto, con la salvedad de que si en el período proyectado la demanda excede en forma importante a la oferta, se deben establecer las inversiones de ampliaciones que sean necesarias, ya que no es posible generar inversiones ociosas por mucho tiempo.

### **3.3 PROPUESTA TECNICA**

Las definiciones técnicas tienen que ver con las distintas formas posibles de enfrentar una situación determinada, y que han surgido de investigaciones científicas y experiencias de centros de estudios y universidades en todo el mundo. La claridad y detalle de estos procesos son muy importantes para determinar los costos del proyecto.

La materia tratada en este capítulo se le conoce en otros rubros de proyectos como estudio técnico o de ingeniería. En él se estudian todos los aspectos técnicos que soportan a un proyecto de inversión. Específicamente corresponde analizar los procesos (grandes conjuntos de actividades con fines comunes), el tamaño y la localización del proyecto en estudio. Si bien para los efectos de análisis y formulación estos temas se presentan separados, debe tenerse presente que la interrelación entre ellos es muy alta y se retroalimentan permanentemente. El estudio técnico, aparte de definir qué y cómo se opera el proyecto, entrega como producto relevante las bases para el cálculo de costos en términos de definir los insumos requeridos por los respectivos procesos en cuanto a calidad (especificaciones técnicas) y cantidad. Por la importancia, el estudio de costos se efectúa en otro capítulo.

#### **3.3.1 Procesos Técnicos y Componentes del Proyecto**

La esencia de un proyecto de inversión es determinar el qué y el cómo. Qué se hace y cómo se consiguen los objetivos, que en última instancia van a resolver los problemas o satisfacer las necesidades. Las respuestas sólo las pueden dar los especialistas en la materia. Todo lo anterior es válido sin perjuicio de la interdisciplinariedad del conocimiento, el cual va exigiendo cada vez más relación entre un área temática y otra.

La institución que establece las normas técnicas es el Instituto Nicaragüense de Energía Eléctrica (INE), tanto para el sector público como para el privado, aunque normalmente se dejan ciertos rangos de libertad para aspectos técnicos del proceso.

De acuerdo a los objetivos específicos determinados en secciones anteriores es posible definir las actividades que corresponden ejecutar para el cumplimiento de cada uno de ellos. Si el conjunto de actividades que se conforman por cada objetivo es relativamente importante y suficientemente diferente de los otros, entonces es conveniente establecerlos como *componentes* del proyecto de tal forma de estructurarlos y direccionarlos adecuadamente. En la definición de los procesos técnicos debe tenerse presente la interacción entre lo que corresponde hacer en el período de inversión y en el de operación del proyecto. Los objetivos siempre se van a conseguir durante el período de operación, pero ellos dependerán en forma importante de qué y cómo se ejecuta la inversión.

A continuación se propone el formato de dos matrices que, completadas en forma adecuada, aseguran una consistencia lógica en la definición de los componentes, determinación de las actividades y de los recursos a ocupar en el desarrollo de ellas. Tanto los componentes, como las actividades y recursos se refieren a la etapa de inversión y a la etapa de operación del proyecto.

Matriz de Componentes y Actividades

MATRIZ DE COMPONENTES Y ACTIVIDADES			
COMPONENTES	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
1.1	1.1.1		
	1.1.2		
1.2	1.2.1		
	1.2.2		
2.1	2.1.1		
	2.1.2		
	2.1.3		
2.2	2.2.1		
	2.2.2		

La explicación de esta matriz es la siguiente:

a) Columna Componentes

Como se estableció anteriormente, a partir de los objetivos específicos, y en todo caso, cuando las características de un grupo de actividades lo ameriten, conviene agrupar estas últimas en un concepto homogéneo que contenga un direccionamiento específico. Equivale a la definición de grandes procesos, que sean relevantes para el proyecto o programa.

b) Columna Actividades

Todo proceso está compuesto por una serie de actividades, acciones o tareas, cuya suma debe asegurar el cumplimiento de dicho proceso. Cada componente puede requerir de un número variable de actividades. Lo que se entienda por actividad, tarea o acción debe ser consensuado en todo el desarrollo del proyecto para uniformar criterios, pero en todo caso se refiere a parte de un proceso y debe estar bien acotado, definiéndose normalmente en términos que no sean muy complejos. Cuando esto último suceda, es preferible efectuar una separación y definir un conjunto de acciones más simples. En todo caso, un conjunto de actividades realizadas definida como componente, debe permitir conseguir un objetivo específico, Se debe conformar un proceso lógico y viable y debe ser realizable si se cuentan con los recursos necesarios.

c) Columna Descripción

Debe indicarse en la forma más precisa y breve posible en qué consiste la actividad o qué debe hacerse, quién lo hace y cómo se hace, cuáles son sus restricciones y las secuencias necesarias. En esta descripción debe estar implícita la tecnología a utilizar y ser compatible con los recursos disponibles.

d) Columna Condicionantes

Normalmente la posibilidad de realizar o no una actividad depende de ciertas condiciones que se den en el entorno. La disponibilidad de los recursos que requiere la actividad es una condicionante para que esa actividad se pueda realizar. Aquí debe justificarse aquellos recursos que por cualquier motivo no pueden ser utilizados por el proyecto. Por ejemplo, si se requiere utilizar un motor eléctrico, es obvio que debe existir tendido eléctrico disponible ya que de lo contrario debe contemplarse la instalación de una planta generadora.

## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

### e) Columna Duración

Las fechas de inicio y término de cada actividad, los plazos mínimos para ejecutarlas, las secuencias son información importante para tomar decisiones y verificar su viabilidad. Los plazos de los trámites de importación y del cumplimiento de los proveedores deben ser debidamente considerados. De alguna forma debe establecerse la “ruta crítica” de las actividades.

La segunda matriz es necesaria para establecer los recursos a ocupar en cada actividad. Puede aparecer muy detallista el llegar a este nivel, sin embargo, una decisión de inversión amerita tener la seguridad de identificar y cuantificar los recursos requeridos.

Matriz de Insumos

MATRIZ DE INSUMOS				
Actividades	Insumos	Características	U. de Medida	Cantidad
1.1.1	1.1.1.1			
	1.1.1.2			
1.1.2	1.1.2.1			
	1.1.2.2			
1.2.1	1.2.1.1			
	1.2.1.2			
	1.2.1.3			
1.2.2	1.2.2.1			
	1.2.2.2			
2.1.1	2.1.1.1			
2.1.2	2.1.2.1			
	2.1.2.2			
2.1.3	2.1.3.1			
	2.1.3.2			
	2.1.3.3			

Debe hacerse notar que esta matriz es la base para el cálculo de los costos de cada componente, y del proyecto en general, por lo cual se retomará en el capítulo respectivo. Con esta matriz también se genera el amarre entre las variables recursos, actividades, componentes, objetivos específicos, y por lo tanto se asegura la consistencia de los insumos del proyecto.

La explicación de esta matriz es la siguiente:

### a) Columna Actividades

Para identificar a qué actividad corresponde un recurso determinado, basta señalar el número de la actividad correspondiente y que ha sido identificada en la matriz anterior (5.4.1-A).

### b) Columna Insumos o Recursos

Toda actividad que sea realizada por el hombre o la máquina requiere del uso de recursos o insumos, tales como horas/hombres, funcionamiento de equipos o recursos monetarios para pago de servicios necesarios para desarrollar dicha actividad. En otras palabras, si no existen recursos disponibles para realizar una actividad, no es posible obtener el resultado o impacto esperado y por lo tanto se invalida su justificación. Cada actividad requiere diferente cantidad y diversidad de insumos y cuando estos sean de uso rutinario conviene agruparlos para los efectos de su valoración. Por ejemplo, se puede crear arbitrariamente una unidad denominada “útiles de oficina” que contenga un grupo de artículos de uso común y permanente y que sean utilizados durante un período determinado. Con motivos de requerirse para la evaluación económica del proyecto cuando

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural  
 corresponda, es necesario tener presente la necesidad de clasificar los recursos de personal entre  
 calificados y no calificados, ya que estos tiene una necesidad de ajuste diferenciados.

c) Columna Características

Aquí deben establecerse claramente las especificaciones de los recursos a utilizar, sean estos físicos como los perfiles del personal a contratar. El responsable de proyecto tiene que asegurarse que los recursos que se proyecten ocupar sean realmente con los que se van a contar en la ejecución y operación del proyecto o programa. Mientras más precisa es esta descripción, más correcta es el costeo del insumo. Sin embargo, esta precisión dependerá del nivel de profundidad con que se esté desarrollando un proyecto.

d) Columna Unidad de Medida

Se refiere a unidad con que se está identificando un insumo o recurso determinado: horas/hombres, meses/hombre, hectáreas, metros cuadrados, libras, toneladas, metros lineales, etc. La condición necesaria para definir una unidad de medida es la de tener un costo o precio asociado. Un insumo o producto no siempre tiene una sola unidad de medida. Así por ejemplo existen diferencias entre las utilizadas por los usuarios finales y las utilizadas por los proveedores, hay diferencias entre países que utilizan diferentes sistemas métricos, etc. Debe, por lo tanto, efectuarse las conversiones en forma adecuadas.

e) Columna Cantidad

Definido los recursos requeridos por el proyecto, corresponde determinar la cantidad o volumen de ellos para toda la vida útil del proyecto, tanto para las actividades de inversión como para la operación. Son también los especialistas en cada tema los que deben establecer la cantidades de recursos a utilizar en cada actividad o componente, debiéndose tener el cuidado de que mientras más precisa sea la estimación, más eficiente será la utilización de los recursos del proyecto y menos diferencias, a favor o en contra, se producirán durante la ejecución y operación del proyecto.

### 3.3.2 Cronograma de Actividades

Una herramienta útil para ordenar y dar las secuencias correctas entre una actividad y otra es la Carta Gantt, que es una matriz que gráfica los plazos y períodos en que se ejecutan las actividades, muestra cuál se ejecuta primero y cuál después y en qué momento deben efectuarse. Para proyectos muy complejos pueden utilizarse otras técnicas, como el PERT por ejemplo o programas computacionales que existen en el mercado.

La Carta Gantt permite combinar información de las actividades definidas con los plazos y fechas de ejecución de ellas. Los casilleros destinados a indicar tiempos se llenan generalmente con barras horizontales y pueden mostrar diferentes períodos tales como meses, trimestres o años. Como cuadro de control también es útil en tanto permite llevar el avance de las actividades en términos físicos. Las actividades pueden agruparse por componentes cuando su número sea lo suficientemente grande. El cuadro siguiente muestra una forma posible de definir una Carta Gantt.

Carta Gantt

CUADRO DE ACTIVIDADES CARTA GANTT														
No.	ACTIVIDADES	DURACIÓN	PERIODOS											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Normalmente el análisis de la localización conviene hacerlo en dos niveles: macrolocalización en primer lugar y microlocalización en segundo. Las variables que afectan a cada nivel tienen la misma condición: macros y micros y las primeras se detectan principalmente en el estudio de diagnóstico.

Si bien los factores a considerar son múltiples y cada proyecto debe reconocerlos independientemente, se pueden nombrar los más conocidos:

- accesibilidad
- distancia de otras localidades
- tamaño del proyecto
- factores naturales
- medios y costos de transporte
- existencia de insumos o recursos
- costos de terrenos, expropiaciones
- comunicaciones
- normativas y reglamentos
- externalidades del proyecto
- etc.

Cabe establecer que existen técnicas de evaluación para diferentes trazados y/o localizaciones, pero todas tienden a demostrar cuán mejor es una localización de otra.

No todas las alternativas son comparables exactamente ya que la disponibilidad de ellas son específicas para cada caso. Alguna de las alternativas puede implicar hacer una mejora en un camino y otra no, por lo que el costo de la mejora es asignable exclusivamente a la alternativa que la genera. Debe considerarse también la interrelacionalidad de los factores ya que, por ejemplo, si aumenta la distancia, pueden aumentar los costos de transporte. En todo caso, cada alternativa debe explicarse clara y detalladamente. Una utilidad específica de este método es la visualización del costo financiero que implica cada alternativa.

### Esquema comparativo de costos de localización

ESQUEMA COMPARATIVO DE COSTOS DE LOCALIZACIÓN			
FACTOR DIFERENCIAL DE LOCALIZACIÓN	COSTO ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN (valores en C\$)		
	1	2	3
1.			
2.			
3.			
4.			
...			
n			
TOTAL			

Todos los elementos de costos derivados de la alternativa seleccionada de localización de un proyecto se incluyen como costos de inversión en el desarrollo de la determinación o cuantificación de los mismos, que se analizan en el capítulo respectivo.

### **3.4 ORGANIZACION Y BASES LEGALES**

Los aspectos organizacionales y el marco legal y normativo en el cual se insertará el proyecto cuando se implemente, tiene mucha importancia para el éxito del cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto.

El objetivo de este capítulo es mostrar la importancia que tiene definir y proponer la mejor alternativa de organización de un proyecto y analizar el marco legal en el que se inserta. Ello no es más que comprender y simular el marco organizacional y legal en el que operará el proyecto.

#### **3.4.1 Diseño Organizacional**

La esencia del diseño organizacional es mostrar la forma en se establecen las relaciones de trabajo en la institución o ente proyectado. Ello equivale a determinar la estructura del trabajo, los niveles jerárquicos, los flujos de la toma de decisión (procedimientos), sistemas de control y seguimiento, los perfiles del recurso humanos, las formas de interrelación al interior y con el exterior.

En el caso de la electrificación rural existirá la necesidad de diferentes tipos de organización tanto en la inversión como en la operación dependiendo de la alternativa seleccionada.

Tareas de especialización diferente deben ser dirigidas por especialistas en el tema. Todas deben estar coordinadas para el cumplimiento del objetivo general.

Los conceptos de autoridad, jerarquía, toma de decisiones, coordinación, puestos de trabajo, interrelaciones laborales, son, entre otras, esenciales en materia organizacional. Dado que existen muchas formas de organizar, debe tenderse a proponer la que más convenga a los objetivos del proyecto, especialmente considerando que cada una puede representar costos distintos de implementación. No debe olvidarse que en esta sección debe diseñarse tanto para los aspectos de inversión como para la operación del proyecto.

Otro aspecto que es conveniente tratar en esta materia se refiere a los procedimientos administrativos que se requieren aplicar durante el funcionamiento del proyecto, en especial sus definiciones tecnológicas, todo lo cual involucra recursos y por lo tanto necesidad de financiamiento a lo largo de su vida útil.

#### **3.4.2 Diseño de la Participación comunitaria en la gestión del proyecto**

Consistente con el diagnóstico del capítulo 1, donde se plantea la necesidad de reconocer e involucrar a los beneficiarios o a la comunidad relacionada con los beneficiarios, debe establecerse la forma cómo la comunidad o las organizaciones reconocidas, van a participar o aportar recursos para el proyecto. Ello puede darse para la inversión propiamente tal, mediante aportes de terrenos, materiales o mano de obra, o para la fase de operación mediante aportes o trabajo para darle sustentabilidad en los aspectos físicos, en el mantenimiento, en la vigilancia, en insumos operacionales o administrativos, etc.

Lo correcto es que todo aporte sea debidamente valorado como costo del proyecto y como contrapartida sea considerado como financiamiento de dichos costos.

Considerar la participación de la comunidad requiere no sólo diseñarlo en la formulación del proyecto, sino también establecer la forma cómo se va a conseguir que ello suceda.



Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

También se pueden formular otras maneras de participación como por ejemplo en la gestión misma del proyecto seleccionado mediante la formación de junta directiva, o de organizaciones ya existentes que se hacen cargo de ciertos aspectos del funcionamiento.

### **3.4.3 Normas Legales**

Toda actividad formal se inserta dentro de un marco legal que rige las relaciones entre las personas, con otras instituciones, y con el Gobierno. Una enumeración de normas que deben tenerse en cuenta en la formulación de proyectos se indican a continuación:

- Ley del Régimen Presupuestario
- Ley de Contrataciones Administrativas
- Código del Trabajo
- Normativas internas de contratación de personal de cada institución
- Normas técnicas de operación del proyecto
- Ley creadora del SNIP y su reglamento
- Ley de Municipios y Ley de Autonomía de la Costa Atlántica
- Leyes y reglamentos ambientales, territoriales y sanitarios
- Ley creadora del Instituto Nicaragüense de Energía y su reglamento

Debe tenerse presente que a veces la aplicación u obediencia de ciertas normas implican costos adicionales al proyecto que deben tenerse en cuenta para evitar gastos imprevistos.

### **3.5 ANALISIS Y EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

En Nicaragua, los proyectos del sector electrificación rural requieren de estudios de impacto ambiental y por lo tanto se aplican los procedimientos de otorgamiento de Permiso Ambiental del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), según lo establecido en los artículos 1, 2 y 5 del Decreto No. 45-94 Reglamento de Permiso y Evaluación de Impacto Ambiental.

Lo anterior implica que los temas propios de análisis en materia de impacto ambiental sean debidamente tratados como parte de los procesos técnicos. Entre estos temas se encuentra el de usos de combustibles, tala de árboles para despejar espacios de construcción , y otros.

## 4. VALORACION A PRECIOS NOMINALES Y CONSTANTES

### 4.1 PRECIOS INTERNOS

Una de las primeras decisiones que hay que tomar en el análisis de un proyecto es la elección de la moneda y el nivel de precios en que será conducido el análisis. En el análisis financiero las valoraciones se hacen en córdobas y a los precios de mercado. El análisis económico puede hacerse en moneda nacional o extranjera a niveles de precios internos o de frontera (CIFO FOB). existen tres alternativas para ello:

- Moneda nacional a precios internos
- Moneda nacional a precios de frontera
- Moneda extranjera a precios de frontera

Para efectos de estas pautas metodológicas, el análisis se hará en moneda nacional a precios de internos, de manera que los bienes transables serán tomados de los precios de frontera y convertidos en moneda nacional a la tasa de cambio oficial, cuando se realiza la evaluación financiera; y para el análisis económico-social por el precio social (sombra) de la divisa.

### 4.2 PRECIOS NOMINALES Y CONSTANTES

A diferencia de los precios constantes<sup>1</sup>, los precios nominales reflejan cualquier inflación o deflación ocurrida a través del tiempo. La relación entre precios constantes, precios nominales, e inflación está dada por la siguiente fórmula:

$$P_n^t = \Delta P_c \times \Delta IPC$$

donde:

$P_n$  = Precio nominal

$P_c$  = Precio constante

IPC = Índice General de Precios al Consumidor

Los precios constantes están referidos al valor adquisitivo de la moneda en un período determinado que se escoge como referencia y se denomina año base. en el SNIP los precios constantes tendrán como referencia el mes de diciembre del año anterior al que se formula el proyecto. Por lo tanto, para la cuantificación de los costos y beneficios del proyecto, durante su horizonte de planeamiento, los precios deberán asignarse en moneda constante.

Ejemplo:

A diciembre de 1995 un kilo de hipoclorito valía C\$ 37.50, para diciembre de 1997 se prevé un valor de C\$ 60.00. Aquí se habla de córdobas a precios corrientes, es decir, expresando el precio según el valor de la moneda correspondiente a cada año.

---

<sup>1</sup> La diferencia entre precios reales y constantes, es que los precios reales no reflejan inflación, sino cambios ocasionados por las condiciones de oferta y demanda; como por ejemplo se puede citar el caso de disminución de la oferta como consecuencia de cambios climáticos en el Brasil, lo que hace subir el precio internacional del café, independientemente de cambios en la inflación. Cuando se pueden proyectar los movimientos de los precios reales, éstos podrán ser utilizados en el análisis, en caso contrario serán utilizados precios constantes.

### Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Se puede hacer una referencia de valor en términos constantes, diciendo que “para comprar un kilo de hipoclorito en diciembre de 1997, se requiere una cantidad de córdobas equivalentes a C\$ 37.50 de diciembre de 1995, es decir, se conserva como unidad constante la capacidad adquisitiva de los córdobas de hace dos años.

Para medir el cambio de los precios corrientes en el tiempo, se procede de la siguiente forma:

$$\frac{60.00 - 37.50}{37.50} \times 100 = 60\%$$

Esta relación se puede expresar en forma de índice, diciendo que en diciembre de 1997 se necesitarán 1.6 unidades monetarias para adquirir la misma cantidad de recursos que se requerían en diciembre 1995 con una unidad monetaria.

Se debe notar que en este ejemplo, se asume que la variación de precios se debe únicamente a la inflación y no a las condiciones de oferta y demanda del hipoclorito.

#### Cuadro comparativo de valores

Momento	Diciembre de 1995	Diciembre de 1997
Precio corriente en C\$ de cada año	37.50	60.0
Índice de precios	100	160
Precio constante en C\$ de Diciembre de 1997	37.50	37.50

Para un período ya transcurrido, se puede actualizar a precios corrientes del año en curso los valores referidos a córdobas constantes del año base, aplicando simplemente el índice de precios ya conocido.

¿ Cuánto valdrá 80 kilos de hipoclorito en diciembre 1997, que costaba C\$ 37.50, sabiendo que el índice de precios pasó de 1.0 a 1.6 ?

$$80 \times 37.50 \times 1.6 = 4800.$$

Si se trabaja a precios constantes los cronogramas se presentan de la siguiente manera:

#### Cronograma de operación para el rubro hipoclorito

Año	1	2	3
Cantidad en kilos	200	200	300
Precios constantes Dic 95	37.50	37.50	37.50
Valor constante	750	750	1125

El problema de los efectos de la inflación aparecerá más adelante, en el momento de aplicar los recursos financieros para ejecutar el proyecto. En ese entonces, los encargados de la gestión financiera del proyecto deberán hacer los ajustes correspondientes para convertir los córdobas constantes de hoy a los córdobas corrientes del instante en que se apliquen los recursos.

**Como conclusión, para los proyectos formulados por el SNIP se señala lo siguiente: Para todos los efectos de valoración y análisis económico ex ante se expresarán los valores anuales en córdobas constantes de diciembre del año anterior, esto es, ignorando el efecto general de la inflación.**

## 5. COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo corresponde determinar cuánto cuesta hacer el proyecto y qué se obtiene con ello. El costo de un proyecto es la suma del valor de los recursos o insumos que dicho proyecto ocupa durante toda la vida útil del mismo, y que para mayor énfasis, se puede decir que esos insumos estarían libres para ser ocupados por otros proyectos si es que no se ejecuta el primero. La aplicación de recursos se justifica sólo si a partir de la utilización de ellos se genera un beneficio para la sociedad, o parte de ella. Si el “valor” de estos beneficios es mayor que el “valor” de los recursos utilizados para conseguirlos, se habla entonces de un proyecto rentable.

### 5.1 CLASIFICACION DE LOS COSTOS DE UN PROYECTO

La aplicación de recursos de un proyecto de inversión típico se efectúa en dos momentos bien definidos: mientras se construye o implementa el proyecto (durante el cual no se obtienen beneficios directos) y que se reconoce como “período de inversión”, y otro durante el cual el proyecto opera mediante la atención de usuarios y la consecución de los impactos y beneficios previstos y se conoce con el nombre de “período de operación o funcionamiento” del proyecto. Los costos de los bienes aplicados en el primer período se conocen como *costos de inversión* y los del segundo período como *costos de operación*. Esta es la primera gran clasificación de los costos de un proyecto.

La diferentes herramientas de evaluación de proyectos exigen la diferenciación de los costos entre inversión propiamente tal y operación del proyecto. En tal sentido se hace necesario establecer los cuadros que permitan clasificar los costos de acuerdo a si pertenecen a la ejecución o a la operación del proyecto, y por otra parte agruparlos de acuerdo a criterios pertinentes para el proyecto. Existen distintas alternativas para ello pero ninguna es excluyente de la otra y por tal motivo es posible desarrollar diversos cuadros según las necesidades. Para proyectos de inversión pública es conveniente trabajar en forma consistente con el Clasificador por Objeto del Gasto de la Dirección General de Presupuesto del Ministerio de Finanzas de Nicaragua.

En el Capítulo dedicado a la determinación del flujo de caja para efectos presupuestario se retoman los datos de los cuadros que se desarrollan en el presente capítulo, de tal forma que se genera visualmente el perfil de costos del proyecto (y de ingresos cuando corresponda).

#### **Costos de las alternativas de proyectos de electrificación rural.**

Al describir las alternativas de electrificación se estableció que cada cual tiene elementos distintos que la componen y por lo tanto costos distintos de adquisición, implementación y operación. Estos costos suelen ser el primer factor de consideración económico dadas las restricciones presupuestarias que siempre hay para la inversión, la que respecto a la operación generalmente es bastante más alta. Este tipo de consideraciones así como la necesidad de medir la posibilidad de éxito de las alternativas en el tiempo hace que resulte conveniente separar los costos de inversión de los de operación.

#### **a) Costos de Inversión**

Los costos de inversión son todos aquellos que se aplican para armar o implementar el proyecto. Normalmente tienen una vida útil mayor a un año. En dicho concepto se incluyen los costos de

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural  
construcción, instalaciones, diseño organizacional, capacitación de personal, y cualquier otro que sea previo al funcionamiento propiamente tal.

El período de inversión de un proyecto, o ejecución del proyecto, puede variar de acuerdo a las características propias de cada proyecto.

Todo bien considerado de inversión tiene una vida útil determinada, propia de su esencia misma. Al respecto se han fabricado tablas de vida útil para efectos contables o tributarios y también para efectos de formulación de proyectos, dada la multiplicidad de variables que inciden en la duración de un bien. Si la necesidad de un bien de inversión ha sido establecida para toda la vida útil del proyecto (30 años por ejemplo) y si la vida útil de un bien del proyecto es de 10 años, ello quiere decir que este bien debe ser comprado tres veces: al inicio, al décimo año y al vigésimo año. La compra del año 10 y 20 se denomina reposición y sigue teniendo el mismo concepto de un bien de inversión que el primero y debe ser incluido en el flujo de caja correspondiente.

Un formato tipo de un cuadro de costos de inversión se muestra a continuación, donde se establecen las principales categorías de costos, el valor asignado a cada uno, tanto en moneda nacional (C\$) como en divisas (US\$), y finalmente los períodos cuando se aplican los pagos por los recursos. Los períodos pueden ser definidos de acuerdo a las características del proyecto y pueden ser representativo de meses, trimestres u otro lapso.

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural  
Cuadro Calendarizado de Costos de Inversión

CUADRO CALENDARIZADO DE COSTOS DE INVERSION													
ÍTEM	CATEGORÍA DE COSTOS DE INVERSIÓN	BS. NO TRANSAB		BS. TRANSABLES		PERIODOS (bimestres/trimestres/semestre/ otro)							
		NETO	BRUTO	NETO	BRUTO	1	2	3	4	5	6	7	8
	BIENES EXISTENTES Y USADOS												
	Terreno												
	Instalaciones												
	Maquinaria y Equipo												
	Maquinaria y equipo transporte												
	Otros bienes preexistentes												
	EJECUCIÓN OBRAS POR CONTRATOS												
	Diseños												
	Supervisión												
	Construcciones												
	Obras menores												
	Resumen Ejecución Obras:												
	• Bs. y servicios												
	• M.O. Calificada												
	• M.O. No Calificada												
	MAQUINARIA Y EQUIPO												
	Maquinaria/ equipo de producción												
	Equipos varios												
	OTROS												
	<b>TOTAL</b>												

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural  
**b) Costos de Operación**

Terminado el período de ejecución de la inversión, comienzan a hacerse presente los costos de operación o de funcionamiento, que son los que permiten que el proyecto cumpla en forma directa con los objetivos para los cuales fue formulado el proyecto.

De la misma forma en que se agrupan los costos de inversión, se agrupan los costos de operación. El período durante el cual se generan los costos de operación es equivalente a la vida útil del proyecto, es decir, durante todo el período en que se generan los beneficios e impactos directos del proyecto.

Normalmente el período de operación de un proyecto deja de ser conocido como proyecto y se le reconoce como la existencia de una infraestructura propiamente tal (o como Programa) y se deben estimar los costos de operación futuros. Obviamente que mientras más lejano en el horizonte se encuentre el costo a estimar, más débil es la exactitud de dicha estimación. Una forma de simplificar las estimaciones es considerar un perfil parejo de costos para el futuro (entendiéndolos como promedios).

Un formato para estimar los costos de operación de un proyecto durante su vida útil se presenta en el cuadro de la página siguiente. Cabe recordar que en este cuadro se anotan en forma agrupada los costos que corresponden a cada categoría, ya definidas en el cuadro general de costos de los insumos, separando los que correspondan a bienes o servicios adquiridos en el país y los importados, y dentro de cada uno de éstos, el valor neto (sin impuestos) y el valor bruto (con impuestos y aranceles cuando corresponda). La vida útil del proyecto debe ser definida por el formulador del proyecto y por tal motivo el período a considerar es variable. En todo caso, dada la dificultad de estimación a más de 10 años, es recomendable a partir de ese año repetir anualmente los valores.



Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural  
Cuadro Calendarizado de Costos de Operación

CUADRO CALENDARIZADO DE COSTOS DE OPERACIÓN															
ÍTEM	CATEGORÍA DE COSTOS DE OPERACIÓN	BS. NO TRANSAB		BS. TRANSABLES		PERIODOS (AÑOS)									
		NETO	BRUTO	NETO	BRUTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	SERVICIOS PERSONALES														
	Personal calificado														
	Personal no calificado														
	SERVICIOS PERSONALES NO														
	- servicios básicos														
	- arrendamientos y derechos														
	- mantenimiento, rep. y limpieza														
	- servicios técnicos y prof.														
	- servicios comerciales y financ.														
	- impuestos, derechos y tasas														
	MATERIALES SUMINISTROS Y														
	- materiales														
	- Otros materiales y suministros														
	OTROS COSTOS DE OPERACIÓN														
	<b>TOTAL</b>														

## 6. BENEFICIOS DEL PROYECTO

Todo proyecto de inversión que se pretenda ejecutar no tiene sentido si no genera beneficios. Además éstos deben ser mayores que sean mayores que los costos que implica conseguirlos, situación que sólo puede saberse si es posible cuantificar tanto los costos como los beneficios.

Sin embargo, el análisis de beneficios es una materia compleja en tanto surgen dificultades en varios planos: en la identificación, en la medición o cuantificación, en el momento en que se producen, en los beneficiarios que se apropian de los beneficios, en la combinación de beneficios generados por diferentes proyectos que se estén ejecutando en un momento dado. Electrificación rural no es un sector ajeno a esta problemática. Este capítulo pretende dilucidar las dificultades planteadas y en especial entregar todos los elementos necesarios para aplicar cualquier método de evaluación pertinente.

### 6.1 IDENTIFICACION DE LOS BENEFICIOS DE UN PROYECTO

Los beneficios de un proyecto están en estrecha relación con los problemas detectados al inicio de esta guía y que han dado origen a los objetivos planteados en el proyecto de solución a dichos problemas (diagnóstico y análisis de alternativas).

#### a) Beneficios directos cuantificables

Estos beneficios corresponden a los que recibe cada familia directamente por el hecho de contar con el servicio para uso residencial. Es decir, la cuantificación corresponderá a la valoración que le dan las personas a: cambiar una iluminación a velas o lámparas a Kerosene por bombillas eléctricas, poder utilizar aparatos como planchas, televisores, radios y otros por un período de tiempo que no esté limitado por la duración de pilas o baterías. En resumen el beneficio corresponde a la mayor disponibilidad por consumir más electricidad y para disfrutar de un servicio más seguro y de mejor calidad.

La teoría económica permite cuantificar el beneficio por el aumento de consumo de un bien mediante el área bajo la curva de demanda de ese bien.

La curva de demanda de energía eléctrica es de la forma:

$$Q = aP^e$$

donde:

Q : Consumo de energía eléctrica (KW/H/mes)

a : Constante que representa otras variables distintas del precio de la energía eléctrica.

P : Precio de la energía eléctrica

e : Elasticidad precio

La elasticidad precio mide cómo cambia el consumo de un bien ante cambios en el precio de este. Su representación gráfica corresponde a la inclinación de la curva. Cuanto más inclinada, menor sensibilidad del consumo ante variaciones de precio, menor elasticidad.

Sin embargo, en este caso no se puede tener un aumento de consumo de energía eléctrica, sino que el paso de consumir energía sustituta a energía eléctrica, por lo que no necesariamente se tiene una curva. Para superar este problema y dado que para construir la curva se necesitan de al menos dos puntos, se establece el siguiente supuesto metodológico:

“El consumo de energía sustituta en la situación actual representa un punto en la curva de demanda de energía eléctrica”.

Esto quiere decir que se asumirá que la curva, en al menos la zona correspondiente a este punto, será única para energía eléctrica y sustituta.

El segundo supuesto metodológico es que con solo dos puntos se puede construir la curva, es decir, asumir una inclinación, curvatura o pendiente igual en toda la extensión de ella.

Esto último significa tomar el factor “e” previamente definido con un valor constante y con ello poder establecer las siguientes ecuaciones:

Sean:

$P_0$  = Precio unitario de energía sustituta

$Q_0$  = Consumo total de energía sustituta de la localidad

$P_1$  = Precio unitario de energía eléctrica

$Q_1$  = Consumo total de energía eléctrica de la localidad.

El par  $(P_0, Q_0)$  define la situación sin proyecto, y  $(P_1, Q_1)$  la situación con proyecto.

Para poder contar con los datos de la situación con proyecto deberá encuestarse a una o más familias de la localidad de acuerdo a los grupos socioeconómicos que puedan haberse identificado, y tomar datos de consumo de energía sustituta, es decir, cuánto de velas, pilas, batería, kerosene, leña, carbón o algún otro tipo de energético utilizan para iluminación, entretenimiento u otro uso residencial y cuánto dinero gastan en ello.

Un problema que se representa en esta fase es el de expresar la cantidad de energía sustituta que consume la población en una misma unidad de medida, ya que todas las fuentes energéticas alternativas son distintas y por lo tanto, su consumo se expresa en distintas unidades (número de velas, litros de Kerosene, tiempo de batería, etc.).

Para superar esta traba, y dado que finalmente se pretende reemplazar esta energía por energía eléctrica y contra esa situación medir, resulta conveniente utilizar como unidad de medida el “Kilowatt-hora” (KW/H). Por lo tanto, se deben convertir las unidades de la energía sustituta a KW/H, de acuerdo a los factores que se entregan en la siguiente tabla.

Para considerar el precio unitario se divide el total de gasto de la familia en los elementos que utiliza por el total de Kw/h resultante al convertir el consumo de totales elementos.

#### Factores de Conversión de Energía Sustituta

FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA SUSTITUTA		
ELEMENTO ENERGÉTICO	SUPUESTOS DE CALCULO	FACTOR DE CONVERSIÓN

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

VELA	-- Capacidad lumínica de 18 watts. -- Duración de 2.5 horas	$F_{vela} = 0.045 \text{ kw/h/vela}$
LAMPARA A KEROSENE	-- Lámparas consumen 0.5 lts cada 4 horas, capacidad lumínica de 100 watts.	$F_{kerosene} = 0.8 \text{ kw/h/ keros}$
GRUPOS ELECTRÓGENOS A: BENCINA:	-- Equipo de 3 KVA con 1.2 lts/hr de requerimiento	$F_{bencina} = 1,211 \text{ kwh/lt}$
DIESEL:	-- Equipo de 10 KVA con 2.25 lts/hr de requerimiento	$F_{diesel} = 1,995 \text{ kwh/lt.}$
PILAS	-- Pilas alcalinas -- Aparato de 3watts con 4 pilas -- Duración 5 horas	$F_{pilas} = 0.056 \text{ kwh/pila}$
BATERÍAS	-- Batería 12 voltios, 16 amperes hora	$F_{bateria} = 0,192 \text{ kwh/bat}$

Un ejemplo de este ejercicio práctico se entrega a continuación.

*Supongamos que se ha identificado una localidad de acuerdo a un mecanismo seleccionado, y que se tiene la información general de esa localidad, que incluye el número de familias del área de influencia que sufre la falta de energía eléctrica. Si las características socioeconómicas de estas familias son similares y su composición en número de integrantes también, podemos obtener datos de una de ellas y assimilarlos al resto de la comunidad.*

*Supongamos que esta familia sufre la falta de energía fundamentalmente con velas, lámparas, plancha a carbón y pilas que le permiten operar un aparato de radio. De acuerdo a lo que el jefe de familia detalla las cantidades mensuales que consumen de estos elementos son:*

- 20 velas
- 10 litros de kerosene
- 4 libras de carbón
- 4 pilas de tamaño grande

*Con el costo unitario de cada elemento podremos tener el gasto mensual total de la familia en ellos. Podemos agregar un factor para suponer un mayor consumo de estos elementos en ciertos períodos del año (en invierno) o simplemente multiplicar por el número de meses del año y el número de familias de la localidad para tener la cantidad y el costo anual de ella en energía sustituta. Con el dato de la tasa de crecimiento poblacional podemos proyectar este consumo en un horizonte de tiempo preestablecido. El factor que podrá variar año a año será justamente el número de familias.*

Los puntos de conexión en la situación final o con proyecto se toman de acuerdo a lo expuesto en el análisis de demanda de energía eléctrica por medio de alguna localidad que ya cuenta con el suministro y que tenga características similares a la estudiada.

**b) Beneficios Indirectos**

Estos beneficios se traducen generalmente en un aumento de expectativas de desarrollo para la población en su conjunto, por la posibilidad de realizar proyectos colectivos de actividades que no pueden realizarse sin que existan condiciones básicas, entre ellas la de contar con energía eléctrica. Esto representa un beneficio a nivel de toda la comunidad, adicional al que recibe cada integrante de ella a nivel doméstico. La dificultad en el

dimensionamiento de este beneficio radica en que no puede medirse claramente y depende de otras consideraciones sean estas de infraestructura, para contar con todos los elementos básicos de desarrollo de cierta actividad, o de mercado, que permita que tal actividad signifique retornos para la comunidad. Una forma de dimensionar la importancia de estos problemas, es describiendo actividades de algunos sectores económicos, que la población podría llegar a desarrollar de contar con energía eléctrica.

Existen beneficios no considerados y deben ser tomados en cuenta en una evaluación social completa, como es el aumento de la productividad agrícola, la integración del campesino a la vida nacional a través de medios como la radio y la televisión, el fomento de escuelas nocturnas, recreación nocturna, el confort de la iluminación y las mejorías en la comunidad derivadas de la energía eléctrica.

### **i) Agricultura**

Dado que esta es la mayor actividad que se da en los sectores rurales, las mejoras que se puedan obtener por el hecho de contar con energía eléctrica tiene un gran impacto en la población. Estas mejoras, considerando que se analizan capacidades de abastecimiento eléctrico moderadas. apuntan generalmente a tecnificar ciertos procesos como la irrigación. Esta se efectúa generalmente por simple escurrimiento desde canales o cauces fluviales. Esto sin embargo, produce mucha pérdida del recurso hídrico y se torna un problema insalvable en períodos de sequía. con el consiguiente riesgo de perder las cosechas. Las técnicas que superan estos inconvenientes se basan en la utilización de bombas que permiten dosificar el agua y extraerla de pozos.

Evidentemente estas bombas pueden ser alimentadas con otras fuentes energéticas, sin embargo, la más eficiente es la eléctrica y en la medida que esté siempre disponible representa un beneficio importante para los agricultores.

Otro beneficio importante en esta actividad lo constituye la posibilidad de almacenar productos agrícolas. lo que puede llegar a tener un importante impacto en la economía de estos hogares. Esto porque en ciertas épocas, a los habitantes de estas zonas les puede resultar muy costoso abastecerse de ciertos productos, no sólo por su precio sino también por la dificultad de llegar a los lugares de abastecimiento dada su **situación de ruralidad**.

### **ii) Microempresas hogareñas de servicios**

La posibilidad de que las personas que permanecen en sus hogares puedan tener actividades que les permitan obtener un ingreso, es otro beneficio claro producto de la instalación de energía eléctrica. Esto porque a partir de los aparatos eléctricos domésticos que puedan adquirir estas personas pueden ofrecer servicios de costura, planchado y algunos otros. Incluso se pueden generar servicios de soldadura, pequeños talleres mecánicos y servicio de motores.

### **iii) Transporte y telecomunicaciones**

La energía eléctrica es indispensable para implantar sistemas de telecomunicaciones, desde la radio transmisión a la telefonía rural. También es importante ante eventuales tramos ferroviarios.

Es importante dejar en claro que estas son actividades que no dependen en forma exclusiva de la dotación de energía eléctrica ni se darán sólo por este hecho, pero si su disponibilidad es una base para que puedan desarrollarse. De esta forma no constituyen problemas directos de la falta de electricidad.



## **7. EVALUACION DE PROYECTOS**

### **7.1 EVALUACION FINANCIERA O PRIVADA**

El análisis financiero del proyecto es diferente a su análisis económico, aunque ambos conceptos están íntimamente relacionados. El propósito de la evaluación financiera es lograr apreciar la capacidad del proyecto para afrontar los compromisos asumidos para su financiamiento y para remunerar al capital propio aportado por la empresa o agencia ejecutora. Aunque la metodología formal de análisis a ser aplicada por el proyectista es la misma en el caso de la evaluación financiera que la correspondiente a la evaluación económica, el contenido de los flujos de beneficios y costos se define del tal manera en la evaluación financiera que el resultado del análisis dé una medida de rendimiento del capital aportado al proyecto por la empresa o agencia ejecutora del mismo. Así se puede ponderar la capacidad del proyecto para cubrir con sus ingresos monetarios los costos en los cuales se incurrirán. Si se demostrase la carencia de tal capacidad financiera, el proyectista debe considerar las diversas medidas promocionales, de tipo fiscal, crediticio o de otra naturaleza que hagan viable financieramente al proyecto, asumiendo que los mismos están justificados por el favorable rendimiento del proyecto desde el punto de vista de la economía en su conjunto.

La evaluación financiera de un proyecto de inversión intenta esencialmente cuantificar la rentabilidad del capital propio el cual es complementado externamente por los fondos previstos por los créditos de proveedores. A tal fin el análisis debe basarse en los flujos de fondos (positivos y negativos), con determinado esquema de financiamiento y operación de proyecto. En estos flujos de fondos obtenidos gracias a las distintas formas de endeudamiento se considera positivamente como ingresos, mientras que los posteriores repagos correspondientes a amortizaciones e intereses son computados como egresos del proyecto. El cuadro de fuentes y usos de fondos es la herramienta fundamental de la evaluación financiera.

Además del análisis financiero que considera el financiamiento como la rentabilidad de los accionistas, existe el análisis financiero desde el punto de vista de la inversión total, en ésta no se considera los gastos financieros y las amortizaciones como es el caso de la evaluación desde el punto de vista del propietario o accionista del proyecto. En síntesis, podemos decir que el análisis financiero desde el punto de vista de la inversión total, mide el mérito de la inversión propia y se diferencia de la evaluación económica por la valoración de los beneficios y costos a precios de mercado.

Para elaborar el flujo de caja financiero se necesita toda la información que se pueda obtener acerca del proyecto. El primer cuadro sería entonces uno que contenga la información básica del proyecto como: ingeniería y plan de ejecución, capacidad instalada y plan de producción físico, años de vida útil y años de liquidación y por supuesto los precios de mercado.

A partir de ese cuadro de información básica, se derivarían los cuadros financieros que contienen: plan de inversiones por rubro, programa de préstamos, depreciaciones y amortizaciones, plan de liquidación, producción y ventas, compras de insumos, determinación de capital de trabajo e inventarios, estado de resultados, balances proforma.

A continuación se presenta el análisis de una empresa de agua potable rural luego de haber escogido la alternativa de mínimo costo, es decir, se considera que los beneficios generados por el proyecto son iguales para las distintas alternativas analizadas.

**FLUJO FINANCIERO**

Rubros/años	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por Venta		331	379	434	497	569	652	747	855	979	1121
Inversiones	230										
Gastos Totales		4	360	383	409	438	472	512	555	605	663
Compra de Energia		76	90	105	124	145	171	201	236	277	326
Gastos de op. y mant.		262	270	278	285	293	301	311	319	328	337
Salarios y prestaciones		42	43	45	46	47	48	50	51	53	54
Administracion Geren.		88	91	93	96	98	101	104	107	110	113
Materiales		132	136	140	143	148	152	157	161	165	170
Flujo de Caja Neto	-230	-7	19	51	88	131	180	235	300	374	458
TIR	34%										
VAN	357.41										



## 7.2 EVALUACION ECONOMICA-SOCIAL

Desde el punto de vista institucional, cada agente tiene sus propias expectativas frente a un proyecto (o alternativa): Considera los beneficios como el conjunto de bienes o servicios que deberá producir el proyecto y por medio del cual obtendrá la satisfacción de sus intereses particulares (por ejemplo, ingresos por venta de los que derivará un lucro financiero). Los costos para la institución están representados por lo que efectivamente tiene que desembolsar para preparar, ejecutar y operar el proyecto. Por lo tanto el balance financiero, igual a beneficios menos costos, es el resultado de una medición a precios de mercado.

La evaluación financiera y la económica presentan sus diferencias, el análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto, en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad. Estos conceptos diferentes se reflejan en las diferentes partidas consideradas como costos y beneficios así como en su valoración.

En relación a los beneficios, cuando la institución construye y opera un camino bajo una concesión pública, sus beneficios están medidos por los ingresos que percibe por concepto de peaje. Desde el punto de vista de la sociedad, los beneficios corresponderán a una gama de ventajas que para el conjunto de agricultores de la región se derivarán de la situación con proyecto tales como: disminución de pérdidas de cosecha, ahorro en tiempos de transporte, incremento de la producción agrícola.

También por el lado de los costos hay diferencias. Supongamos que una institución tiene que cerrar una vía pública para construir un edificio, y que la autoridad correspondiente le da permiso para hacerlo. Hay un costo que la institución no paga pero que se causa a los demás y que corresponde a la incomodidad ocasionada por la imposibilidad de uso de la vía durante la construcción. Aquí no se produce un costo financiero a la institución, pero sí se genera un costo para la sociedad.

Finalmente existen diferencias en cuanto a la valoración. La institución efectúa sus mediciones a "precios de mercado", considerando entre otros, impuestos y subsidios.<sup>2</sup> Para la evaluación económica-social deberán establecerse unos precios que sean los adecuados para expresar lo que le cuesta a la sociedad (precios de eficiencia, precios sombra) los recursos asignados a un proyecto.

¿Pero qué son esos precios de eficiencia o precios sombra? Estos precios reflejan la verdadera escasez para la sociedad de los bienes y servicios o su costo de oportunidad.

Como es bien sabido, el objetivo de toda sociedad es aumentar su bienestar. Para ello la sociedad espera que las inversiones maximicen su aporte al nivel de bienestar y por tanto la evaluación económica-social de proyectos debe incorporar este propósito a su metodología de análisis.

El bienestar social se puede lograr por dos vías: se obtiene de manera directa cuando se producen bienes y servicios destinados al consumo, ya que el consumo incrementa el nivel de bienestar; se logra de manera indirecta cuando un bien se sustrae del consumo final y se utiliza como recurso para producir otros bienes que aumentarán el bienestar con su consumo en el futuro.

En este sentido, todo bien o recurso que se asigne a un proyecto implica su retiro del consumo (como bien o servicio, con lo que se sacrifica bienestar social); o su desvío como recurso, con lo

---

<sup>2</sup> Los pagos por transferencias directas tales como impuestos a la renta, la propiedad y los subsidios lo que hacen es redistribuir el ingreso nacional afectando positiva o negativamente la tesorería de gobierno. En suma es una transferencia de recursos de un sector a otro y no afecta a la sociedad como un todo.

que se sacrificará su contribución alternativa al bienestar que se obtendría de su uso potencial en otro proyecto o en otra actividad productiva.

Así surge el concepto de “**costo de oportunidad**”, entendido como el sacrificio que representa para la sociedad el uso de un recurso en el proyecto: lo que la sociedad deja de percibir como consecuencia de la asignación de un recurso al proyecto, al retirarlo de un uso económico alternativo. La sociedad “sacrifica la oportunidad” de darle otro uso al recurso si lo destina al proyecto (o a la alternativa).

### 7.2.1 Precios de mercado y precios económicos-sociales

Examinemos un ejemplo sencillo: Supongamos que el rubro “Maquinaria y Equipo” tiene un precio de 600,000.00 de los cuales 150,000 corresponden a impuestos indirectos. El precio de mercado para la institución será de 600,000.00

El precio para la sociedad en su conjunto será 450,000.00 ya que los impuestos son meras transferencias entre agentes internos del mismo sistema (del empresario o institución al Estado), por lo que los impuestos no se consideran como parte del costo económico (social).

Así como en el ejemplo anterior se ha presentado la influencia de un impuesto indirecto, hay otros tipos de incidencia que distorsionan los precios de mercado, como los aranceles, subsidios, diferencias en el tipo de cambio de las divisas, regulación de precio etc.

Los precios económicos (sociales) miden el costo alternativo de los recursos para la sociedad, estableciendo las divergencias que tanto a nivel de ingresos como de costos se manifiestan en una economía, atribuible en parte a las imperfecciones del mercado. Los precios económicos más utilizados son:

1. Mano de obra no calificada. De acuerdo al enfoque de desequilibrio parcial, el precio social de la mano de obra no calificada (PSMONC) como el precio mínimo por el cual los trabajadores no calificados estarían dispuestos a emplearse. El factor de ajuste para evaluación social (m) relaciona el precio social con el salario mínimo promedio (SMP).

PSMONC = PRECIO MINIMO DE OFERTA

$$m = \text{PSMONC} / \text{SMP}$$

Ejemplo: de acuerdo a estimaciones realizadas en los departamentos de Matagalpa, Jinotega, León y Chinandega, el precio mínimo de oferta de la mano de obra no calificada del sector agrícola es de C\$ 7.00 por día, mientras el salario de mercado prevaleciente en dichos departamentos es en promedio de C\$ 10.00. Entoces el factor de conversión para la mano de obra no calificada es de 0.70

Mano de obra calificada. El precio social de los servicios de mano de obra calificada (PSMOC) está de acuerdo con este enfoque, adecuadamente medido por el salario promedio efectivamente recibido por dicha mano de obra. Es decir, que el factor de ajuste para este concepto es igual a uno.

2. Tasa social de descuento. La tasa social de descuento de acuerdo al enfoque de desequilibrio parcial debe reflejar la rentabilidad social de las mejores inversiones del sector privado. La tasa social de descuento podrá conceptualizarse como un promedio ponderado de la productividad marginal de la inversión y de la tasa de preferencia intertemporal. Dada la relativa inelasticidad-interés de la oferta de los fondos ahorrados, la tasa social de descuento puede considerarse similar a la productividad social de la inversión. Según resultados de

investigaciones realizadas por la DGIP, la tasa social de descuento durante los últimos cinco años ha tenido un promedio del 15% (Ver detalle en anexo sobre precios sociales).

3. Precio social de la divisa. El precio social de la divisa es un promedio ponderado de los precios de oferta y de demanda de dicho recurso económico. En una primera aproximación de primer grado, el precio social de la divisa puede estimarse como un promedio simple de ambos precios. La prima de ajuste al 31 de diciembre de 1995 es del 15%.

En el cálculo de estos precios, es fundamental distinguir el concepto de bienes transables internacionalmente y no transables.

Los **bienes transables** son aquellos que se relacionan directa o indirectamente con el comercio internacional. Se pueden dividir en dos grupos.

Bienes transables de oferta. Los exportables se valoran FOB, los que sustituyen importaciones CIF.

Bienes transables de demanda. Los importados se valoran CIF, los que disminuyen exportaciones FOB.

Los **bienes no transables** son aquellos cuya producción no se vincula con el comercio exterior. Se pueden dividir en dos grupos.

No transables por naturaleza o restricción física (mano de obra, transporte etc.)

No transables por restricciones institucionales (fijación de cuotas , aranceles prohibitivos etc.)

#### **Definición de parámetros nacionales**

La DGIP, con base en estudios detallados hechos por el proyecto MEDE/BID/PNUD y con la colaboración del Banco Mundial, ha establecido los siguientes parámetros, que deberán ser usados por todos los organismos integrantes del Sistema Nacional de Inversiones Públicas para hacer sus conversiones de precios de mercado a precios de cuenta.

Precio social de la divisa (tipo de cambio al 31 dic. 95 = 7.97 x 1.15 prima de ajuste = 9.16 al 31 Dic de 1995)

Precio social de la mano de obra calificada es igual al precio de mercado ( 1.0)

Precio social de la mano de obra no calificada 0.70 del precio de mercado

Tasa social de descuento 15%

Estos parámetros serán revisados cuando amerite y serán transmitidos a través de los Lineamientos Anuales de Inversión Pública.

### **7.2.2 Ajustes para pasar de la valoración financiera a la económica**

Al efectuar el análisis financiero y el económico, es conveniente seguir el análisis en los pasos en que está dividido: financiero y económico. No es conveniente comenzar con el flujo de caja económico, ya que la determinación de dichos precios se deriva de los precios de mercado. Por lo tanto, el comienzo de toda evaluación es la financiera.

Para transformar un flujo financiero en flujo económico es necesario establecer factores de conversión de precios financieros a precios económicos, para ello, es necesario subdividirlo en rubros de inversión y de operaciones. A la maquinaria, equipo y materiales importados se le deduce los impuestos de introducción y se ajusta por el precio económico de la divisa, según el porcentaje de componente importado que tiene el rubro.

Para los rubros no transables (ejemplo: cemento, mano de obra, etc.) se calcula su costo económico con base en la oferta y demanda interna y a las distorsiones contenidas en los precios financieros.

Normalmente, el factor de ajuste de los no transables es igual a uno.

En el cuadro siguiente se detallan los pasos metodológicos para el cálculo de los factores de conversión por los rubros principales del proyecto.

**FACTORES DE CONVERSION**

Rubros	Valor Financiero	Factor de Conversión	Valor Económico
INVERSIONES	230.00	1.055	242.60
Terreno	10.00	1.000	10.00
Equipo	110.00	1.150	126.50
Construcción	110.00	0.964	106.10
Mano de obra calificada	31.00	1.000	31.00
Mano de obra no calificada	13.00	0.700	9.10
Materiales	66.00	1.000	66.00
GASTOS TOTALES	338.00	0.987	333.50
Compra de energía	76.00	1.000	76.00
Gastos de operación y mantenimiento	262.00	0.983	257.50
Salarios y prestaciones	42.00	0.892	37.50
Mano de obra no calificada	15.00	0.700	10.50
Mano de obra calif. y profesionales	27.00	1.000	27.00
Administración general	88.00	1.000	88.00
Materiales	132.00	1.000	132.00
INGRESOS POR VENTAS	331.00	1.000	331.00

### **7.2.3 Análisis económico**

Al aplicar los factores de conversión al flujo financiero, se obtiene el flujo económico que se presenta en el cuadro siguiente.

La determinación de un factor de corrección menor que la unidad para los rubros de inversión y costos de operación hace que el valor actual de costos económicos sea menor que el financiero, ratificando de esa manera la decisión de alternativas de mínimo costo seleccionada.

**FLUJO ECONOMICO**

Rubros/años	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por Venta		331	379	434	497	569	652	747	855	979	1121
Inversiones	242.65										
Gastos Totales		324.81	346.28	368.64	394.08	422.46	455.78	494.89	537.09	586.08	643.07
Compra de Energia		76.00	90.00	105.00	124.00	145.00	171.00	201.00	236.00	277.00	326.00
Gastos de op. y mant.		253.09	260.84	268.50	275.27	283.03	290.79	300.40	308.16	316.80	325.54
Salarios y prestaciones		37.46	38.36	40.14	41.03	41.92	42.82	44.60	45.49	47.28	48.17
Administracion Geren.		88.00	91.00	93.00	96.00	98.00	101.00	104.00	107.00	110.00	113.00
Materiales		132.00	136.00	140.00	143.00	148.00	152.00	157.00	161.00	165.00	170.00
Flujo de Caja Neto	-242.65	6.19	32.72	65.36	102.92	146.54	196.22	252.11	317.91	392.92	477.93
TIR	36%										
VAN	413.49										

### 7.3 Indicadores de evaluación

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente.

La evaluación se hace en base a los siguientes criterios:

#### 7.3.1 Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción. El propósito esencial de esta comparación es someter a escrutinio los méritos de un curso de acción propuesto, por lo general un determinado acto de inversión, planteando la posible opción de escoger otros cursos de acción alternativos. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

##### 7.3.1.1 Valor Actual Neto<sup>3</sup>

Una inversión es rentable solo si el valor actual del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados usando una tasa de descuento pertinente.

Los beneficios económicos, tal como se ha señalado anteriormente, incluyen los beneficios directos, los indirectos, las externalidades positivas; en el mismo sentido, los costos incluyen los directos, los indirectos, las externalidades negativas.

El VAN se define como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida. Para obtener el valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$B_t$  = beneficio del año t del proyecto

$C_t$  = costo del año t del proyecto

t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión

r = tasa económica de descuento

#### Criterios de decisión

---

<sup>3</sup> Cuando se habla de neto, se asume que los flujos en cada período pueden ser positivos o negativos. El neto se refiere a la diferencia entre los beneficios y los costos. Es decir se suman los beneficios atribuibles al proyecto y se le restan los costos. El VAN incorpora automáticamente el valor del dinero en el tiempo.



Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

RESULTADO	DECISION
Positivo (VAN mayor que cero)	Se acepta
Nulo (VAN igual a cero)	Indiferente
Negativo (VAN menor que cero)	Se rechaza

#### Comparación entre alternativas.

Entre varias alternativas de igual duración el mayor VAN decide. Cuando las alternativas tienen vidas diferentes, el VAN debe transformarse en Valor Actual Equivalente (VAE), para obtener una expresión que los haga comparables; la mejor alternativa será la de mayor VAE.

Veamos un ejemplo: para un proyecto de agua potable rural se estudian dos alternativas para la construcción del pozo: excavado a mano, perforado a máquina.

Los resultados son los siguientes:

Alternativa	Vida útil	VAN	VAE
Pozo excavado a mano	10 años	10,00.00	1,627
Pozo perforado a máquina	20 años	12,00.00	1,409

Si sólo se analiza el VAN la mejor alternativa es el pozo excavado a mano, si se analiza con el VAE la mejor alternativa es el pozo perforado a máquina.

#### **7.3.1.2 Tasa Interna de Retorno**

Se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

#### Criterio de decisión

La TIR mide la rentabilidad económica del proyecto. Como criterio general, debe compararse la TIR del proyecto con la tasa de descuento económica

RESULTADO	DECISION
Mayor (TIR mayor que 15%)	Se acepta
Igual (TIR igual a 15%)	Indiferente
Menor (TIR menor que 15%)	se rechaza

El criterio de la TIR adolece de serias dificultades por lo que su uso debe siempre realizarse en conjunto con el VAN. Se señalan las siguientes:

- si se produce más de un cambio de signo en los flujos, es posible más de una solución, es decir, pueden haber varias TIR.

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

- El criterio de la TIR asume que los fondos liberados por el proyecto se reinvierten a esa misma tasa, cuando lo lógico es asumir que se invierten a la tasa de oportunidad.

### 7.3.1.3 Relación beneficio costo

Como su nombre lo indica, se define por: el coeficiente entre los beneficios actualizados y los costos actualizados, descontados a la tasa de descuento (15%).

Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$B = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

#### Criterios de decisión

Como se trata de coeficiente el criterio de decisión es en torno a uno.

RESULTADO	DECISION
Mayor (B/C mayor que uno)	Se acepta
Igual (B/C igual a uno)	Indiferente
Menor /B/C menor que uno)	Se rechaza

#### Comparación entre alternativas

Entre alternativas se escoge la de mayor B/C, siempre que sea mayor que 1o igual a uno.

### 7.3.1.4 Proyectos que se excluyen mutuamente

Hay situaciones en que los indicadores de evaluación arriba señalados no son suficientes para tomar una decisión, tal es el caso de elegir entre proyectos que se excluyen mutuamente y cuando no es posible o al menos no es conveniente poner en ejecución más de una de las posibilidades: caso de proyectos totalmente distintos que se excluyen mutuamente, un proyecto de gran magnitud como posibilidad que excluye una versión en menor escala del mismo, determinar si sería mejor comenzar un proyecto ahora o en una fecha posterior, elección de tecnologías cuando la elección de una significa la exclusión de otra.

Cuando hay que decidirse entre posibilidades que se excluyen mutuamente, la actualización de las diferencias ofrece un instrumento analítico conveniente para adoptar una decisión de inversión, y cuando se tiene una tasa social de descuento, se analizan los valores actuales netos de las posibilidades que se excluyen mutuamente a fin de elegir una de ellas. Para expresarlo en términos económicos, lo que se determina en realidad es el rendimiento marginal del costo marginal en que se incurre.

**Dado que la TIR puede dar indicaciones erróneas en este caso, debe usarse el VAN incremental; la alternativa elegida debe ser la que tenga el VAN marginal más alto.**

### 7.3.2 Análisis de sensibilidad

Deberá analizarse el rendimiento que pudiera tener el proyecto ante variaciones o cambios en las condiciones originalmente establecidas como bases del proyecto, a efecto de que los parámetros

Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural establecidos para la evaluación sufran modificaciones y muestren la flexibilidad de los cambios en los beneficios esperados.

La práctica de suponer variaciones en las condiciones previstas, generalmente se refieren a los siguientes aspectos: volumen y precios de venta, costos de producción e inversiones.

Los porcentajes de variación y los aspectos a modificar para probar la sensibilidad del rendimiento económico de un proyecto dependen básicamente de las características y tipo de que se trata.

Consideradas las variaciones adecuadas que han de practicarse, se deberán elaborar nuevos estados financieros para obtener un nuevo flujo de efectivo a partir del cual se calcularán los indicadores sintéticos que arrojará el proyecto, indicando el grado de sensibilidad del mismo.

Ejemplo de aplicación del análisis de sensibilidad a un proyecto :

TIR financiera	6.0 %
TIR económica	18.9 %
TIR económica (Con una reducción del 10% del valor de producción)	15.5%
TIR económica (Con 10% adicional de los costos)	14.1%

### 7.3.3 Análisis costo eficacia

Eficiencia en el contexto de evaluación económica de proyectos cuyos beneficios no son fácilmente medibles, se refiere a la forma cómo se logran ciertos resultados dentro de un proceso con los insumos utilizados en el mismo. Un proceso es más eficiente cuando obtiene más resultados con un número específico de insumos, o el mismo resultado con menos insumos. Un proyecto es Costo-Eficaz cuando es eficiente técnicamente y además logra las metas al costo más bajo.

El análisis costo eficacia se usa para proyectos con un beneficio muy bien definido donde la comparación de alternativas de proyecto se hace solo si estas generan el mismo beneficio.

El análisis costo-eficacia es una medida adecuada para tomar decisiones en proyectos que producen bienes meritorios ; en estos se acepta el supuesto que la validez de los objetivos a cumplir no se cuestiona, también, se acepta el supuesto que si existen alternativas que satisfacen los objetivos es porque estos generan los mismos resultados.

La minimización de costos para distintas alternativas de proyectos que producen el mismo beneficio se puede hacer calculando el valor actual de los costos de cada alternativa, usando la siguiente fórmula.

$$VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

donde:  $C_t$  = costo del año t del proyecto

$t$  = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la fase de inversión

$r$  = tasa económica de descuento

Se invierte en la alternativa con menor VAC

El costo anual equivalente se obtiene a partir del valor actual de los costos, de la manera siguiente:

$$CAE = VAC * \frac{(1+r)^n * r}{(1+r)^{n-k+1} - 1}$$

La fórmula de la derecha corresponde a la de las anualidades y su factor se encuentra en tabla financiera.

**Ejemplo Hipotético de un análisis Costo Eficacia de una empresa de agua potable que requiere un equipo portátil para medir flujo de agua.**

Vamos a suponer que la empresa de agua potable requiere un equipo portátil para medir flujo de agua que se puede realizar según las alternativas siguientes:

**Alternativa 1**

La primera alternativa es comprarlo el próximo año, siendo su valor actual de C\$ 12,500, con una vida útil de 12 años, es posible asumir que el equipo no tendrá ningún valor al finalizar el horizonte del proyecto. (valor residual igual a cero).

**Alternativa 2**

La segunda alternativa consiste en un “arrendamiento” a 12 años, en cuyo caso el costo anual, pagadero al inicio de cada año, será de C\$ 1,500. También en este caso se asume que el valor del equipo al final del año 12 será nulo, por lo que no ejercerá la opción de compra.

En ambos casos todos los costos de operación y mantención serán de responsabilidad de la empresa de agua potable y dado que se trata el mismo equipo, es posible asumir que estos serán idénticos para ambas alternativas. Cualquiera que sea la alternativa escogida, ésta se realizará en doce meses.

Los datos para la alternativa 1 son los siguientes:

$$VAC_{Alt.1} = \sum \frac{12.500}{1.12^i} = \$ 11.161$$

**Alternativa 2**

Los datos para la alternativa 2 son los siguientes

$$VAC_{Alt.2} = \sum \frac{1.500}{1.12^i} = \$ 9.292$$

De acuerdo al criterio del costo mínimo, la mejor alternativa es la 2.

## **8. EXTERNALIDADES DEL PROYECTO**

Todo proyecto genera externalidades en otros ambientes o agentes relacionados directamente con él. Estas pueden ser positivas o negativas si existen beneficios o perjuicios para ellos. Si se pueden reconocer externalidades positivas si se considera que disponer de agua potable y saneamiento puede ser causa de arraigo de poblaciones evitando el problema de emigraciones, fomento de actividades productivas antes no previstas, mejoramiento en la calidad de vida de la comunidad en general.

Lo importante, en todo caso, es que se reconozcan todos los beneficios o perjuicios que un proyecto pueda ocasionar en la comunidad en que se inserta.

## 9. DISTRIBUCION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS E IMPACTO FISCAL

El impacto distributivo de un proyecto trata de cuantificar qué porcentaje de sus beneficios son apropiados por los sectores de bajos ingresos, los otros beneficiarios privados y el sector público; en síntesis, se trata de determinar el uso que el sector público hace de sus fondos y cómo dicho uso modifica la situación de las personas.

Este análisis consiste en determinar quien recibe los beneficios del proyecto y quien paga los costos, es decir un análisis de generadores y receptores de fondos del proyecto. También determina si el impacto neto del proyecto es beneficioso o no para la sociedad.

Como primer paso se procede a obtener el VAN de los beneficios y costos del proyecto y luego se procede a la distribución de los mismos usando criterios basados en la lógica económica, donde tiene que ver mucho el criterio analítico del economista.

Para abordar este tema tomamos un ejemplo expuesto por el Dr. Pedro Belli<sup>4</sup>, presentado aquí con algunas adaptaciones.

Los costos del proyecto se estiman en 819,993. El financiamiento sería un 52% por el Gobierno y 48% con un crédito de la Agencia Internacional de Fomento.

### Sumario de Beneficios y Costos: Proyecto de Electrificación Rural

Concepto	Sociedad	Gobierno
Ingresos	2,446,975	
Costos		
Trabajo comunitario	(971,757)	
Admon. de los servicios	(244,697)	
Retorno al capital	(122,349)	
Contingencias	(244,697)	
Impuestos		213,758
Costos del Proyecto	(819,993)	(819,993)
Beneficios netos	43,482	(606,253 )

Puede apreciarse que el proyecto genera un beneficio neto para la sociedad de 43,482, el Gobierno tiene un impacto fiscal negativo 606,253.

El cuadro anterior da una vista integral de los análisis financiero, económico y fiscal. Muestra cómo el análisis financiero y el económico difieren; la diferencia está dada por la distorsión introducida por los impuestos y que además constituyen una transferencia, por lo que no aparecen dentro de la columna que integra el beneficio neto (económico) para la sociedad. Muestra el impacto del proyecto en las finanzas públicas del gobierno. Finalmente, señala que una vez que se ha incurrido en los costos de inversión, el proyecto es autosostenible.

<sup>4</sup> Handbook on economics analysis of invesment operation OPR Mayo de 1996.

## 10. FINANCIAMIENTO DE LA INVERSION

### 10.1 PLAN DE FINANCIAMIENTO

Durante la fase de evaluación de un proyecto es conveniente hacer un estudio de planeación financiera y de la fuentes de financiamiento disponibles.

Las modalidades de financiamiento de proyectos son de varios tipos siendo los más frecuentes los siguientes:

- Financiamiento a través de agencias financieras nacionales e internacionales.
- Financiamiento de recursos públicos ( gobierno central, municipios) a través de asignaciones presupuestarias.
- Ahorros propios de las instituciones, casos de empresas públicas y organismos descentralizados.
- Aporte de la comunidad e instituciones de la sociedad civil

Cada una de las fuentes de financiamiento analiza y decide en combinación con el organismo promotor del proyecto como se realizarán los desembolsos y en que tipo de moneda.

El plan de financiamiento por fuentes y por tipo de moneda se presenta en un cuadro como el siguiente:

	Moneda Local	Moneda extranjera	Total
Banco Mundial			
Banco Interamericano			
Gobierno de Canadá			
Gobierno de Nicaragua			
Beneficiarios			
Total			

Además de las fuentes de financiamiento es necesario hacer una programación de los desembolsos del proyecto, la que se hace en base a las necesidades financieras que tiene el proyecto.

El plan de desembolsos se presenta en un cuadro como el siguiente:

	1996	1997	1998	1999
Banco Mundial				
Banco Interamericano				
Gobierno de Canadá				
Gobierno de Nicaragua				
Beneficiarios				
Total				

Finalmente se debe hacer un resumen de costos del proyecto o de uso de fondos, el cual sirve de información a los inversionistas de cómo se invertirán los recursos así como el cumplimiento de los objetivos.

Un cuadro como el siguiente sirve para mostrar el uso de fondos de inversión en un proyecto y el gasto en moneda nacional y extranjera.

	US (000)		
	En moneda local	En moneda extranjera	Total

## Pautas Metodológicas para la Form. y Eval. de Proyectos de Electrificación Rural

Infraestructura			
Maquinaria			
Otros			
Total			

### 10.2 NEGOCIACION CON LAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y ENDEUDAMIENTO

Una vez que se han seleccionado las posibles fuentes de financiamiento, la mejor alternativa será la que tiene el menor valor actual de los costos financieros.

Los desembolsos para financiar el proyecto pueden ser considerados como ingresos del proyecto y los costos financieros pueden colocarse como cualquier otro costo del proyecto, de ahí que sea deseable obtener la mínima relación del valor actual de los costos financieros (VACF) sobre el valor actual de los desembolsos (VAD).

$$\text{Minimizar } \frac{VACF}{VAD}$$

Para calcular la incidencia del proyecto sobre la deuda externa, se asume que el saldo de la deuda priorizada por el país permanece constante a los niveles del año en que se formula el proyecto, luego se calculan los saldos incrementales ocasionados por el proyecto.

También se debe calcular la incidencia del proyecto sobre el endeudamiento de la institución proponente del mismo usando el mismo procedimiento del párrafo anterior.

## 11. SOSTENIBILIDAD

El análisis de la sostenibilidad del proyecto es casuístico, es decir, cada proyecto presenta sus propias particularidades. No obstante, se señalan algunos elementos generales.

En primer lugar, habría que analizar el impacto fiscal del proyecto. Si el impacto es positivo, la sostenibilidad del mismo resulta más viable. Si el impacto es negativo, la sostenibilidad dependerá de la capacidad del gobierno de incrementar sus ingresos.

En algunos proyectos habrá que analizar las contribuciones de la comunidad. Puede darse el caso de proyectos en que una vez que se ha incurrido en los gastos de inversión, los gastos recurrentes sean cubiertos por los beneficiarios del proyecto, en otros, los beneficiarios pueden contribuir a cubrir los gastos recurrentes en un determinado porcentaje.

En el caso de las empresas públicas, puede ser que se cobren tarifas diferenciadas y se transfieran ingresos para ciertos servicios.

Finalmente, la sostenibilidad del proyecto estará dada por la sanidad de las finanzas públicas, compatibilización entre el impacto fiscal de los proyectos y las proyecciones de los ingresos públicos.



**BIBLIOGRAFÍA**

1. Guía para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Electrificación Rural. ILPES.
2. Electrificación de Comunidades Rurales, Región I. INE 1992.
3. Preparación y Evaluación de Proyectos. Nassir y Reinaldo Sapag Chain. Tercera Edición. 1995
4. Inversión Pública, Eficiencia y Equidad. MIDEPLAN, Departamento de Inversiones, Chile 1992.