

---

# LA COOPERACIÓN TÉCNICA, LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

TEODORO SÁNCHEZ CAMPOS\*

---

## RESUMEN

*Este artículo permite tener una visión del lugar que ocupan la cooperación técnica, las energías renovables y la sostenibilidad en los proyectos de electrificación en zonas rurales y aisladas. Para ello, se hace un repaso de las necesidades de energía, entendidas como un elemento básico del desarrollo humano, y del problema del acceso a la energía en las comunidades rurales. Se presentan a continuación las principales barreras que encuentra la electrificación rural y la sostenibilidad de los sistemas aislados de generación de energía, tales como los elevados costos de los pequeños sistemas de generación de energía; la falta de mecanismos financieros para la electrificación rural; la falta de capacidad local para la gestión de los sistemas, o la falta de un marco legal e institucional adecuado. Finalmente, se analiza el papel de la cooperación técnica en la promoción de la energía renovable, siguiendo su evolución en las tres últimas décadas.*

## ABSTRACT

*The article deals with the importance of the technical cooperation, the renewable energies and the sustainability of the projects*

---

\* Gerente del Programa de Energía, Infraestructura y Servicios Básicos (ITDG-LA). Profesor, Escuela de Graduados Universidad Nacional de Ingeniería, Fac. Ing. Mecánica, Lima, Perú

*of electrification in remote and isolated areas. The author sees energy as a basic element of the human development, and it presents the problems of access to energy in many rural communities. The main barriers affecting electrification projects and their sustainability appear to be, according to the text, the high costs of the small systems of energy generation; the lack of financial mechanisms for rural electrification; the lack of local capacity for the management of the systems and the lack of a legal and institutional frame within which these projects can be articulated.*

## **RÉSUMÉ**

*Cet article permet d'avoir une vision de la place qu'occupent la coopération technique, les énergies renouvelables et la durabilité dans les projets d'électrification dans les zones rurales et isolées. Pour cela, l'auteur présente les nécessités d'énergie, en tant qu'élément de base du développement humain, et le problème de l'accès à l'énergie dans les communautés rurales. Il fait ensuite le bilan des principales barrières que trouve l'électrification rurale et la durabilité des systèmes isolés de génération d'énergie, tels que les coûts élevés des petits systèmes de génération d'énergie; le manque de mécanismes financiers pour l'électrification rurale; le manque de capacité locale pour la gestion des systèmes, ou le manque d'un cadre légal et institutionnel adéquat. Finalement, il analyse le rôle de la coopération technique dans la promotion de l'énergie renouvelable, en suivant son évolution dans les trois dernières décennies.*

## **Las necesidades de energía en comunidades rurales**

Según las diversas fuentes de información, alrededor de un tercio de los pobladores del mundo no tiene acceso a la energía eléctrica, la gran mayoría de ellos viviendo en los países en desarrollo, y principalmente en zonas rurales alejadas. En la actualidad no hay dudas por parte de los gobiernos o de las agencias promotoras del desarrollo que la energía eléctrica es un elemento básico para el desarrollo humano, pues permite una serie de beneficios sociales y/o económicos, como mejores facilidades para realizar sus tareas escolares o la lectura de los niños debido al alumbrado durante las horas de la noche, el acceso a las noticias por parte de la población adulta, el acceso a mejores

servicios de salud, agua potable, la oportunidad de dar valor agregado a su producción o explotar racionalmente los recursos naturales transformándolos a conveniencia para colocarlos en el mercado a mejores precios.

En zonas rurales las necesidades de energía generalmente son de muy pequeñas magnitudes, según la bibliografía existente la mayoría considera que la demanda de las familias campesinas no pasa de los 30kWh a 50kWh por mes; según los estudios realizados por el ITDG-LA en comunidades rurales en Perú, en la mayoría de comunidades pequeñas en zonas alejadas, alrededor del 70% de la población rural consume menos de 20kWh por mes por familia<sup>1</sup>, un 20 a 25% adicional consume entre 20kWh y 60kWh, mientras que el 5 a 10% restante consume cantidades superiores y que varían fuertemente de acuerdo al uso productivo que le dan a la energía. En ese sentido, las alternativas energéticas a pequeña escala resultan importantes para atender dichas necesidades, especialmente las fuentes renovables de energía, entre ellas, la solar, eólica, micro hidroenergía y la biomasa. Sin embargo tratándose de una diversidad de necesidades, en cuanto a magnitudes y estados de la energía, antes de hacer mayores comentarios sobre las alternativas energéticas es conveniente hacer una simple clasificación de las necesidades energéticas de las poblaciones pobres y asiladas, y en especial de aquellas poblaciones con menor oportunidad de acceder a la electricidad.

Para motivos de ilustración las necesidades energéticas de dichas poblaciones se pueden dividir en tres grandes grupos, de acuerdo a la naturaleza de su aplicación: necesidades básicas, necesidades para la mejora de la calidad de vida e incremento de la productividad, y de recreo y confort.

a) *Las necesidades básicas de energía.* Son aquellas cuyo atención es imprescindible y de una u otra manera las poblaciones por pobres que sean, han logrado manejarlas y darles atención. Por tanto, para estas podríamos decir que las soluciones existen, pero su atención no es apropiada, ya sea por los impactos que estas causan a los usuarios o por las dificultades por las que tienen que pasar para darles atención o las dos cosas. Entre estas se encuentran la iluminación de ambientes durante la noche y la cocción de alimentos. Es difícil imaginar una familia, por pobre que sea, que no tenga una manera aunque sea precaria de iluminarse; en efecto, en estos casos se utilizan tradicionalmente los mecheros a querosén, candiles de parafina, pilas secas y otros, inclusive durante las dos últimas décadas se han introducido las baterías de automóvil

1. Esto cuando hay sistemas de medición y las tarifas se aplican de acuerdo al consumo, en los casos de tarifas planas las cantidades pueden ser bastante superiores.

para alumbrar ambientes mediante el uso de pequeños focos fluorescentes de 12 Voltios. Como se puede ver generalmente, las demandas de energía para el alumbrado en zonas rurales son muy pequeñas y su atención donde no existe electricidad muy precaria, además, a pesar de las condiciones de precariedad, no es barata, por tanto aunque cualquier mejora será siempre bienvenida por los usuarios, quizás la condición más importante es que esté al alcance de su economía.

Una de las alternativas modernas más interesantes de solución a la demanda energética para el alumbrado es la energía fotovoltaica, en especial por la versatilidad que le da el diseño modular que estas tienen, con módulos tan pequeños como 20Wp, 30Wp, 50Wp que permiten atender necesidades de alumbrado marginales en magnitud. Tecnológicamente los Sistemas Fotovoltaicos (SF) resultan ser soluciones apropiadas, como lo demuestran los diversos proyectos piloto ejecutados en diferentes partes del mundo, a pesar de que la cantidad de energía ofertada por estos sistemas es muy pequeña, así por ejemplo un módulo de 50Wp (Watts pico), apenas genera una cantidad promedio aproximada de 150Wh por día, o lo que es lo mismo unos 4.5kWh por mes de energía eléctrica. En el campo de la energía eólica también se vienen colocando en el mercado unidades tan pequeñas como aquellas de 50W ó 100W que se fabrican comercialmente en Europa y USA, y que en Asia y Latino América también se están desarrollando y promoviendo, o las llamadas picocentrales hidroeléctricas que actualmente se fabrican para potencias tan reducidas que llegan hasta los cientos de Watts y a precios muy reducidos.

La otra necesidad básica en las comunidades rurales pobres es la cocción de alimentos, generalmente atendida mediante el uso de leña; y algunas veces con kerosén u otros derivados de los hidrocarburos, sobre todo en las comunidades menos pobres, especialmente en las que cuentan con facilidades de transporte. Esta necesidad es diferente que la anterior en cuanto cantidad, dado que para la cocción de alimentos la energía demandada es mayor en varias órdenes de magnitud si se compara con la demanda por el alumbrado, y a ello se suma el hecho de que los procesos utilizados y/o las fuentes de energía y las tecnologías utilizadas son poco eficientes. Aunque no existen datos de mediciones en términos de kWh (porque simplemente esto no se practica en zonas rurales pobres), por comparación se puede deducir que si se quisiera sustituir la leña utilizada por electricidad (para una familia rural), esta requeriría más de una decena de kilovatios hora por día para hacerlo. Bajo estas condiciones, las opciones para atender a este tipo de demanda muy

difícilmente pasan por la electricidad, están más bien por el lado de la mejora de la eficiencia de los procesos, el manejo más consciente y sostenible de los recursos forestales, y finalmente la introducción de hidrocarburos como el kerosén, el gas natural y otros. Sobre esta última opción puede haber controversia, sin embargo en algunos países se está promoviendo, especialmente en aquellos que cuentan con altas reservas de gas natural, como es el caso de Bolivia.

*b) Las necesidades para la mejora de la calidad de vida e incremento de la productividad.* Aunque la cobertura de los servicios de salud, educación y agua potable de las zonas rurales suelen ser mayores que la cobertura de servicios de energía eléctrica en los mismos, es fácil imaginar que dichos servicios, sin la existencia del servicio de electricidad, funcionan en forma precaria. Por ejemplo, en educación no permite la oportunidad de utilizar medios modernos de enseñanza y la falta de alumbrado eléctrico durante la noche no permite programas de extensión de la educación para adultos, ni la lectura en las horas de la noche ni la preparación de clases por parte de los profesores o hacer tareas escolares por parte de los niños. En el caso de la salud aquellos centros sin energía eléctrica no permiten la atención durante las horas nocturnas, agregando a la precariedad de los medios el horario restringido, dejando a la comunidad en una situación de mayor riesgo, especialmente en casos de accidentes y emergencias, así como por no permitir el uso de instrumentos modernos o equipos que permitan diagnósticos más precisos. En el caso del agua potable la no existencia de energía limita al uso de los recursos hídricos por gravedad al no poder utilizar pequeños sistemas de bombeo eléctrico mediante recursos de agua que se encuentren en niveles inferiores como es el caso de agua subterráneas<sup>2</sup>.

En general los servicios requieren de cantidades muy pequeñas de energía. El alumbrado eléctrico para un centro de salud pequeño se puede atender con cantidades mínimas de energía: con 0.5kWh/día o 1kWh/día se puede habilitar la atención las 24 horas. Similar es el caso de la educación, inclusive con menos energía se puede promover la alfabetización, dado que con cantidades muy pequeñas se pueden utilizar algunas horas a la semana equipos que permitan mejorar la calidad de la enseñanza. En el caso del agua potable, igualmente las necesidades energéticas para elevar el agua son muy pequeñas. Es decir que para todos los casos de mejora de servicios básicos, pueden utilizar pequeños sistemas

---

2. Aunque existen pequeñas bombas que no requieren de electricidad, como son las aerobombas (molinos de viento), la existencia de la electricidad simplifica y disminuye los costos de bombeo de agua.

renovables de energía, como actualmente está sucediendo en muchas comunidades del mundo, donde se están probando estos sistemas como casos piloto: bombeo mediante microsistemas eólicos de generación, micro sistemas hidráulicos y paneles fotovoltaicos.

En cuanto a la energía para usos productivos, aunque las demandas de energía están referidas a una gran gama de necesidades para negocios, transformación de productos, extracción de productos locales y venta, entre otros, lo importante es que necesitan cantidades de energía substancialmente mayores que en los casos de atención de servicios básicos o la iluminación. Sin embargo comparados con las cantidades de energía que se utiliza en las zonas urbanas, en las zonas rurales alejadas siguen siendo pequeñas: generalmente se trata de algunas unidades de kW, por ejemplo las máquinas para la molienda de granos, pilado de arroz, chancado de piedras, aserrar madera (necesidades frecuentes de energía en zonas rurales) necesitan menos de 10 kW, aunque excepcionalmente pueden superar esta cantidad; actividades como la carpintería, artesanía cerámica, pequeños negocios del tipo tiendas, restaurantes, cafés, y otros, requieren de pocas unidades de kW o inclusive fracciones de kW. Más aún, las demandas para usos productivos generalmente son para pocas horas de trabajo al día o a la semana; de tal modo que todas estas necesidades pueden ser atendidas utilizando las fuentes renovables de energía a pequeña escala.

c) *Necesidades de confort y recreación.* Aunque este tema sea un poco controversial entre los promotores<sup>3</sup>, la mayoría cree que el recreo y confort de las comunidades también merece la atención. Entre estas necesidades están las de energía para pequeñas equipos de sonido (radios, grabadoras, reproductoras de sonido y otros) y las necesidades de enfriamiento o calentamiento de ambientes. Para el caso de los equipos de sonido generalmente se necesita pequeñas cantidades de energía, que pueden ser atendida conjuntamente a las demandas de energía para el alumbrado domestico y/o usos productivos. Sin embargo en lo concerniente a las demandas de energía para enfriamiento de ambientes o calefacción de los mismos, generalmente las demandas son grandes, y difíciles de atender mediante la práctica convencional de generación de energía a través de pequeños sistemas, pero pueden utilizarse otras formas, como es el calentamiento bioclimático, donde se usa el diseño arquitectónico para utilizar eficientemente la energía de la radiación

---

3. Algunos promotores de la energía opinan que los usos en confort, y en especial aquellos referidos a la TV y radio no son convenientes ya que no generan ingresos a los usuarios sino más gastos.

solar que durante el día incide en el edificio o casa, diseño de calentadores sobre la base de un uso eficiente de leña y otros.

En resumen las demandas de energía de las poblaciones pobres y aisladas de los países en desarrollo pueden en su mayoría ser atendidas mediante la utilización de pequeños sistemas de generación de energía utilizando las fuentes renovables de energía, siendo las más populares actualmente las pico y micro centrales hidroeléctricas, los micro aerogeneradores eólicos y las células fotovoltaicas; para las necesidades específicas de cocción está la biomasa mediante tecnologías mejoradas de cocinas, y para el calentamiento de ambientes y/o enfriamiento de estos la arquitectura bioclimática.

## **El acceso a la energía de las comunidades rurales aisladas**

Lamentablemente el acceso a la energía eléctrica no es igual para todos; aquellos que vivimos en los grandes centros urbanos ni siquiera tenemos que preocuparnos por la manera en que esta vendrá o será ofertada, pues siempre habrá alguien dispuesto a vendernos energía eléctrica, ya que se trata de un negocio rentable. Para los habitantes rurales en cambio la situación es diferente, para ellos tener energía eléctrica o “luz” como muchas comunidades la llaman, en algunos casos significa “hazañas” cuando después de muchos esfuerzos sucede la instalación de algún pequeño sistema, o quizás suerte cuando acceden a alguna red eléctrica que pasa por las cercanías (para atender alguna demanda comercial), o como se da en muchos casos en Latinoamérica, cuando alguna persona con capacidad de influencia política logra convencer o presionar a los funcionarios de gobierno para hacer una inversión beneficiando a alguna comunidad en específico.

Sucede que por un lado el servicio de la energía eléctrica en zonas rurales “no es rentable” para los consorcios dedicados a este negocio, y por lo tanto ellos no están interesados en producir ni vender energía a este sector de la población, y por otro lado este no es un negocio de fácil acceso para los pequeños empresarios locales debido a la “complejidad” de la tecnología o de su manejo, o porque pequeños empresarios rurales no tienen acceso al crédito y a la asistencia técnica.

Sin embargo como se ha señalado en el capítulo anterior, desde el punto de vista tecnológico, para aquella población rural aislada que no tiene o no podrá tener acceso al sistema interconectado en el corto o mediano plazo, tiene como opciones el uso de pequeños sistemas aislados de generación basados en las fuentes renovables de energía renovables de energía, así como los

pequeños grupos diesel que a pesar de los altos costos de operación y mantenimiento, las dificultades para obtener combustible y la disponibilidad de repuestos, en algunos casos aún pueden ser una opción adecuada.

Lamentablemente, el poco éxito obtenido durante las últimas décadas en la implementación de proyectos y programas orientados al piloteo o diseminación de energías renovables para la generación de energía a pequeña escala ha generado cierto pesimismo a los diferentes promotores, planificadores y financieros, en el sentido de que se trata de sistemas cuya sostenibilidad todavía presenta serias dudas.

Por ello, el gran dolor de cabeza para los promotores de la electrificación rural, una vez reconocido que los pequeños sistemas aislados constituyen o pueden constituir una opción técnica y económica viable, es elegir el camino correcto que conduzca a la implementación de sistemas sostenibles. Organizaciones como El Banco Mundial, las Naciones Unidas y otras importantes, consideran que para hacer viable la electrificación rural en forma sostenible es necesario eliminar una serie de barreras, referidas a temas sociales, económicos, culturales, tecnológicos y otros. Sobre dichas barreras, hay diferencias opiniones y consideraciones que desembocan también en un número diferente de barreras.

## **Las principales barreras de la electrificación rural y la sostenibilidad de los sistemas aislados de generación de energía**

Durante los últimos 20 años se han planteado varias hipótesis con respecto a los requisitos o las condiciones requeridas para que los sistemas aislados de generación de energía sean sostenibles. Una de las más importantes y que tuvo mucha receptividad en los promotores e investigadores fue la de “los usos productivos”, que planteaba (y aún plantea) que la sostenibilidad sólo se puede conseguir mejorando el “factor de carga” del sistema, es decir intensificando el uso de la energía para la generación de ingresos que beneficien a los usuarios. En la lógica de esta hipótesis interesante y aceptable, el principal problema es que el uso productivo de la energía plantea exigencias y retos adicionales que van mas allá del tema de la provisión de electricidad o de energía, y que eventualmente podrían complicar y extender la duración del proyecto por demasiado tiempo<sup>4</sup>. Durante el primer quinquenio de los años 90 la hipótesis que más interés despertó fue la de “la recuperación de costos”, donde se planteaba que el secreto para la sostenibilidad de los sistemas energéticos

---

4. Los usos productivos sólo serán efectivos y viables si se provee capital para llevarlos a cabo, extensiva asistencia técnica, conocimientos sobre mercado, acceso a mercados y competitividad.

rurales aislados es la recuperación de la inversión además de los costos de operación y mantenimiento. Esta hipótesis al parecer pone demasiado peso en el asunto financiero y está muy alineada con la filosofía del libre mercado viendo las condiciones socioeconómicas de los usuarios; lamentablemente la economía de la mayoría de los pobladores rurales no permite la recuperación por sus niveles de pobreza y la disponibilidad de dinero en efectivo, no olvidemos que básicamente se trata de economías de autoconsumo.

En la actualidad el tema de la sostenibilidad se está analizado con una visión más integral, en cuyo diagnóstico se hace hincapié en la existencia de importantes barreras, y en la necesidad de eliminarlas para llegar a un programa de electrificación rural sostenible, utilizando principalmente las energías renovables descentralizadas. Para el autor de este artículo, según su experiencia de muchos años de trabajo en ITDG y otras instituciones, las principales barreras están relacionadas con los mismos temas antes señalados y se pueden organizar básicamente en cuatro: 1) los costos inaccesibles de los pequeños sistemas de generación de energía, 2) la falta de mecanismos financieros apropiados, 3) la falta de capacidad local para la operación, mantenimiento y gestión eficiente de los sistemas y, 4) la falta de un marco legal e institucional adecuado. A continuación se hace un breve resumen sobre las principales barreras y las formas de contribuir a su eliminación.

### **Los costos inaccesibles de los pequeños sistemas de generación de energía**

Aunque hay una serie de razones para que existan altos costos en los países en desarrollo, las más importantes son:

- a) La existencia de tecnología en forma parcial en los países en desarrollo. En lo referente a equipos utilizados para estos sistemas aislados de generación de energía, en un buen número de países en desarrollo existe tecnología para la fabricación de componentes para microcentrales hidroeléctricas (MCH) para grandes y medianas caídas y, pequeños y medianos caudales; pero falta tecnología para pequeñas caídas y grandes caudales (turbinas axiales); en lo referente a paneles fotovoltaicos en este momento se viene importando casi en su integridad (paneles, accesorios y artefactos); en el caso de los aerogeneradores en la gran mayoría de países aún no existen tecnologías confiables que den todas las garantías técnicas para su aplicación masiva; en los casos de la biomasa, poco se ha hecho en lo relacionado a muy pequeñas potencias<sup>5</sup>, la mayoría de proyectos piloto se

---

5. Excepto los pequeños biodigestores, especialmente el modelo chino, para generar biogás, aunque estos tampoco han reportado suficiente éxito que permita o aliente su difusión masiva.

han centrado en el diseño y construcción de prototipos de cierta envergadura, generalmente de cientos de kW, mientras que la gran mayoría de las necesidades de las comunidades está en el orden de las decenas o unidades de kW, por lo que no resultan ser prácticas. Además sucede que en este campo durante las décadas pasadas se han reportado algunos éxitos pero también muchos fracasos tecnológicos, lo que de algún modo ha desanimado a la cooperación técnica para continuar probando prototipos.

En lo referente al diseño de ingeniería e implementación, existe una cierta capacidad que podría sin mayores complicaciones ampliarse y adecuarse sin la necesidad de grandes esfuerzos de importación, pues en todos los países en desarrollo, existen universidades o institutos técnicos que podría tomar esta responsabilidad, ya sea solos o con acompañamiento de la cooperación técnica, como ha venido ocurriendo. Así mismo para acelerar los procesos creación o refuerzo de la capacidad local se puede pensar en las transferencias de tecnologías, ya sea por parte de la cooperación técnica de los países desarrollados o mediante de colaboración y transferencia de tecnología sur-sur, o ambos.

- b) Los mercados potencialmente grandes pero pobres, en muchos países con insuficientes demandas, lo que trae como consecuencia un alto costo de producción por unidad tanto en el caso de fabricación de equipos y partes, como en el caso de estudios de ingeniería. Se espera que en la medida que se desarrollen los mercados aumente los volúmenes de venta y permitan la fabricación de partes en forma masiva, provocando la disminución de costos unitarios. La impulsión de programas de electrificación rural en el ámbito nacional señalando prioridades, líneas de trabajo, definiendo mejor las políticas de subsidios y otros, pueden contribuir al interés de los fabricantes nacionales a optimizar sus costos de producción y por ende ofertar a menores precios.
- c) Los estándares actuales exigidos por los organismos promotores-principalmente de los estados, tanto en el diseño como en la ejecución y en los materiales utilizados para la fabricación de equipos, son muchas veces demasiado altos e influyen en forma importante en la elevación de costos de las instalaciones innecesariamente. Sobre este tema, hay un importante consenso entre los investigadores y promotores del desarrollo rural, de que se puede bajar el nivel de exigencia y por ende los costos de los equipos y métodos de implementación sin poner en riesgo la viabilidad técnica de los sistemas ni la calidad del servicio prestado. Además durante las últimas dos décadas han habido importantes contribuciones técnicas en el ámbito internacional en la simplificación de la tecnología y los métodos de

implementación. Lamentablemente, estos esfuerzos aún no ha sido valorados suficientemente, por lo que no se ha pasado a estandarizar y reconocer las innovaciones y adaptaciones hechas por parte de los órganos responsables (estableciendo criterios para su aplicación y/o aceptación en forma masiva). Sería interesante por ejemplo que existieran “Normas para la fabricación de turbinas y la implementación de Microcentrales Hidroeléctricas (MCH) y micro aerogeneradores”, como ya las hay en muchos casos para las células fotovoltaicas<sup>6</sup>, estableciendo los criterios de mínimos costos sin arriesgar la sostenibilidad técnica de estos.

- d) En cuanto a costos de operación y mantenimiento, máquinas complicadas en su operación y de baja confiabilidad requerirán altos costos de operación y mantenimiento y por lo tanto debilitan las posibilidades de sostenibilidad de los sistemas aislados.

Como se puede apreciar, el tema de los altos costos y el mercado requieren de un análisis desde diferentes puntos de vista. i) La capacidad tecnológica y la necesidad de incrementar la oferta nacional, ii) los aspectos arancelarios especialmente de los productos cuya fabricación en el país no es posible a corto ni mediano plazo (por ejemplo los paneles solares), iii) revisar los estándares nacionales y llegar a un compromiso entre los costos, la calidad y rendimiento de los equipos y métodos de ejecución, iv) las máquinas o artefactos deben ser robustos y altamente confiables, v) debe haber la asistencia técnica por lo menos a nivel nacional o regional. Todos estos aspectos deben abordarse y resolverse a fin de contribuir a la sostenibilidad y a la diseminación de los pequeños sistemas de energías renovables, especialmente para aplicaciones en las zonas rurales pobres y aisladas.

### **Mecanismos financieros**

Desde hace algún tiempo se ha señalado la falta de mecanismos financieros dirigidos hacia la electrificación rural. Como se mencionó líneas arriba, hay quienes asocian fuertemente la sostenibilidad con los niveles de recuperación de la inversión (a mayor recuperación mayor posibilidad de sostenibilidad). Para otros, como es el caso del ITDG, lo importante es la participación de los usuarios en la financiación de los sistemas (entre sus posibilidades), lo que influye en la sostenibilidad en forma positiva. Por otro lado, hay experiencias que muestran que la inversión privada se da en alguna medida cuando encuentra nichos para la provisión de servicios energéticos<sup>7</sup>, y si se dieran los mecanismos

6. Aunque en el caso de las células fotovoltaicas, las normas son en su mayoría copias de aquellas establecidas en los países desarrollados y por tanto aún consideran exigencias que en los casos de la micro hidráulica y eólica son innecesarias.

7. Ver ESMAP/ World Bank; Uganda Rural Electrification Strategy study, Report 221/99, September 1999

financieros adecuados estos casos se podrían ampliar o replicar en otros países.

Sin embargo, no debemos perder de vista que en los países en desarrollo los pobladores rurales son pobres y que en una gran proporción están lejos de poder pagar el 100% de los “costos reales” de la energía eléctrica u otro tipo de energía moderna, a pesar de que la electricidad es un servicio ampliamente demandado por ellos como “luz”. De manera que si los estados están interesados en hacer llegar la “luz” a las poblaciones rurales, éstos deben necesariamente pensar en mecanismos financieros imaginativos, combinando la participación activa en la ejecución de los proyectos, con subsidios adecuados a la realidad. Por ejemplo, según estudios recientes hechos por el ITDG-LA en Perú, se ha encontrado que la mayoría de comunidades rurales tienen ingresos familiares que están entre los US\$ 300 a US\$ 1500 por año, mientras que el ingreso per cápita promedio del país es del orden de los US\$ 2.200, es decir que si consideramos familias promedio de 5 habitantes, podemos encontrar que los ingresos de las familias rurales están muy por debajo de los promedios nacionales (entre 1/36 a 1/7), lo cual nos hace confirmar la necesidad de mecanismos financieros específicos para los pobladores rurales.

### **La falta de capacidad local para la gestión de los sistemas**

Hasta la fecha, aunque difiere de país a país, la mayor parte de la electrificación rural se ha hecho sobre la base de la extensión de redes, aunque existen también importantes cantidades de pequeñas instalaciones aisladas; dado que al ir poco a poco agotándose las posibilidades de atención mediante la red, debido al aumento de costos por las distancias cada vez más grandes a las que se encuentran los centros poblados y la baja densidad poblacional en la mayoría de casos, se estima que gran parte de la población rural que aún no tiene electricidad, a corto o mediano plazo, sólo podrá hacerlo a través de sistemas aislados de generación. Lamentablemente la experiencia con las instalaciones aisladas confronta serias dificultades, principalmente referidas al manejo. Cuando se trata del manejo del estado o de grandes compañías la administración de éstas resulta excesivamente costosa y por tanto no deseable, cuando se trata de otros tipos de administración como la municipal, comunal o cooperativa, normalmente la falta de capacidad local conduce al fallo del sistema en su conjunto y a la interrupción del servicio, a veces por largos períodos o en forma indefinida.

Esto quiere decir que una estrategia de electrificación rural en los países en desarrollo, debe definir modelos de administración alternativos (a los antes mencionados) que garanticen la sostenibilidad. Modelos eficientes de manejo

de los servicios eléctricos, adecuados a la realidad local y generando la capacidad local necesaria. Recordemos que los costos de mano de obra y staff en general en zonas rurales son mucho menores que sus similares provistos por pobladores de zonas urbanas.

### **Marco legal e institucional adecuado**

Otra barrera importante es la falta de un marco institucional y legal apropiado; si bien es cierto que el estado está haciendo grandes esfuerzos en la implementación de los sistemas aislados, es conveniente que diseñe un marco institucional que permita o garantice ciertos niveles de coordinación, de arbitraje, de supervisión; un marco legal que garantice la estabilidad de aquellas entidades dedicadas a la provisión de servicios energéticos, que por pequeñas que sean y apartadas que estén necesitan de un marco referencial (al menos) que aborde temas como la propiedad, las tarifas, y algún nivel de arbitraje o supervisión entre propietario y operador cuando se trate de operación del tipo privado. Esto último podría ayudar a eliminar dudas y temores por parte de micro empresas privadas, que dicho sea de paso son muy pocas, para que arriesguen en hacer inversiones o compromisos relacionados con la provisión y/o administración de los servicios.

En las zonas rurales, el aprovechamiento político de los servicios por parte de aquellos líderes sin escrúpulos ha sido y sigue siendo un problema. En muchos casos, cuando se trata de pequeños sistemas de provisión de energía, mayormente promovidos, implementados y controlados por los municipios, han estado siempre sujetos a un manejo caprichoso de los Alcaldes, donde los cálculos políticos son más importantes que el raciocinio elemental sobre los aspectos financieros. La mayoría de políticos tanto locales como regionales y hasta nacionales, cuando se trata del manejo de los servicios, no tienen mayor preocupación por el futuro, por el largo plazo y por la sostenibilidad de los pequeños sistemas; de ahí la necesidad de contar con marcos legales que permitan superar estas barreras. Sería interesante, por ejemplo, que los marcos legales para los pequeños sistemas puedan quitarlos de las manos de los políticos y pasar a situaciones más neutrales, lo que podría permitir la implementación de tarifas, de administraciones basadas en la capacidad local y en la participación de los usuarios, manejando conceptos financieros y de sostenibilidad. ¿Quién podría invertir en un pequeño pueblo en forma privada si sabe que cuando hay campañas electorales los candidatos ofrecen electricidad gratis? ¿Cómo se puede neutralizar esto? Estas son preguntas que deben ser contestadas y resueltas si se desea que la inversión privada incursione en la gestión de la electrificación rural, y sobre todo en pequeños sistemas aislados basados en energías renovables.

## Las energías renovables y la cooperación técnica

La promoción de las energías renovables cobró auge desde comienzos de la década de los 70, como consecuencia de las crisis del petróleo. Sin embargo también desde temprano en la misma década se las sugiere como alternativas para la electrificación rural, como resultado de los análisis sobre las dificultades para acceder a la red por parte de las poblaciones rurales aisladas. Desde entonces se inician trabajos de piloteo en diferentes partes del mundo, se inician y diseminan conceptos sobre el desarrollo de tecnologías apropiadas, aunque el origen de este concepto es anterior, es en ese momento cuando se inician o cuando se trasladan hacia las energías renovables. Como consecuencia de ello, hasta la fecha se han desarrollado una serie de modelos de máquinas apropiadas a las formas de vida y las condiciones particulares de las poblaciones usuarias.

Durante las décadas de los 70 y 80 la cooperación técnica internacional, en la mayoría de casos en alianza con las fuerzas nacionales (universidades e institutos de investigación), desarrolla una amplia gama de propuestas tecnológicas para todo tipo de aplicaciones utilizando las energías renovables, y en especial para pequeñas aplicaciones, con orientación social. Por ejemplo, en el tema solar, secadores, cocinas, termas, bombeo de agua utilizando pequeñas accionadas por vapor generado con captadores solares, diseños bioclimáticos para utilizar la energía solar pasiva en los edificios, piscinas solares y otros dispositivos. En el área de la energía eólica, se diseñan diversos modelos de aerobombas diferenciándose tanto por los conceptos de diseño y los materiales utilizados, como por las demandas a atender, entre ellos molinos de viento con palas de tela (molinos de velas), aerobombas del tipo Savonius, aerobombas de eje horizontal de diversos tamaños y materiales. En el campo de pequeña hidráulica se enfatiza el trabajo en el desarrollo y transferencia de tecnología de ciertos tipos de máquinas que son simples de construcción como las Mitchel Banki<sup>8</sup> en menor medida se diseminan las turbinas Pelton, en ambos casos de diversos tamaños, de acuerdo a las demandas y a las oportunidades. En el campo de biomasa se promociona con mucha insistencia los biodigestores, especialmente el modelo Chino, un modelo familiar pequeño que permite la generación de 1 a 2 m<sup>3</sup> de gas por día dependiendo de las condiciones climáticas y de la materia prima utilizada; se trabaja mucho en el tema de las cocinas eficientes, con la finalidad de liberar tiempo y simplificar los esfuerzos de la mujer y el niño, ya que generalmente son ellos los que se encargan del recojo de leña, se dan algunas incursiones en el diseño de

---

8. El argumento es que las turbinas del tipo Mitchel Banki son simples de construir inclusive en pequeños talleres, ya que se necesitan básicamente máquinas de corte y soldadura, mientras que los otros modelos por lo general requieren fundición.

gasificadores de madera también con la idea de generar gas combustible, en este último caso para la posterior generación de electricidad a pequeña escala.

La aplicación de los modelos y prototipos se da mayoritariamente a través de proyectos puntuales, donde la razón fundamental era probar la tecnología, su rendimiento y la aceptación de los usuarios, lo que sugería que podría haber negativa por parte de los usuarios a aceptar cierta tecnología, o que algunas de estas tecnologías podrían no ser entendidas por los usuarios debido a sus creencias y a su cultura. En la gran mayoría de casos se producía la aceptación de los productos y/o modelos tecnológicos, con algunas excepciones muy particulares donde los promotores reportaban casos de fracasos debido a problemas sociales o culturales, como el ejemplo de un molino de viento en Puno (Perú) que, según los promotores, no fue aceptado por la comunidad porque los comuneros pensaban que era el motivo de la sequía, aunque en realidad reportes como estos no han sido evaluados independientemente.

Durante las primeras dos décadas mencionadas, se dieron preocupaciones sobre la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos de energías renovables, pero siempre desde un punto de vista más tecnológico. La tercera década de trabajo (años 90), ha sido más prolífera en ideas y estudios sobre otras razones para la no viabilidad de los proyectos o para el muy lento proceso de disseminación de las energías renovables como sistemas sostenibles. Se han generado una serie de modelos de gestión de los servicios y se ha enfatizado más en el servicio que en la tecnología. Los modelos de gestión van desde aquellos muy locales, referidos a los servicios energéticos de una aldea en específico (por ejemplo el modelo de “Servicios de Gestión de Sistemas Aislados de Generación” promovido por ITDG-LA<sup>9</sup>, que tiene su fortaleza en la definición de roles de los actores, la inclusión de conceptos de eficiencia en términos de manejo y costo, la creación de capacidad local y la inclusión de reglas de juego para ejercer las responsabilidades y derechos de dichos actores), a ámbitos regionales (con ejemplos como el de Jujuy en Argentina, donde la gestión del servicio se da en concesión a una empresa privada, fijando las condiciones y estableciendo los costos y los subsidios). Así, se han probado y se siguen probando diferentes modelos en diversas partes del mundo, con la intención principal de darle sostenibilidad a los proyectos y programas de electrificación rural, principalmente mediante fuentes renovables de energía. A lo mencionado se suman también las nuevas estrategias y nuevos modelos que se están promoviendo, los proyectos más integrales que consideran energía, uso productivo, adecuada gestión, créditos, fortalecimiento institucional y otros. Como ejemplos

9. Este modelo ha sido desarrollado y promovido para las pequeñas centrales hidroeléctricas mediante un sistema de créditos en el Perú y se viene implementado con éxito.

de estos podemos citar los proyectos PERZA de Nicaragua y PLABER de Bolivia, ambos promovidos por el Banco Mundial. Entre otras iniciativas importantes que tiene que ver con el acceso a la energía hay que mencionar el denominado “Global Village Energy Partnership”, promovido por el Banco Mundial, Naciones Unidas y otras importantes agencias con la participación de personalidades e instituciones de todo el orbe.