

~ Proyecto ~



# La Electrificación Rural

---

En ECUADOR

---

Proyecto financiado por



El proyecto TECH4CDM, desarrollado a lo largo de los años 2008 y 2009 y financiado por la Unión Europea dentro del Sexto Programa Marco de I+D, tiene como objetivo la promoción de tecnologías de energías renovables y de eficiencia energética prestando especial atención a la superación de barreras de carácter tecnológico y analizando cómo los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto pueden favorecer los proyectos basados en las tecnologías eólica, cogeneración, solar térmica y electrificación rural con energías renovables.

En su ejecución participan tanto instituciones europeas como de América Latina y está coordinado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) de España. Los socios tecnológicos que participan en el proyecto son: la Asociación de la Industria Fotovoltaica Europea (EPIA), la Asociación Empresarial Eólica (AEE), la Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT). En el caso de la cogeneración se cuenta con la participación de COGEN España y para la parte referente a los MDL con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

Los cinco países donde se realizan las actividades del proyecto son Argentina, Chile, Ecuador, México y Perú y en cada uno de ellos se ha trabajado con socios locales, asegurando de esta forma un mayor aprovechamiento de los esfuerzos compartidos. Las entidades participantes son la Secretaría de Energía y la Unión Industrial Argentina, la Comisión Nacional de Energía (CNE) de Chile, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) de Ecuador, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de México y el Centro de Conservación de Energía y del Ambiente (CENERGIA) de Perú.

Entre las actividades a realizar en el proyecto, está la realización de una serie de estudios sobre la situación de estas tecnologías en cada uno de los países. Este documento resume los aspectos más importantes.

Más información en [www.tech4cdm.com](http://www.tech4cdm.com)

# Contenido

1.	ECUADOR.....	4
2.	CONTEXTO ENERGÉTICO ECUATORIANO.....	5
3.	ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL.....	11
4.	RESULTADOS .....	21
5.	REFERENCIAS .....	23

## 1. ECUADOR

La siguiente tabla muestra los datos más del país:

<b>ECUADOR</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>General Data</b>				
Población, (millones)	<b>12,31</b>	<b>13,06</b>	<b>13,34</b>	<b>13,48</b>
Crecimiento de población (anual %)	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>
Superficie del país(miles de km <sup>2</sup> )	<b>283,6</b>	<b>283,6</b>	<b>283,6</b>	<b>283,6</b>
<b>Energía y Medioambiente</b>				
Uso de energía (kg equivalentes de petróleo per capita)	<b>118,4</b>	<b>108,5</b>	<b>..</b>	<b>..</b>
Emisiones de CO2 (toneladas métricas per capita)	<b>29,1</b>	<b>27,3</b>	<b>..</b>	<b>..</b>
Consumo de energía eléctrica (kWh per capita)	<b>..</b>	<b>..</b>	<b>32.385</b>	<b>..</b>
<b>Economía</b>				
PIB (billones de US\$ corrientes)	<b>15,94</b>	<b>37,19</b>	<b>45,79</b>	<b>52,57</b>
Agricultura, valor añadido (% del PIB)	<b>..</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
Industria, valor añadido (% del PIB)	<b>..</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Servicios, etc., valor añadido (% del PIB)	<b>..</b>	<b>58</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Crecimiento anual del PIB (%)	<b>2,8</b>	<b>6,0</b>	<b>2,5</b>	<b>6,5</b>
Inflación, deflactor del PIB (% anual)	<b>-7,0</b>	<b>7,5</b>	<b>7,0</b>	<b>7,8</b>
Exportación de bienes y servicios (% del PIB)	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>36</b>
Importación de bienes y servicios (% del PIB)	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>39</b>
Inversiones extranjeras directas, flujos netos (US\$ corrientes) (millones)	<b>720</b>	<b>493</b>	<b>183</b>	<b>..</b>

Información sobre Ecuador (Fuente: Banco Mundial).

## 2. CONTEXTO ENERGÉTICO ECUATORIANO

El sistema energético ecuatoriano es un sistema basado en fuentes de energía de origen fósil y energías renovables, siendo el peso de cada fuente energética, durante el año 2006, de un 89 % y 10 % respectivamente (Figura 1). Alcanzando durante ese mismo año una producción total de energía primaria de 12.853 kTEP.

Si se analiza la generación de energía eléctrica casi la mitad de la producción es de origen hidráulico. Pero a pesar de la alta participación de las energías renovables en la producción eléctrica ecuatoriana, hasta el momento tan sólo se está aprovechando el 12 % del potencial hidroeléctrico del país.

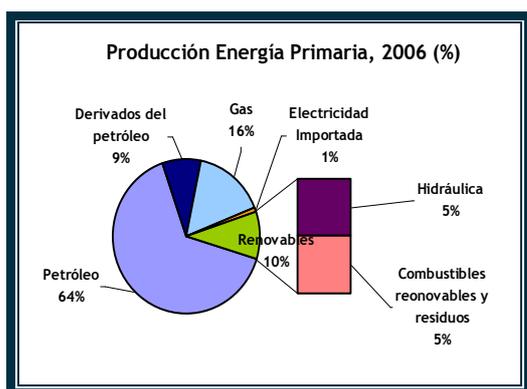


Figura 1: Producción energía primaria durante 2006, % (fuente: MEER).

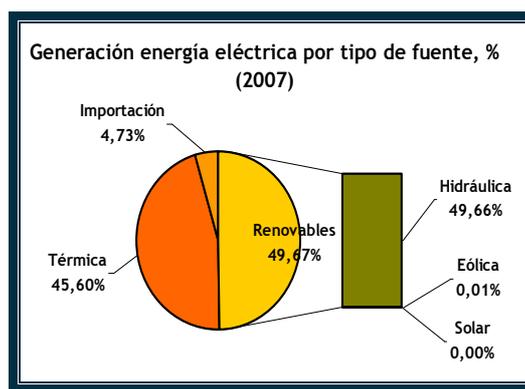


Figura 2: Generación energía eléctrica en % durante 2007 (fuente: CONELEC).

Aún siendo Ecuador un país productor y exportador de energía, no es autosuficiente. En primer lugar existe un desajuste en cuanto al balance de productos derivados. De los 66.919.530 barriles de productos derivados que se consumieron en el país, 31.668.758 barriles fueron importados y la exportación sólo alcanzó los 15.159.696 barriles. Este balance negativo es debido a la inadecuada estructura de las refinерías ecuatorianas. En segundo lugar, la producción interna de energía eléctrica no es suficiente, importándose en 2007 el 4,73 % del total generado.

## Agentes relevantes del sector energético ecuatoriano

### **Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER):**

La misión del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER, es servir a la sociedad ecuatoriana, mediante la formulación de la política nacional del sector eléctrico y la gestión de proyectos. Promover la adecuada y exitosa gestión sectorial, sobre la base del conocimiento que aporta gente comprometida con la sostenibilidad energética del Estado.

### **Centro Nacional de Control de Energía (CENACE):**

El CENACE es una organización sin fines de lucro, cuyos miembros incluyen a todas las empresas de generación, transmisión, distribución y los grandes consumidores. Sus funciones se relacionan con la coordinación de la operación del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y la administración de las transacciones técnicas y financieras del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) del Ecuador, conforme a la normativa promulgada para el Sector Eléctrico (ley, reglamentos y procedimientos).

### **Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC):**

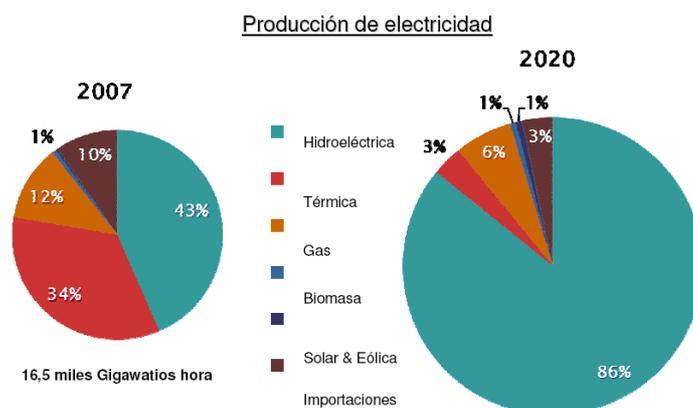
El CONELEC tiene como función regular el sector eléctrico y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales, reglamentarias y demás normas técnicas de electrificación del país de acuerdo con la política energética nacional.

## Política energética ecuatoriana

La energía, es un sector estratégico para el gobierno ecuatoriano, y así lo demuestran los diferentes planes y programas que el gobierno ecuatoriano ha puesto en marcha.

Es el Estado, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), el actor principal del sector, encargándose de la rectoría, planificación, control y desarrollo del sector. Para ello el MEER ha establecido un sistema permanente de planificación energética, el cual comenzó con la realización del estudio “Políticas y Estrategias para el Cambio de la Matriz Energética del Ecuador”.

Destaca especialmente la apuesta por el cambio de la matriz energética: de la actual producción del 43 % de energía eléctrica a partir de energía hidráulica, se plantea el objetivo del 80% de hidroelectricidad para el año 2020.



Objetivo de cambio de la matriz energética a 2020 (Fuente: MEER).

Ecuador, a pesar de ser un país productor de petróleo, es energéticamente dependiente, especialmente a lo que energía eléctrica se refiere. De hecho, durante los últimos meses de 2009 y primeros de 2010, el país ha sufrido cortes en el suministro eléctrico y racionamientos en diferentes zonas del país. Esta crisis eléctrica es debida fundamentalmente a que el país está sufriendo uno de los estiajes más duros en décadas, de forma que los caudales afluentes a las centrales hidroeléctricas registran unos valores críticos, afectando severamente a la producción eléctrica de las centrales. Otro factor a considerar es que en el país no se ha invertido en temas de generación eléctrica en los últimos 20 años.

A continuación se enuncian las acciones y programas más importantes a destacar dentro del sector de las energías renovables y la eficiencia energética:

#### **Tarifa dignidad:**

Medida dirigida a los hogares con bajos ingresos. Esta tarifa pretende beneficiar a aquellos usuarios que realicen un uso racional de la energía.

#### **Matriz Energética:**

La Matriz Energética es una planificación estratégica que tiene como objetivo primordial la transformación de la actual matriz energética del Ecuador a un modelo

donde la energía hidroeléctrica llegue a representar el 80% del total de energía disponible a nivel nacional, eliminando el uso de combustibles fósiles.

#### **Programa Eurosolar:**

El objetivo específico de este programa financiado en su mayoría por la Comisión Europea, es proporcionar a las comunidades rurales beneficiarias, privadas del acceso a la red eléctrica, una fuente de energía eléctrica renovable para uso estrictamente comunitario.

#### **Focos Ahorradores:**

Consiste en la sustitución de seis millones de focos incandescentes por luminarias fluorescentes compactas de luz cálida o fría, a nivel nacional.

#### **Centrales hidroeléctricas de alta potencia:**

Con el objetivo de aumentar el aprovechamiento del potencial hidráulico ecuatoriano, el MEER ha puesto en marcha una cantidad importante de proyectos hidroeléctricos de alta potencia, como el de Coca Codo Sinclair con 1.500 MW de potencia, entre otros (Soplador (500 MW), Mazar (160 MW), Baba (42 MW), etc).

#### **Electrificación rural:**

En el sector de la electrificación rural, además del Programa Euro-Solar, destacan los proyectos de sistemas solares fotovoltaicos residenciales en la provincia de Esmeralda, de Napo y la Isla Santay.

#### **Eficiencia Energética Edificios Públicos:**

Promueve el ahorro de energía en edificios públicos. El objetivo primordial es diagnosticar los índices de consumo energético de los inmuebles e identificar las oportunidades de ahorro para una posterior implementación de sistemas de bajo consumo de energía.

### **Marco regulatorio y legislativo**

En estos últimos años, Ecuador ha tenido, importantes cambios a nivel legislativo y regulatorio, como fue, en 2008, la aprobación de una nueva Constitución. A través de

este texto, el Estado se compromete “a promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua”.

También hay que destacar, la creación del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) en 2007; ministerio que tiene su origen en la Subsecretaría de Electricidad del antiguo Ministerio de Energía y Minas. Con la actual estructura administrativa, queda patente la apuesta del gobierno ecuatoriano en el sector de las energías renovables.

Hasta el momento, sólo en el sector eléctrico existen normativas relativas al uso de energías renovables:

- **Ley de Regulación del Sector Eléctrico (LRSE)**

La Ley de Regulación del Sector Eléctrico (LRSE), data del año 1996 aunque ha tenido modificaciones posteriores, contiene las normas relacionadas con la estructura del sector eléctrico y de su funcionamiento. En el capítulo IX de la Ley se hace una mención específica sobre el fomento al desarrollo y uso de recursos energéticos no convencionales. Se establece este tipo de recurso energético como prioritario a la hora de asignar los fondos del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM) a proyectos de electrificación rural. Además, es el Consejo Nacional de Electrificación quien dictará las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad.

- **Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico**

Establece las normas y los procedimientos generales para la aplicación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, en la actividad de generación y en la prestación de los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, necesarios para satisfacer la demanda nacional, mediante el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales.

- **Regulación N° CONELEC - 009/06**

Vigente desde 2007, establece los precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales.

### **Electrificación Rural**

La normativa relativa a la electrificación rural vienen marcada fundamentalmente por la LRSE, en la que se especifica que el Estado promoverá los proyectos de desarrollo de electrificación rural y urbano - marginal, y las obras de electrificación destinadas a la provisión de agua potable. Además se establece el Fondo de Electrificación Rural y Urbano - Marginal (FERUM).

Las normas generales que deben observarse para la planificación y aprobación de proyectos y para la ejecución de obras que se financien con los recursos económicos del FERUM están definidas en el “Reglamento para la Administración del Fondo de Electrificación Rural-Urbano Marginal”.

### **El sistema eléctrico ecuatoriano**

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) está administrado por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y es quien decide el despacho horario de las centrales generadoras en función de su menor coste marginal, y liquida las transacciones de compra y venta de energía eléctrica. La regulación, planificación, supervisión y control del MEM está a cargo del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). Por otro lado, cabe enumerar como principales elementos del sistema eléctrico ecuatoriano el sistema de generación, interconexión, transporte y distribución.

En 2007, la potencia nominal total alcanzada en Ecuador fue de 4.889,05 MW de potencia, incluyendo la interconexión con Colombia de 240 MW, y entregándose al MEM un total de 15.244,33 GWh de energía eléctrica.

### 3. ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

Las tecnologías renovables que permiten el suministro eléctrico a través sistemas aislados o autónomos (sin conexión a red pública eléctrica) o mini redes, se presentan como una de las opciones más atractivas para aumentar las tasas de electrificación en las zonas rurales, donde, debido a su lejanía y los bajos niveles de población, la extensión de la red, la mayoría de las veces, no resulta viable desde un punto de vista económico.

La electrificación rural descentralizada (sin conexión a red pública), se basa en la instalación de sistemas autónomos - basados en energía fotovoltaica (FV), eólica, mini- hidráulica y biomasa - en los hogares rurales, o en la puesta en marcha de mini redes eléctricas alimentadas por energías renovables (ER) o en combinación con fuentes de energía convencionales (gas licuado o diesel).

La tecnología renovable basada en sistemas aislados o mini redes es variada en términos de escala y de los servicios prestados, pero se pueden destacar una serie de importantes características comunes:

- Generación de energía “in situ”.
- Flexibilidad para adaptarse a diversas zonas geográficas.
- Optimización de la utilización de los recursos naturales.
- Fácil instalación y mantenimiento.
- Costes mínimos de instalación y mantenimiento: combustible gratuito.
- Respetuosa con el medio ambiente (reducción efecto invernadero).

Muchas tecnologías basadas en energías renovables se utilizan en comunidades rurales para diferentes aplicaciones (uso doméstico, alumbrado público, señalización, telecomunicaciones, refrigeración de medicamentos, riego y purificación, secado, conservación de alimentos, procesamiento de cultivos, etc ).

Una amplia variedad de servicios y productos para aplicaciones aisladas se pueden encontrar actualmente en el mercado europeo.

Estas tecnologías han sido diseñadas para satisfacer las necesidades de energía en las zonas rurales, a través de una selección responsable de componentes (por lo general estandarizados) con un mantenimiento mínimo y un máximo rendimiento.

Entre la gama de productos y sistemas que se encuentran actualmente a disposición del consumidor, cabe destacar los módulos fotovoltaicos, pequeños aerogeneradores, torres, turbinas hidroeléctricas, inversores, controladores de carga, sistemas fotovoltaicos aislados, software, bombas de agua solares y eólicas, tanques de almacenamiento de agua, baterías, estructuras de apoyo, etc.

También existen los llamados paquetes comerciales o kits con instalación y mantenimiento incluidos. Estas opciones incluyen, por ejemplo, paquetes de alumbrado público o de fabricación de hielo para la preservación de productos perecederos, sistemas fotovoltaicos aislados - normalmente diseñados para utilidades estándar, como la iluminación, refrigeración y bombeo de agua - y kits profesionales - principalmente diseñados para operar repetidores de televisión, sistemas de monitoreo y vigilancia, iluminación y señalización.

Por último, también se comercializan sistemas de generación fabricados a medida, que incluyen, opcionalmente, un sistema de almacenamiento (baterías), así como los aparatos necesarios configurados para aplicaciones específicas. Estos sistemas, basados generalmente en energía eólica y fotovoltaica, se utilizan principalmente para el aprovisionamiento y abastecimiento de agua (que incluye el bombeo de agua, limpieza, desinfección, depuración, distribución y almacenamiento), el suministro de energía en escuelas, hospitales, tiendas, telecomunicaciones, internet y pequeños negocios. Por ejemplo, un paquete adaptado para una clínica de salud incluiría la iluminación convencional, bombillas de alta intensidad, un autoclave (para la esterilización de instrumental quirúrgico), un refrigerador de vacunas, una bomba de agua y una radio de onda corta.

Sobre las normas y reglamentos, la mayoría de las tecnologías descritas en los apartados anteriores deben cumplir con una serie de estándares de aceptación internacional desarrollados por los principales organismos europeos de normalización, tales como el Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica (CENELEC) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Recientemente la CEI ha publicado una serie de especificaciones técnicas diseñadas para ayudar a crear proyectos de electrificación rural en zonas aisladas donde, normalmente, no hay acceso a la red pública de electricidad.

Las especificaciones sirven como guía y su objetivo es mejorar la calidad, la seguridad y la sostenibilidad de los sistemas de electrificación en los países en vías de desarrollo, sin ser específicos de esos países.

Al estar todavía en fase de desarrollo técnico, se han publicado como una serie de especificaciones técnicas en lugar de Normas o Estándares Internacionales.

Publicadas bajo el título de “recomendaciones para pequeños sistemas de energía renovable y sistemas híbridos para electrificación rural”, las especificaciones comprenden actualmente las siguientes secciones:

- CEI 62257-1:2003 Parte 1: Introducción general a la electrificación rural
- CEI 62257-2:2004 Parte 2: Requisitos y distintos sistemas de electrificación
- CEI 62257-3:2004 Parte 3: Desarrollo y gestión de proyectos
- CEI 62257-4:2005 Parte 4: Sistema de selección y diseño
- CEI 62257-5:2005 Parte 5: Protección contra riesgos eléctricos
- CEI 62257-6:2005 Parte 6: Aceptación, funcionamiento, mantenimiento y sustitución.

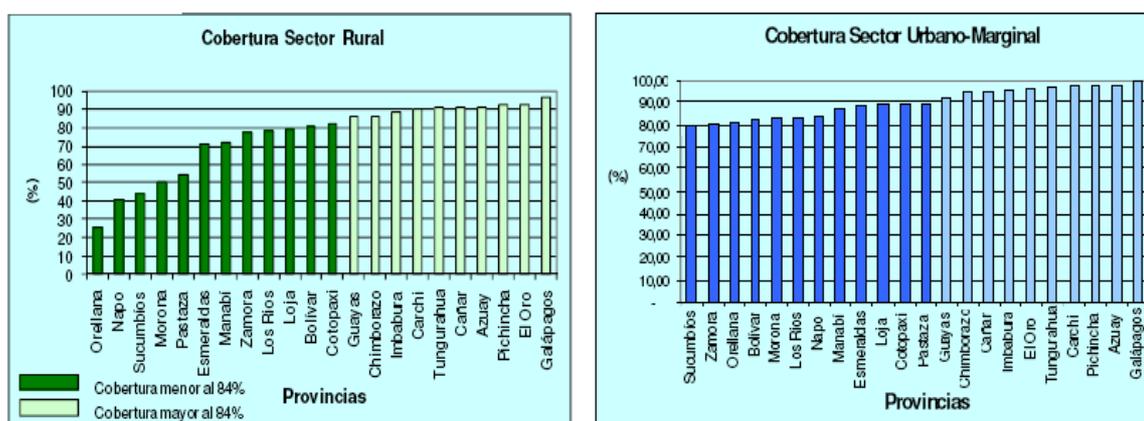
## La electrificación rural en Ecuador

### • **Situación Actual:**

La electrificación rural fomentada desde las autoridades ecuatorianas se inicia en 1973 con la creación del Fondo de Electrificación Rural. Posteriormente se regula mediante la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE), que crea el Fondo de Electrificación Rural y Urbano-Marginal (FERUM), en marcha desde 1998, gestionado por el Consejo Nacional de Electricidad, creado también en aplicación de la LRSE.

El FERUM es la principal medida de promoción de la electrificación rural. De la gestión de este fondo se derivan programas y proyectos de electrificación rural.

Desde la creación del FERUM se ha conseguido aumentar la cobertura de electricidad total en las zonas rurales en un 6%. Según las estadísticas de censo y vivienda del año 2001 la electrificación en el sector rural alcanzaba el 79 %, en el sector urbano el 91,5% y la cobertura nacional el 89%. La cobertura estimada para el año 2009 es del 85,7 % en el sector rural, 92,7 % en el sector urbano y el 90,4 % la cobertura nacional. En la figura siguiente se muestran las fracciones de población con cobertura de electricidad y en los gráficos de la misma figura se encuentran resaltadas las zonas con menor cobertura:



Cobertura alcanzada. (Fuente: CONELEC).

La previsión de presupuestos para el periodo de 2008 a 2012 se muestra en la siguiente tabla:

Recursos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total 2008-2012
	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>FINANCIAMIENTO</b>						
FERUM	48.000.000					48.000.000
Aporte Gobierno	120.000.000	120.000.000	120.000.000	120.000.000	120.000.000	600.000.000
<b>Total Financiamiento</b>	<b>168.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>648.000.000</b>
<b>INVERSIONES</b>						
<b>Expansión del Servicio Eléctrica para Nuevos Usuarios</b>	<b>63.208.150</b>	<b>65.104.395</b>	<b>67.057.526</b>	<b>69.069.252</b>	<b>71.141.330</b>	<b>335.580.653</b>
RURAL	34.603.604	35.641.712	36.710.963	37.812.292	38.946.661	183.715.233
Red	32.803.604	33.787.712	34.801.343	35.845.384	36.920.745	174.158.789
Renovables	1.800.000	1.854.000	1.909.620	1.966.909	2.025.916	9.556.444
URBANO MARGINAL	28.604.546	29.462.682	30.346.563	31.256.960	32.194.669	151.865.420
<b>Mejoras del Servicio Eléctrico</b>	<b>83.055.925</b>	<b>38.011.803</b>	<b>42.166.407</b>	<b>40.857.839</b>	<b>37.353.144</b>	<b>241.445.118</b>
<b>Déficit de Generación</b>	<b>7.095.925</b>	<b>7.308.803</b>	<b>7.528.067</b>	<b>7.753.909</b>	<b>7.986.526</b>	<b>37.673.230</b>
<b>Otras Inversión</b>	<b>14.640.000</b>	<b>9.575.000</b>	<b>3.248.000</b>	<b>2.319.000</b>	<b>3.519.000</b>	<b>33.301.000</b>
Inversión manejo ambiental	1.800.000	1.800.000	1.200.000	400.000	200.000	5.400.000
Estudios de Planificación de Sistemas de Distribución	7.500.000	5.000.000	500.000	500.000	500.000	14.000.000
Grúas y vehículos de trabajo	1.400.000	0	0	0	1.400.000	2.800.000
Centros de Formación	2.940.000	1.775.000	548.000	419.000	419.000	6.101.000
Centros de Acopio de Repuestos	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	5.000.000
<b>Total Inversiones</b>	<b>168.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>120.000.000</b>	<b>648.000.000</b>

Plan quinquenal aprobado para el período 2008 - 2012. (Fuente: CONELEC).

El CONELEC tiene regulación y procedimientos específicos para gestionar los proyectos de electrificación rural y cada año establece un plan, al final del cual se determinan los proyectos como calificados para ser realizados, teniendo en cuenta que cada empresa distribuidora tiene un monto asignado anualmente. Los requisitos, establecidos por la regulación del CONELEC, para ser proyectos calificados son:

- Que dispongan de estudios de factibilidad, sostenibilidad y estudios ambientales que cumplan con las disposiciones del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas.
- Que el monto solicitado de fondos del FERUM, sea máximo hasta los siguientes valores por vivienda o local de servicio comunitario beneficiado:
  - Generación eólica: USD 1.350/vivienda
  - Generación Fotovoltaica:

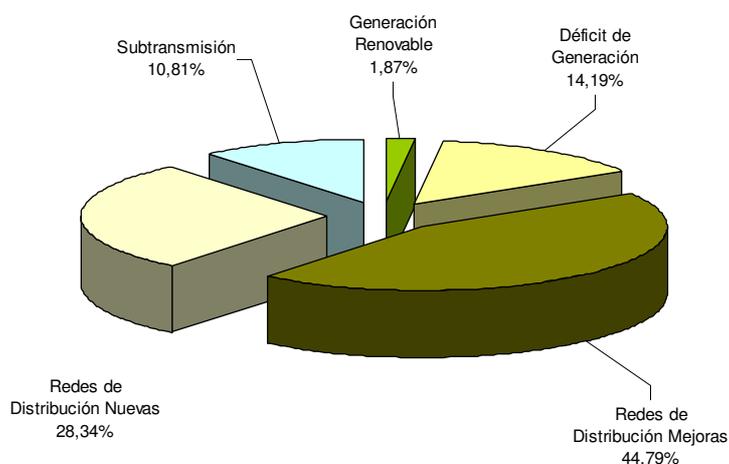
- Usuario Tipo I: USD 3.200/vivienda
- Usuario Tipo II: USD 3.500/vivienda
- Centros Comunales, Salud y Educación: USD 3.800/vivienda
- Bombeo de Agua: USD 4.000/vivienda
- o Generación con Biomasa: USD 600/vivienda
- o Generación con minicentrales hidroeléctricas: USD 2.400/vivienda.

La evolución del presupuesto anual asignado y las aportaciones de otras entidades, como municipios, concejos provinciales e incluso los propios beneficiarios, se puede ver en la siguiente tabla:

Año	Presupuesto Total (USD)	FERUM Asignado (USD)	Otros Aportes (USD)
1998	12.019.934	9.953.850	2.066.084
1999	26.799.875	21.810.352	4.989.522
2000	15.228.797	13.188.672	2.040.126
2001	33.447.764	20.779.196	12.668.568
2002	37.964.401	32.475.806	5.488.595
2003	45.120.211	38.298.994	6.821.216
2004	49.093.933	44.363.834	4.730.099
2005	50.780.887	43.911.176	6.869.711
2006	63.941.464	44.028.344	19.913.120
2007	59.314.540	48.086.050	11.228.489
2008	154.099.039	126.562.752	27.536.286
2009	85.014.451	75.623.826	9.390.625
<b>Total General</b>	<b>632.825.294</b>	<b>519.082.852</b>	<b>113.742.442</b>

Evolución anual de presupuesto asignado a proyectos de electrificación rural. (Fuente: FERUM y CONELEC).

Durante el periodo comprendido entre 1998 y 2007, se ejecutaron más de 9.000 proyectos que dieron cobertura a 4,8 millones de habitantes. La distribución de los fondos asignados según el tipo de proyecto, se muestran en la siguiente gráfica:



Monto asignado por tipo de proyecto. Periodo 1998-2009. (Fuente: CONELEC).

Existen diferentes proyectos y actividades relativas a la electrificación rural en Ecuador, como por ejemplo los convenios de colaboración que el CONELEC tiene puestos en marcha con diversas instituciones. Cabe destacar el convenio con la Confederación de Municipalidades Amazónicas y el convenio con la Confederación de Juntas Parroquiales para encontrar cuales son las poblaciones que tengan necesidad de servicio eléctrico y recopilar datos para enviar a las empresas distribuidoras.

El “Proyecto de Modernización de los Sectores Eléctricos, de Telecomunicaciones y Servicios Rurales” (PROME) ha conseguido dotar de energía eléctrica a través de sistemas solares fotovoltaicos a 604 viviendas de zonas rurales de difícil acceso en la provincia de Esmeraldas y 619 en la provincia de Napo. Este proyecto ha sido llevado a cabo por el MEER en cooperación con el Banco Mundial.

Otro proyecto a destacar es el “Proyecto Eurosolar” cuyo objetivo es proporcionar a 91 comunidades una fuente de energía eléctrica renovable para uso estrictamente comunitario mediante un sistema estándar compuesto por paneles fotovoltaicos y un aerogenerador para la producción de energía. Adicionalmente contarán con acceso a servicios de telecomunicación.

Por último mencionar el Fondo de Solidaridad, que aunque ya no está vigente, ha sido la principal fuente de financiación de los proyectos de electrificación rural. Se creó en 1995 y estuvo funcionando hasta el pasado año 2009, que es cuando los Fondos pasan a formar parte de los Presupuestos Generales del Estado.

- **Marco Regulatorio del Sector**

Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE de 1996 modificada en 2006) y su reglamento. Esta ley establece que la financiación de los programas de electrificación rural que están a cargo del FERUM procedente del Presupuesto General del Estado, en parte de la facturación de generadores y distribuidores a consumidores del sector comercial y al industrial. Las características más importantes que afectan a la electrificación rural son:

- Establece como zonas prioritarias: Amazonía, provincias fronterizas y el Archipiélago de Galápagos.
- El CONELEC asignará con prioridad fondos del FERUM a proyectos de electrificación rural a base de recursos no convencionales tales como energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras de similares características.
- Las empresas distribuidoras tienen concesiones por zonas geográficas de Ecuador según lo establecido en la LRSE, por lo que, es la empresa de distribución de cada zona la encargada de la identificación y planificación de los proyectos de electrificación rural y urbano-marginal.

Otros documentos a tener en cuenta son el Reglamento de Administración del FERUM e Instructivo para Programas del FERUM que son el marco reglamentario del CONELEC para la gestión y administración del FERUM. También los “Procedimientos para Presentar, Calificar y Aprobar los Proyectos FERUM”, normativa propia del CONELEC regulan los proyectos de electrificación rural del FERUM.

- **Barreras a la electrificación rural**

**Barreras Tecnológicas:**

- **Adecuación técnica de los equipos:**

Los equipos están diseñados para condiciones de trabajo muy diferentes de la realidad de estas comunidades. Hay problemas con la operación y mantenimiento de

los equipos. Las baterías de acumulación son especialmente sensibles, recortando su vida útil en gran medida debido principalmente a un uso inadecuado y a las condiciones ambientales. El reto tecnológico es proveer de suministro eléctrico con equipos robustos y adecuados a cada localización resultando una instalación duradera y fiable que sea económicamente viable.

- **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores capacitados:**

Existe una escasez de proyectistas, instaladores y mantenedores calificados capacitados, lo que repercute en la calidad de la instalación, realizándose configuraciones inadecuadas del sistema. Una configuración adecuada de un sistema para una zona rural tiene que basarse en una investigación y análisis detallados de la zona en cuestión, lo que incluye un análisis de carga (doméstica y productiva), la evaluación de los recursos renovables existentes, la distancia de la red pública de electricidad o la capacidad de pago de los consumidores. Cualquier conjetura subjetiva será perjudicial para el desarrollo del sistema y podría causar un fallo operacional del mismo.

- **Falta de piezas de repuesto:**

La infraestructura y la disponibilidad de piezas de repuesto en las zonas remotas suele ser insuficiente para garantizar un servicio ininterrumpido de energía. A menudo se utilizan componentes de baja calidad a sabiendas de que los usuarios finales no disponen de la información suficiente sobre los mismos, no tienen libertad de elección y, frecuentemente, necesitan un micro crédito para poder pagar el sistema. Por todo ello, garantizar una larga vida útil de los sistemas es vital. De ahí la importancia de mejorar e implementar las normas o estándares internacionales existentes y aceptadas por la industria de energía renovable.

### Otras Barreras:

- **Aspectos socioeconómicos:**

Los proyectos de electrificación rural tienen un componente cultural muy importante, es decir, las comunidades rurales carentes de suministro eléctrico precisan de una formación específica para el uso de estas tecnologías: capacidad, manejo y operación, mantenimiento y gestión de equipos. Para aquellas comunidades

que disponen de tecnologías de generación basadas en combustibles fósiles, el problema añadido es la desconfianza ante un cambio de tecnología. Por otro lado el vínculo entre, a menor grado de electrificación y mayor índice de pobreza, dificultan el desarrollo de los proyectos y a pesar de que una parte del coste de las instalaciones es financiado por el FERUM, estas comunidades tienen pocos recursos para costear el resto de la inversión.

- **Uso inadecuado o falta de aplicación de las normas o estándares internacionales existentes:**

La calidad de los componentes y sistemas debe garantizar el rendimiento a largo plazo y la seguridad de los mismos, así como el respeto medio ambiental de la zona que se electrifica. Por lo tanto, los estándares industriales para la electrificación rural tienen que ser mejorados y aplicados de manera efectiva para prevenir la entrada de equipos de mala calidad en los mercados rurales.

- **Falta de concienciación e información acerca de tecnologías de energía renovable y sus beneficios:**

Si los legisladores, los proveedores, los gestores de proyectos o los usuarios finales no tienen acceso a una información precisa y fácil de asimilar sobre las tecnologías renovables, es difícil que puedan elegir un servicio de suministro de electricidad adecuado.

Por otro lado, la concienciación social del uso de energías renovables es escasa en las poblaciones objetivo de la electrificación rural y falta de capacitación de los usuarios y gestores de las instalaciones.

- **Falta de infraestructuras físicas:**

Muchas de las poblaciones se encuentran en lugares aislados y de difícil acceso.

## 4. RESULTADOS

### Medidas propuestas

- **Adecuación técnica de los equipos:**

El reto tecnológico es proveer de suministro eléctrico con equipos robustos y adecuados a cada localización resultando una instalación duradera y fiable que sea económicamente viable. Es necesaria una colaboración conjunta entre los principales fabricantes de equipos de electrificación rural y los agentes locales del sector.

- **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores capacitados:**

El desarrollo de programas de capacitación que estén orientados a promover la transferencia tecnológica entre firmas de ingeniería internacionales con experiencia en proyectos de energía eólica y las firmas de ingeniería locales sería una buena medida.

- **Aspectos socioeconómicos:**

Es necesario que las instalaciones proyectadas se ajusten a la realidad de la comunidad rural y además buscar usos productivos de la energía en la comunidad para así reducir la barrera económica de estos proyectos. Efectivamente, si se logra el uso intensivo de la electricidad en las actividades productivas de las poblaciones rurales electrificadas, se contribuye a incrementar la productividad y ofrecer otros beneficios en los negocios, mejorando la calidad de vida en las comunidades rurales al generar mejores ingresos económicos

- **Falta de piezas de repuesto:**

La mejora e implementación de las normas o estándares internacionales existentes y aceptados por la industria de energía renovable es una medida a adoptar que permitiría la superación de esta barrera.

- **Uso inadecuado o falta de aplicación de las normas o estándares internacionales existentes:**

La calidad de los componentes y sistemas debe garantizar el rendimiento a largo plazo y la seguridad de los mismos, así como el respeto medio ambiental de la zona que se electrifica. Por lo tanto, los estándares industriales para la electrificación rural tienen que ser mejorados y aplicados de manera efectiva para prevenir la entrada de equipos de mala calidad en los mercados rurales.

- **Falta de concienciación e información acerca de tecnologías de energía renovable y sus beneficios:**

Diseñar programas de información sobre el funcionamiento, mantenimiento y beneficios, de esta tecnología y que estén especialmente dirigidos a los usuarios y gestores de las instalaciones.

- **Falta de infraestructuras físicas:**

Es necesario aumentar la comunicación de estas poblaciones desarrollando vías de acceso.

## 5. REFERENCIAS

- *“Políticas y estrategias para el cambio de la matriz energética del Ecuador”*. MEER. Año 2008.
- *“Plan Maestro de Electrificación 2009 - 2020”*. CONELEC.
- *“Reglamento para la administración del fondo de electrificación rural y urbano marginal”* (FERUM).
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER): <http://www.mer.gov.ec/>
- Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC): <http://www.conelec.gov.ec/>
- Proyecto Eurosolar: <http://www.programaeuro-solar.eu>
- Fondo de Solidaridad: <http://www.fondodesolidaridad.gov.ec/>