

# **Poder Verde para Áreas Naturales Protegidas en México Enfocadas a la Conservación y Mejoramiento de la Calidad de Vida**

ARTURO ROMERO PAREDES<sup>1</sup> y MARIA BÁRBARA REVELES  
GONZÁLEZ<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Ecoturismo y Nuevas Tecnologías S.A. de C.V.  
Ruiz Cortínez #3-19 Lomas de Atizapán  
Atizapán de Zaragoza  
52977 Estado de México*

*<sup>2</sup>Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro  
Donato Guerra #38  
Colonia 8 de Octubre  
Chetumal, Quintana Roo, México*

## **ABSTRACT**

A cooperative Mexico-USA program in renewable energies was formed between Sandia National Laboratories (SNL) and the Mexican Secretariat of Environment and Natural Resources (SEMARNAP). Facilities in ten remote Natural Protected Areas (NPAs) in southern Mexico were powered by renewable energy technologies. The goal was to demonstrate that renewable energy technologies are a valuable tool for meeting the power requirements of conservation, research and education activities. This joint effort has produced important results, and awareness is growing regarding the benefits of renewable energy technology for protecting the environment, and at the same time improving the quality of life for researchers and communities. The Mexican state of Quintana Roo has the majority of NPAs in Mexico; most are coastal marine. The Banco Chinchorro Biosphere Reserve (BCHBR) is an extension of SNL's program, since the BCHBR administration acquired a wind system to power its facilities. We describe projects and lessons learned in five coastal marine NPAs in Quintana Roo. Renewable energy both encouraged economic growth and raised the quality of life within the communities in NPAs, thus aiding regional sustainable development and reducing the impact on natural resources.

**KEY WORDS:** Community development, marine protected areas, renewable energy.

## **INTRODUCCIÓN**

México decretó su primer Área Natural Protegida (ANP) a fines del siglo XIX, iniciando su carrera en las energías renovables a fines de los 1940s, con la primera fábrica de colectores solares y el uso de molinos viento para bombeo de agua. Por tanto, México se puede considerar un pionero en estas dos importantes áreas para la protección del medio ambiente y uso apropiado de los recursos naturales.

El programa mexicano de energías renovables de los Laboratorios Nacionales Sandía (SNL) de los Estados Unidos de Norteamérica inició en 1993. El

Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), invierten más de un millón de dólares en 6 años para el desarrollo y promoción de las fuentes de energía renovable, principalmente abarcando los campos de agricultura, ganadería y ANPs, y como segundo termino aquellos que podrían ayudar a las comunidades rurales y microempresas.

Las ANPs primordiales de este programa se ubican en la región sureste de la republica Mexicana, en los estados de Chiapas, Oaxaca, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En total se han instalado cerca de 25 kW en sistemas de energía renovable, tanto solar como eólica. Solamente en las regiones costeras de la península de Yucatán se han instalado 17.0 kW en 6 años. Estos sistemas aunque en su mayoría, para beneficio directo de los usuarios de las estaciones de las ANPs de la Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, actualmente SEMARNAT), han también proporcionado servicio de agua potable a comunidades y energizado un hotel eco turístico como parte del programa de difusión y promoción de estas tecnologías.

Entre los socios principales en este programa se puede mencionar: Conservación Internacional, World Wild Fund, The Nature Conservancy, Amigos de Sian Ka'an, Pronatura Península de Yucatán y el Instituto de Historia Natural.

Las lecciones aprendidas abarcan aspectos muy importantes en los tópicos de desarrollo tecnológico, impacto ambiental, aspectos sociales y aspectos económicos.

### ÁREA DE ESTUDIO

Aún considerando que los proyectos de demostración del programa abarcan una extensión muy amplia (desde Oaxaca hasta Quintana Roo), este documento solamente se enfoca a las áreas marinas y costeras de la península de Yucatán y con énfasis en las costas de Quintana Roo.

Los sitios de estos proyectos fueron los siguientes: Reserva de la biosfera de Ría Lagartos, Área de Protección de Flora y Fauna de Yum Balam, Parque Nacional Isla Contoy, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y Parque Nacional Arrecifes de X-Calak.

### LOS RECURSOS RENOVABLES

Las regiones costeras son muy favorecidas en recurso solar, con niveles que van de 4.2 a 5.2 kWh/m<sup>2</sup>-día (Almanza et al. 1997) como promedio diario anual. El recurso eólico, siempre es variable e impredecible, sin embargo para estas regines se ha determinado que los valores se ubican desde 4.5 hasta 6.0 m/seg. como velocidad media-diaria-anual @ 30 msnnt, con densidades de potencia de 150 a 300 W/m<sup>2</sup>, lo que lo clasifica como región clase 4, los vientos predominantes provienen del SE y E, y una menor influencia de vientos del norte. (Duran et al. 1994).

Estos recursos naturales, que representan una fuente limpia de energía, proporcionan a las costas de la península de Yucatán  $1.45 \times 10^{10}$  kWh/día, solamente de energía solar, si tomamos una franja de 3 km a lo largo de los 1000 km de litoral.

SNL ha llevado a cabo el monitoreo del recurso eólico disponible y ha estimado un factor de planta promedio del 22% (Duran et al. 1994) (Factor de planta es el porcentaje del tiempo en que las máquinas eólicas operarían al 100% de su capacidad), esto quiere decir que un sistema eólico de 500 Watts podría generar 2400 Wh/día.

Debido a que los sistemas fotovoltaicos tienen una eficiencia del 10% como promedio, se puede determinar que en esta región se podría generar al menos  $1.45 \times 10^9$  kWh/día. En términos prácticos un sistema solar de 500 Watts podría generar 1800 Wh/día.

A manera de referencia práctica, una persona en el medio rural consume 250 Wh/día, mientras que en el medio urbano este valor es de 1,000 – 1,250 Wh/día de energía eléctrica (Romero-Paredes et al. 1999).

#### SISTEMAS INSTALADOS EN LAS ANPs

A través del programa mexicano de energías renovables del SNL se instalaron en la zona costera de la península de Yucatán 16.96 kW, de los cuales 15.7 kW fueron con energía eólica y 1.26 kW con energía fotovoltaica.

Estos sistemas han suministrado energía a las estaciones de investigación, casetas de guardias, campamentos de protección de tortugas y estaciones de trabajo. Entre las aplicaciones destacan las siguientes: bombeo de agua, iluminación interior y exterior, sistemas de radiocomunicación, energía para operar computadoras y equipo de laboratorio y audiovisual (Figura 1). Otras experiencias, como el uso de sistemas fotovoltaicos para la formación de arrecifes artificiales, también han sido reportadas; experiencias como ésta se han realizado en las costas de Quintana Roo.

El contar con condiciones de trabajo más confortables y seguras permite que los investigadores y trabajadores permanezcan más tiempo en las estaciones de investigación y vigilancia, reduciendo sus costos de operación por concepto de traslados y consumo de combustibles para sus plantas de generación de energía a base de combustibles fósiles. Adicionalmente, estas estaciones de trabajo han sido usadas como sitios idóneos para la realización de cursos de capacitación en temas como educación ambiental y ecoturismo. Solamente en Banco Chinchorro, estudiantes e investigadores de diversas instituciones invierten en promedio 15 días de cada mes en esta estación.

La señalización marítima es otra de las aplicaciones que ha tenido la energía fotovoltaica, aunque esta no ha sido incluida en el programa de SNL.

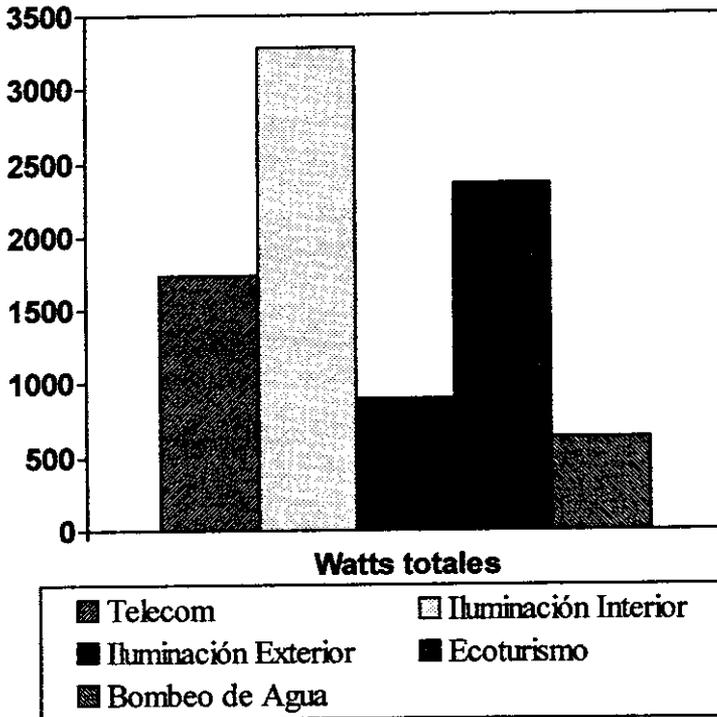


Figura 1. Proyectos por tipo en cuanto a potencia instalada.

#### LECCIONES APRENDIDAS

Aunque las tecnologías solar y eólica se consideran como maduras y aptas para regiones apartadas y con reducidos niveles de mantenimiento, un número de experiencias nos han enseñado que aún falta mucho por hacer en aspectos como capacitación y buenas prácticas de instalación, operación y mantenimiento, así como aspectos sociales.

#### Aspectos Tecnológicos

La tecnología como tal es altamente confiable, siempre que el integrador del sistema sea una persona con experiencia, lo cual en muchos lugares no existe. Esto da como resultado sistemas que presentan fallas continuas y en ocasiones los usuarios regresan a tecnologías antiguas y contaminantes como las plantas generadoras a base de combustibles fósiles.

Las partes más débiles de los sistemas son las baterías y los sistemas de control.

La mejor solución encontrada es que las baterías sean selladas y libres de mantenimiento, y que los controles sean de "estado sólido" lo que permite que la confiabilidad aumente considerablemente y las medidas de mantenimiento se reduzcan.

Debido a que en algunas estaciones se ajusta el sistema para las temporadas de alta demanda de energía, los sistemas son subutilizados en las temporadas bajas. Esto ha provocado falta de atención del usuario habiendo bancos de baterías que se dañan permanentemente por falta de mantenimiento; la forma de evitar este problema es usando baterías libres de mantenimiento. Por otra parte, la capacitación a los usuarios debe ser en forma permanente debido a la rotación de personal en las ANPs.

### **Aspectos Sociales**

Cuando una ANP adopta la tecnología renovable y se preocupa por dar mantenimiento apropiado al sistema los resultados son altamente positivos. Este tipo de experiencias permite que las comunidades rurales ubicadas en las cercanías o dentro de las ANPs adopten también estas tecnologías. Por el contrario cuando los resultados son negativos muy difícilmente se verá como una opción para solucionar sus problemas de energía. Entre los casos más relevantes que se pueden mencionar está la región de la costa de Quintana Roo, desde Tulum hasta Punta Allen, en donde varios hoteles han adoptado energías renovables para satisfacer sus necesidades y promocionar sus desarrollos como "verdes", dándole un valor agregado a sus inversiones. Otro caso es Banco Chinchorro, donde los pescadores han adoptado la tecnología como su mejor aliado.

Para sitios donde no hay alternativa de otras fuentes de energía eléctrica, más que plantas eléctricas de combustión y sistemas de energía renovable, los usuarios han optado por fuentes limpias, siendo su principal incentivo el consumo nulo de combustibles que representa un costo elevado y alto riesgo de transportación y almacenamiento.

La implementación de proyectos en comunidades aún no se ha dado como parte de un programa de SNL, pero de acuerdo a las encuestas realizadas se sabe que ha existen comunidades costeras como Punta Allen que cuentan con sistemas solares patrocinados por el gobierno estatal, algunos de éstos sistemas han sido subutilizados o abandonados por falta de trabajo social antes de su implementación. Un caso similar se observo en X-Calak, donde el sistema de 71.2 kW fue abandonado por falta de una infraestructura institucional que asumiera la responsabilidad del sistema (Romero-Paredes et al. 1997, Orozco y Kissmann 1999).

### **Aspectos Económicos**

Estudios recientes hechos por el SNL en México, revelan que los costos de inversión de los sistemas de energía renovable llegan a ser hasta siete veces el costo de inversión de los sistemas convencionales de generación a base de combustión. Pero los costos de operación y mantenimiento de estos últimos hacen que los tiempos de amortización de los sistemas renovables lleguen a ser de cuatro años como promedio; además de la mitigación del impacto ambiental, el cual no es posible evaluarlo económicamente.

Los niveles de inversión de estas tecnologías se dan en \$USD/W instalado, así un sistema fotovoltaico podría llegar a rangos de \$15 a \$30 USD/W, mientras que los sistemas eólicos se ubican entre los \$9 y \$20 USD/W. (Romero-Paredes 2000)

Estos niveles de inversión llegan a ser prohibitivos para muchos de los casos, a pesar que los períodos de amortización son bajos. Es por esto que programas como el de SNL permiten conocer las tecnologías con una mínima inversión.

### **Aspectos Ecológicos**

A pesar de que estas tecnologías se consideran limpias y de muy bajo impacto ambiental, existe un elemento que a largo plazo puede convertirse en un problema ecológico. Una vez que ha concluido el tiempo de vida útil de las baterías de los sistemas, éstas deberán ser retiradas de las ANPs y llevadas a centros de reciclaje o confinamiento. Esta práctica no está instituida en muchos países, por lo que deberá ser una de las labores de los usuarios y vendedores de sistemas.

Otro de los impactos ambientales observados son el riesgo que corren las aves frente a los sistemas eólicos. En los sistemas instalados en Quintana Roo, se han reportado 5 aves mortalmente impactadas por las palas de estas máquinas. Aunque la mortandad aparenta ser muy baja, existen medios para evitarla, como colocar lámparas de destello que avisen a las aves nocturnas de la presencia de un obstáculo.

También se ha reportado que las máquinas eólicas de 10 kW instaladas a menos de 40 metros de casas habitación producen un ruido poco tolerable cuando la intensidad del viento supera los 15 m/s, mientras que las máquinas de 500 Watts o menos no producen ruido intolerante.

## **PERSPECTIVAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS ZONAS COSTERAS**

Para las pequeñas comunidades costeras y los campamentos de pescadores en Quintana Roo, las energías renovables representan una alternativa técnicamente factible y económicamente viable.

Un sistema eólico de 1500 W ubicado en un sitio con velocidad media anual de 4 m/s, podrá dar servicio a 2-4 personas, lo que equivale de 4 a 8 familias. El costo de inversión por familia podría ser del orden de \$2,000 USD. Un sistema solar para las mismas condiciones y nivel de servicio podría llegar a costar \$5,000 USD. Sin embargo los sistemas solares pueden ser desde 50 W cubriendo

necesidades muy básicas de iluminación y la inversión sería de menos de \$1,000 USD por familia.

Bajo un programa de financiamiento para la adquisición de estos sistemas, las comunidades que viven en las ANPs o en las zonas de amortiguación, podrían participar en forma activa en preservar los recursos naturales al no contaminar con ruido o gases de combustión.

#### LITERATURA CITADA

- Almanza S., R., E. Cagigal R. y J. Barrientos A. [1997]. Actualización de los mapas de irradiación Global Solar en la República Mexicana. UNAM.
- Duran S., R. Foster, J. Roberg, A. Romero-Paredes, y R. Pate. 1994. First-year monitoring results of the wind/pv hybrid power system in Xcalak, Quintana Roo, Mexico. In: *Proceedings of AWEA Wind Power 1994*, American Wind Energy Association.
- Orozco R. y S. Kissmann [1999]. Plan Administrativo para el Fideicomiso Operativo X-Calak. Report for New Mexico State University and the North American Fund for Environmental Cooperation.
- Romero-Paredes, A. 2000. Lecciones aprendidas en la Implementación de programas de energía renovable en el estado de Quintana Roo. *Memorias de la XXIV reunión Nacional de Energía Solar*, Ciudad de México.
- Romero-Paredes, A., R. Orozco, y R. Foster [1997]. Recommended institutional solutions for the X-Calak, Quintana Roo village hybrid system. Report for U.S. Export Council for Renewable Energy, GHO II-14-01. Washington, D.C USA.
- Romero-Paredes, A., R. Orozco, y J. Morgenstern [1999]. Propuesta de establecimiento de tarifas en X-Calak por consumo de energía - reporte final. Report for New Mexico State University and the North American Fund for Environmental Cooperation.