



## **Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eolico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec**

**Realizado por:**

Global Transition Consulting  
55 Middlesex Street, No. 221  
North Chelmsford, MA 01863-1561  
Tel: 978-251-1525  
Fax: 978-251-5291

**Contacto Local:**

Ing. Roberto Fuentes Cuevas  
Las Rosas, fraccionamiento La Riviera  
Juchitan, Oaxaca – Mexico 70040  
Tel: 52-971-11605  
E-mail: rancho4r@istmored.com.mx

Septiembre 2000

**Para:**

Agropecuaria “Los Compadres”, SA de CV  
Ave. Dr. Roque Robles No. 26, 5ª sección  
Juchitan, Oaxaca - Mexico 70000

**Elaborado bajo el:**

Mexico Renewable Energy Program  
Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM 87185  
Ing. Michael P. Ross, Gerente de Programa



## **Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eólico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec**

### **Resumen**

En el Istmo de Tehuantepec, ubicado en el sureste de México en la parte más angosta del país entre el Golfo de México y el Océano Pacífico, se encuentra una mezcla interesante de factores: una población significativa sin acceso a la red nacional de electricidad, una capacidad de pagar dentro de esa población, un interés en alternativas diferentes a fuentes corrientes de energía y unos recursos naturales que ofrecen buenas posibilidades económicas para satisfacer necesidades energéticas en la zona. En particular, el área cuenta con un recurso eólico muy bueno, que representa una gran oportunidad para la introducción de tecnologías electro-eólicas.

Este documento define posibles estrategias para la comercialización de sistemas de energía renovable (ER) dentro de ese mercado rural no electrificado. El trabajo de definición se realizó ayudando a una o más compañías en la zona a investigar y explorar oportunidades con ER para suplir necesidades de agua y/o luz. Los resultados de estos esfuerzos sugieren una oportunidad para empresas privadas en ofrecer productos y servicios a base de ER para satisfacer porciones del mercado dentro del Istmo.

El proyecto se llevó a cabo durante 1999-2000 en base al contacto con la zona desde 1996. Fue realizado por Global Transition Consulting bajo el Programa de Energía Renovable para México (MREP), dirigido por Sandia National Laboratories y patrocinado por la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Departamento de Energía de los Estados Unidos (USDOE).

### **Mercado**

El Istmo de Tehuantepec cuenta con muchos ranchos sin acceso a la red nacional de electricidad (CFE), contando en su ausencia con una variedad de otras tecnologías para suplir sus necesidades energéticas. Por el lado del rango socio-económico, las casas no electrificadas usan pilas para radios y grabadoras, gas kerosén para iluminación, baterías automóbiles para energización de televisores blanco-y-negro, y en muchos casos fuerza humana para provisión de agua, con balde o con bomba manual. En otros casos, se usan motobombas para abreviar cantidades mayores de animales y plantas eléctricas a base de gasolina para uso doméstico.

Un “cañón de viento” abarca una parte significativa del Istmo y el mercado de interés (véase mapa en Anexo 1). Dentro de ese cañón, existen aproximadamente 1,600 unidades de producción—de productores con solamente dos cabezas hasta ranchos con producción alta de animales para leche o carne. Una fuente<sup>1</sup> los organizó en base al tamaño de producción y terreno así:

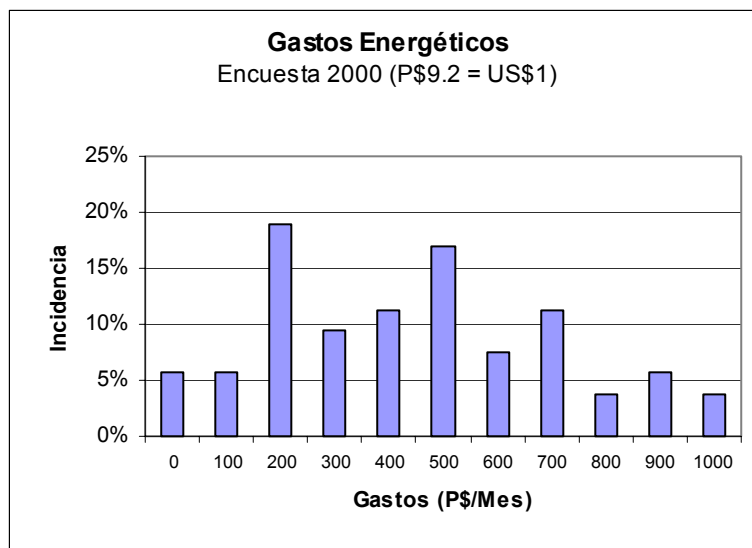
Unidad Animales	Hectarias	Incidencia
0 a 15	0 a 10	10%
16 a 50	10 a 33	75 a 80%
51 a 100	33 a 66	10 a 15%

<sup>1</sup> Según miembros del Grupo de Auténticos Ganaderos de Juchitán, reunión, 7 de agosto 1998.

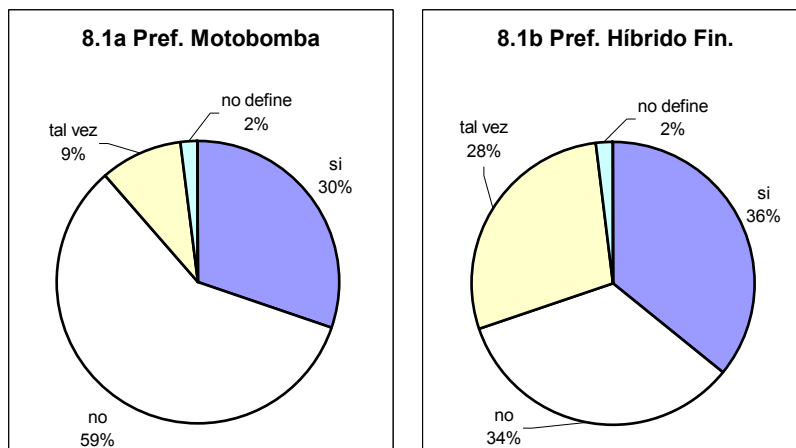
### Encuesta del Mercado

Un estudio de mercado llevado a cabo de junio a agosto de 2000 a través de encuestas realizadas a más de 50 rancheros en los municipios de Juchitán, Ixtepec, Tehuantepec, Espinal y San Blas Atempa indicó un buen mercado para productos o servicios que podrían satisfacer las necesidades energéticas de ranchos utilizando sistemas financieros con pagos iniciales y cuotas de pago cómodos.

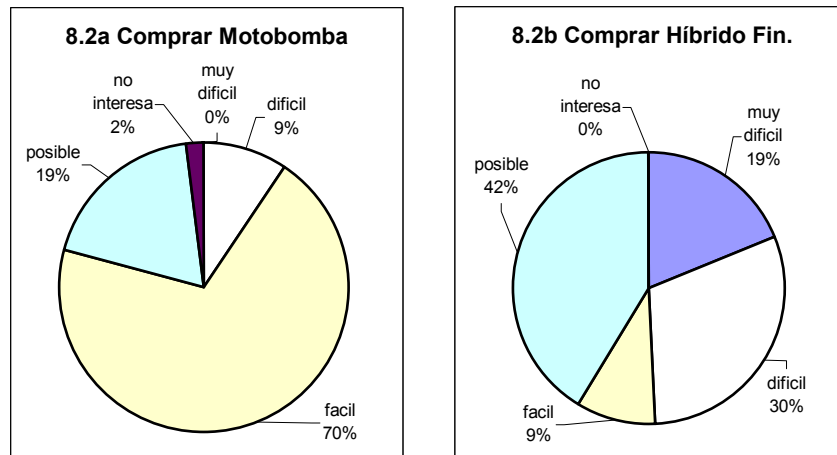
Una buena indicación de la capacidad y disponibilidad de pagar por un producto o un servicio son los gastos actuales que se desplazarían con la nueva oferta. Como parte de la encuesta, se estudió los gastos actuales en agua y en energía—bombeo de agua a mano y/o con motobomba, energía para luz, y energía para electrodomesticos como refrigeradoras y televisores. Los resultados indicaron un gasto promedio de casi P\$500 (US\$50) por mes.



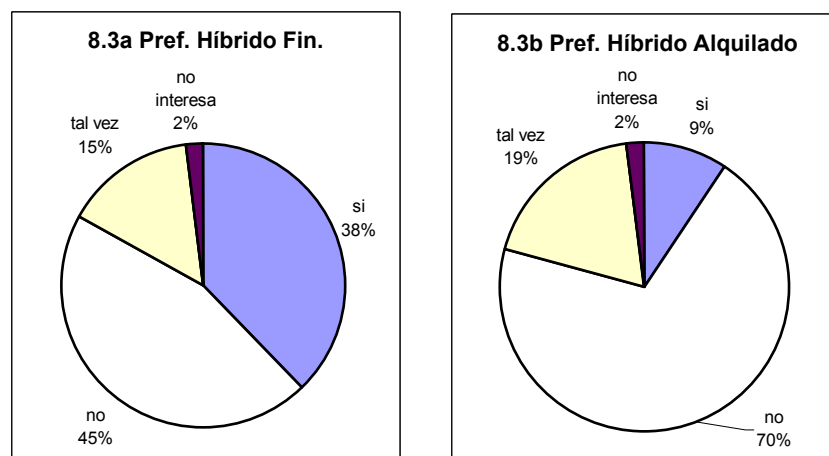
El estudio también buscó indentificar las preferencias y percepciones del mercado rancharo en cuanto a ciertas tecnologías y/o ofertas. Esos resultados sugirieron que una gran parte de ese mercado estaría dispuesto a considerar un sistema híbrido éolico-solar financiando: El 64% decía que sí o talvez preferirían comprar ese sistema, comparado con el 39% para motobomba:



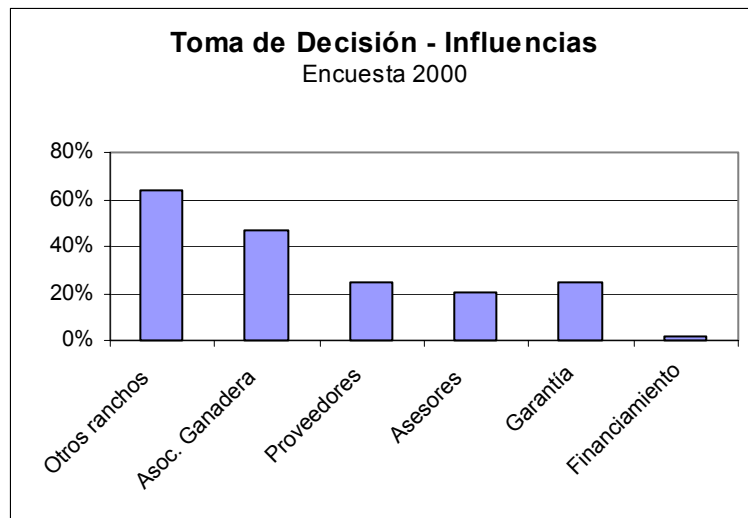
Sin embargo, a pesar de esas tendencias, las encuestas indicaron que el 89% cree fácil o posible comprar un sistema con motobomba, comparado con solo el 51% para sistemas híbridos. Esos resultados podrían haber sido provocados por desconocimiento de las tecnologías y posibilidades financieras.



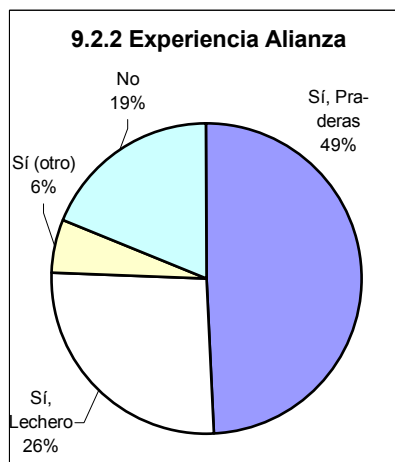
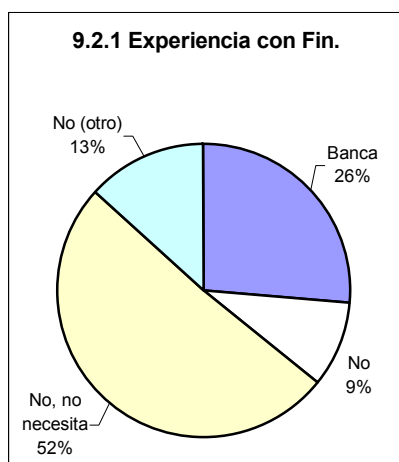
Otro resultado de interés fue una comparación entre dos productos híbridos hipotéticos, uno financiado sobre 12 meses y el otro alquilado. Esa parte de la encuesta reveló una preferencia por la oferta de financiamiento, con el 53% diciendo que sí o talvez preferirían esa, comparado con 28% para la otra.



La encuesta también buscó explorar unos aspectos sobre la propagación de un producto nuevo como los sistemas ER. Se preguntó sobre como los encuestados toman decisiones y los factores más importantes en ese proceso. Los resultados indicaron que las experiencias de otros ranchos y el respaldo de las asociaciones ganaderas son los más importantes. Esa información puede servir para guiar una campaña de promoción de una empresa buscando entrar en el mercado rural con estos productos.



Otro factor de importancia que facilitaría la introducción de productos ER sería el financiamiento. La encuesta estudió las experiencias y percepciones de la población de interés en cuanto a financiamiento en general y con el programa Alianza para el Campo del gobierno mexicano, el cual ha jugado un papel importante en la introducción de sistemas ER en varias partes del país.



Una copia de la encuesta aparece en el Anexo 2.

### Experiencias Eólicas en el Mercado Local

La región cuenta con cierta experiencia con sistemas que aprovechan el buen recurso eólico de la zona. Entre ellos están:

- Parque eólico “La Venta” – Cerca al pueblo de La Venta, Oaxaca, se instaló en julio de 1994 un parque eólico piloto, con siete turbinas marca Vesta de 225 kilovatios (kW) cada una, montadas a una altura de 30 metros. Este parque ha brindado un buen servicio desde su instalación, produciendo un total de 33,000 Megavatios-hora (MWh) desde julio de 1994 a junio de 2000.

- Rancho Minerva – Un sistema eólico para bombeo de agua fue instalado en el Rancho Minerva, municipio de Juchitan, en agosto de 1996. El sistema, basado en una turbina Bergey Windpower de 1.5kW, fue instalado con apoyo financiero de FIRCO, por medio del programa Alianza para el Campo, y del apoyo financiero y técnico del programa MREP. El sistema ha tenido diferentes problemas desde su segundo día de instalación, los cuales han sido difíciles de superar; entre ellos: caída de rayos (2 veces), quema de fusibles continuas y cambios de diseño para corregir problemas con ciertos circuitos/relays.
- Rancho Salinas – Otro sistema eólico instalado en la zona está ubicado en Rancho Salinas.

## **Estructura empresarial**

Una estructura empresarial apropiada para llevar a cabo lo que se proponía bajo este esfuerzo debía ser una compañía con capacidad:

- Gerencial – Dadas las exigencias mayores de opciones más allá de ventas simples, parecía necesario contar con una capacidad gerencial más desarrollada.
- Financiera – Se buscó capacidad financiera no solo para mantener inventario, sino que también para financiar o invertir en activos para alquiler, y talvez conexiones con fuentes gubernamentales o privadas de financiamiento o inversión.
- Técnica – Se hacía necesario disponer de capacidad técnica para por lo menos instalar y mantener, y talvez de diseñar otros sistemas y/o fabricar componentes.

También parecía necesario tener interés en y conocimiento del mercado rural de la zona.

En el desarrollo de la propuesta original del proyecto surgió un grupo empresarial en la zona que mostró mucho interés en tecnologías ER y que estaba interesado en entrar al mercado. Ese grupo incluye compañías con un rango amplio de productos y servicios, incluyendo experiencia en el alquiler de carros. Aunque no tenía productos o servicios dirigidos hacia la zona rural, ni capacidad técnica en la instalación o mantenimiento de sistemas de energía, el grupo si parecía tener un buen nivel de capitalización, que facilitaría los aspectos financieros del proyecto. Sin embargo, salió difícil al final para ese grupo tomar la decisión de llevar a cabo una instalación piloto, dado sus percepciones sobre los riesgos financieros.

La instalación piloto fue realizada por una tienda agropecuaria ubicada en Juchitán, Agropecuaria Los Compadres. Los Compadres tenía la ventaja de una buena conexión y contacto continuo con el mercado rural de la zona. También tenía experiencia básica con sistemas de energía solar para iluminación y energización de cercos eléctricos para ganado, instalados por gente técnica contrada.

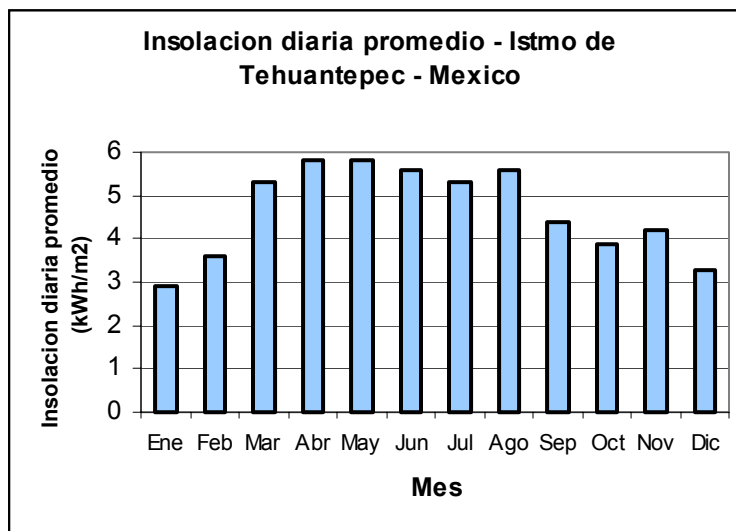
## **Producto**

Este proyecto buscó ayudar la empresa local con el desarrollo de ofertas técnico-financieras para satisfacer necesidades locales con ER.

Entre los posibles recursos de energía renovable disponibles en la región están el eólico y solar:

Energía eólica – La fuerza del viento puede ser aprovechada por turbinas mecánicas, para bombeo de agua, o eléctricas, para una variedad de usos. Aunque no se logró conseguir datos históricos confiables sobre el recurso eólico, sí hay muchas indicaciones de un buen recurso, principalmente entre los meses de Septiembre y Marzo. La comisión Federal de Electricidad (CFE) de Mexico indicó que la instalación en La Venta halló un viento promedio de 9 metros por segundo (m/s) a una altura de 30 metros y laboratorios NREL de USA proporcionó un mapa del recurso eólico en la zona obtenido hace 7 años, el cual indica que los vientos predominantes en la zona son tipo 3 y 4, con velocidades promedio superiores a 5 m/s a 30 metros de altura.

Energía solar – La luz del sol se convierte en electricidad por ciertos materiales mediante el efecto fotovoltaico. El Istmo cuenta con un recurso solar promedio anual<sup>2</sup> de 4.7 kWh/día, distribuido así:



### Sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico – Concepto Técnico

Un sistema híbrido, generando energía eléctrica con una o más turbinas electro-eólicas y un arreglo fotovoltaico, puede ofrecer una buena opción técnica y económica para una alta disponibilidad de energía a lo largo del año en áreas no electrificadas de zonas como el Istmo de Tehuantepec. Realmente no se complica mucho el diseño de un sistema eólico el añadir uno o más paneles fotovoltaicos. Además, muchas veces los dos recursos son complementarios de tal forma que puede haber viento al no haber sol, y viscerversa. Observando los datos de insolación solar en la gráfica anterior, se puede apreciar que en los meses de abril a agosto el recurso solar es más fuerte precisamente cuando el recurso eólico es menor. También, el recurso eólico puede brindar servicio a menor costo, pero tiende a ser menos predecible que el recurso solar.

Mientras el máximo enfoque de la industria eólica está en turbinas de gran potencia para uso en parques eólicos, existen un rango de turbinas de menos de 5 kW que pueden servir en sistemas independientes de las redes eléctricas. Entre ellas están la turbina Bergey de 1.5 kW y la turbina de 400 W escogida para el proyecto piloto, de Southwest Windpower. Existen modelos de turbinas con la opción de ser de 12 voltios<sup>3</sup> (V), 24 V, o mayor.

Varios fabricantes estadounidenses, europeos, japoneses y otros, ofrecen un gran rango de paneles fotovoltaicos de 5 W o menos hasta 300 W, y de 12 V hasta 60 V. Estos paneles también pueden fácilmente interconectarse para necesidades mayores de amperaje y/o voltaje.

Del punto de vista comercial, cualquier producto puede tener más valor en ciertos mercados satisfaciendo *varias* necesidades. El sistema Juchitán se diseñó con el propósito de ser “triple-uso”. El diseño buscó proveer energía para bombeo de agua para abreviar ganado y/o para uso humano, energía para electricidad para uso doméstico (principalmente luces, televisión y radio), y energía para refrigeración, principalmente para vacunas para animales.

<sup>2</sup> Datos tomados del “Atlas of Satellite Insolation in USA/Mexico and South America”. Georgia Institute of Technology. Nov 1984.

<sup>3</sup> Voltios nominales; los voltajes reales normalmente serían mayores, suficientes para cargar baterías de 12 voltios.

## Sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico – Concepto Financiero

Operaciones comerciales a base de tecnologías nuevas como las electro-eólicas y fotovoltaicas enfrentan varios desafíos:

- Riesgo percibido – Cualquier producto no conocido puede causar demoras en su aceptación en un mercado, especialmente en caso de inversiones mayores.
- Costo – El alto costo inicial de los sistemas ER ha sido un obstáculo mayor en su introducción, a pesar de brindar ahorros durante la vida útil por evitar la compra de combustible y disminuir las necesidades de mantenimiento.
- Necesidades de mantenimiento – Mientras pueden ser más fáciles de mantener que los sistemas a base de diesel o gasolina, los sistemas ER sí requieren de cierto mantenimiento. Puede ser difícil encontrar gente calificada en áreas rurales.

Existen diseños financieros que pueden ayudar a convencer parte del mercado sobre la viabilidad de sistemas ER, incluyendo arrendamiento y financiamiento

Arrendamiento – La propuesta original del proyecto en el Istmo era de superar esos desafíos con una oferta de arrendamiento puro, o alquiler. Se podría en este caso usar como modelo las operaciones de una afiliada de GTC, Soluz, con el alquiler de miles de sistemas fotovoltaicos a clientes rurales en otros países latinoamericanos. Con esa esquema de arrendamiento, los clientes pueden conseguir servicio eléctrico básico pagando tarifas mensuales bajas y dejando la mayor parte del mantenimiento en manos de gente calificada de la compañía.

El caso de México sugirió cambios en la propuesta. Un factor era la presencia del program Alianza para el Campo, un program nacional de apoyo al productor mexicano. Este programa, administrado por el Fondo de Riesgo Compartido (FIRCO), ofrece fondos perdidos para ayudar con la adquisición de equipos para el establecimiento y mejoramiento de praderas, incluyendo cercos eléctricos y sistemas de bombeo de agua. Mientras sean una ayuda del punto de vista del usuario, los fondos perdidos disponibles solamente para los usuarios implican un desafío para una operación comercial de arrendamiento puro. Una arrendadora de sistemas ER podría tener dificultades al competir usando ofertas en base al costo completo.

Otro factor es la dificultad legal aparente en retirar o desinstalar equipos por falta de pago, lo cual es componente clave de una operación de alquiler para asegurar cumplimiento financiero.

Financiamiento – Otra solución podría ser el financiamiento de los sistemas, con garantías fuertes de cumplimiento técnico. Este arreglo tiene la ventaja de bajar el alto costo inicial mientras minimiza el riesgo percibido por el cliente. Sus riesgo financiero se limita en el corto plazo al enganche y algunos pagos mensuales, o menos si hay garantía “money-back” parcial.

Ambos arreglos financieros requieren un nivel de sofisticación fiscal mayor que lo exigido por una operación de ventas al contado. También requiere acceso a más capital, particularmente en el caso del arrendamiento.

## **Instalación piloto**

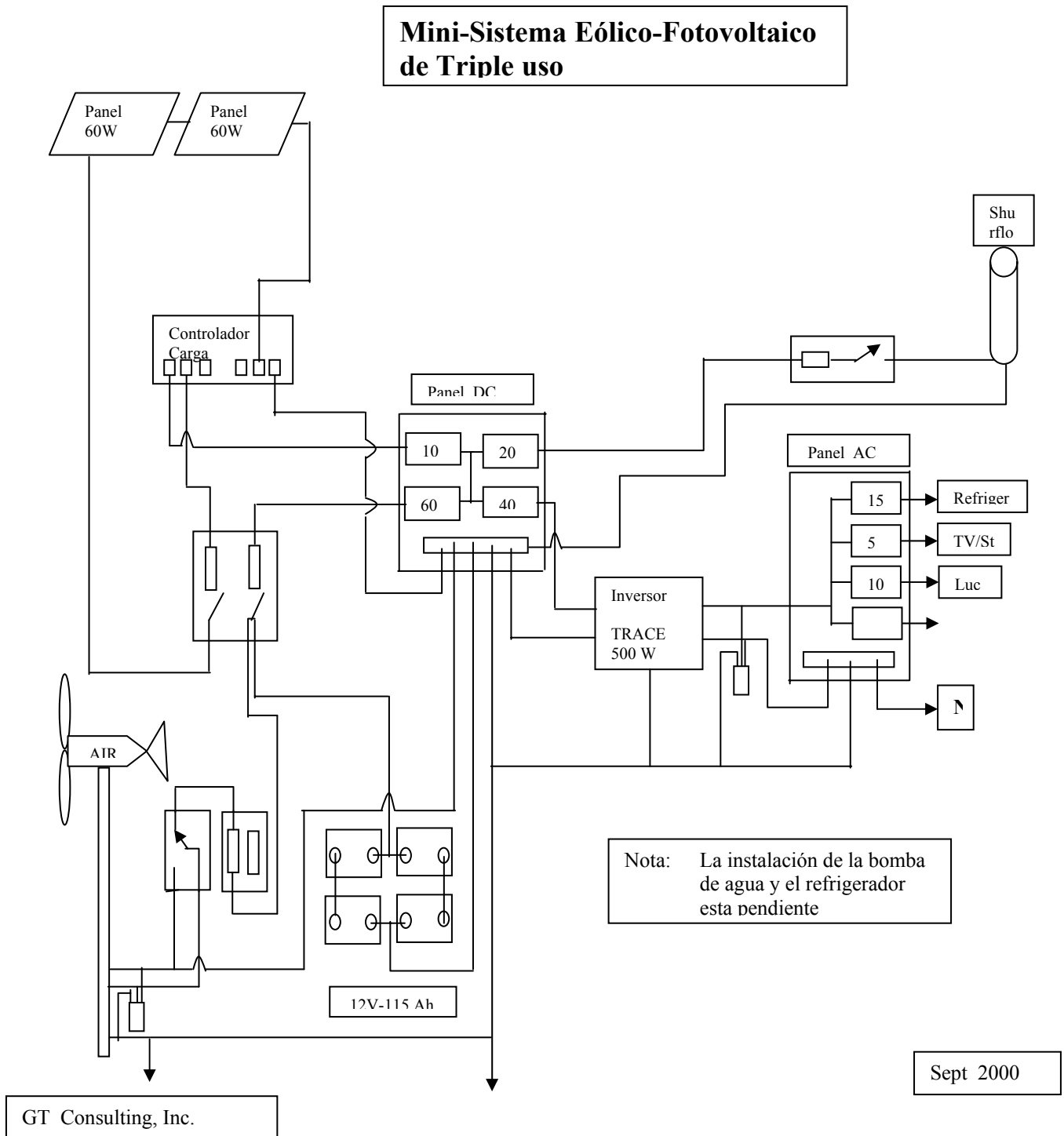
### Cliente

El cliente para el sistema piloto bajo este proyecto fue seleccionado por la empresa. La instalación se hizo en un rancho ubicado en la vereda Zapata, a cinco minutos de la ciudad de Ixtepec y 30 minutos de Juchitán; el dueño del rancho, Jorge Juárez, es uno de los socios de la Agropecuaria Los Compadres, de

Juchitán. El uso que se dará al sistema incluirá luces, televisor, equipo de sonido, refrigerador pequeño (<100W), y bomba de agua.

Diseño

La figura siguiente muestra una esquema del diseño del sistema sugerido por GTC; un listado de los componentes aparece en el Anexo 4.



Algunos puntos específicos sobre aspectos del diseño:

- Turbina – El escoger una turbina AIR 403, de Southwest Windpower, fue motivado por la oferta de SWWP de regalar una muestra para abrir el mercado en el Istmo. Para no distorsionar el mercado, la donación pasó de SWWP directamente a una compañía local. La turbina seleccionada es la versión marina, que es más cara pero que ofrece mayor protección contra corrosión causada por sal marina en el aire. Junto con la turbina también fue donado un kit para torre para facilitar el montaje de la turbina. El juego de 4 anclas atornillables fue comprado a SWWP.
- Voltaje – En base a consultas con el fabricante y otros de la industria eólica, GTC recomendó un sistema a base de 24 VDC. Las turbinas AIR de 24 V son más eficientes y un sistema de 24 VDC permite el uso de cableado menos grueso (menos caro) para la conexión de la turbina y del arreglo fotovoltaico a las baterías y para distribución de la energía a las cargas. También las bombas funcionan mejor a 24 V. El uso de un inversor permite el uso de dispositivos de 110 V corriente alterna.
- Protección contra rayos – El sistema cuenta con componentes de aterrizaje para protección contra rayos, especialmente importantes dada la experiencia de Rancho Minerva. Entre estos están: sistema de varillas de tierra con conexión soldada y aparta-rayos o varistores de óxido de silicio para DC y AC con capacidad para 60,000 amperios.
- Indicación de Estado – Parece muy importante ofrecer al cliente manera de entender el estado de sistema, posiblemente con información sobre el rendimiento eólico y solar, estado de carga de las baterías, y consumo.

El Anexo 3 muestra fotos del sistema piloto de Ixtepec.

En el caso del sistema piloto, algunos componentes del diseño original, incluyendo la bomba y el refrigerador, faltaron por instalar. El dueño del sistema tendrá que tener más conocimiento sobre el rendimiento y confiabilidad del sistema antes de hacer mayores inversiones. También, está previsto cambiar la ubicación del sistema a un rancho que está bajo construcción; el local actual, aunque tiene buen recurso y proximidad a un centro urbano (para que sirva de promoción), también tiene acceso a la red eléctrica, lo cual disminuye el valor del servicio ofrecido por la instalación.

Otra parte clave del sistema piloto fue la instalación de un sistema de monitoreo (sistema de adquisición de datos, o *DAS*) para determinar el rendimiento actual del equipo y asegurar el buen funcionamiento del sistema mediante diagnóstico inmediata de problemas. El sistema Ixtepec incluye un sistema DAS de marca Soluz prestado por GTC. Tiene la capacidad de grabar información sobre:

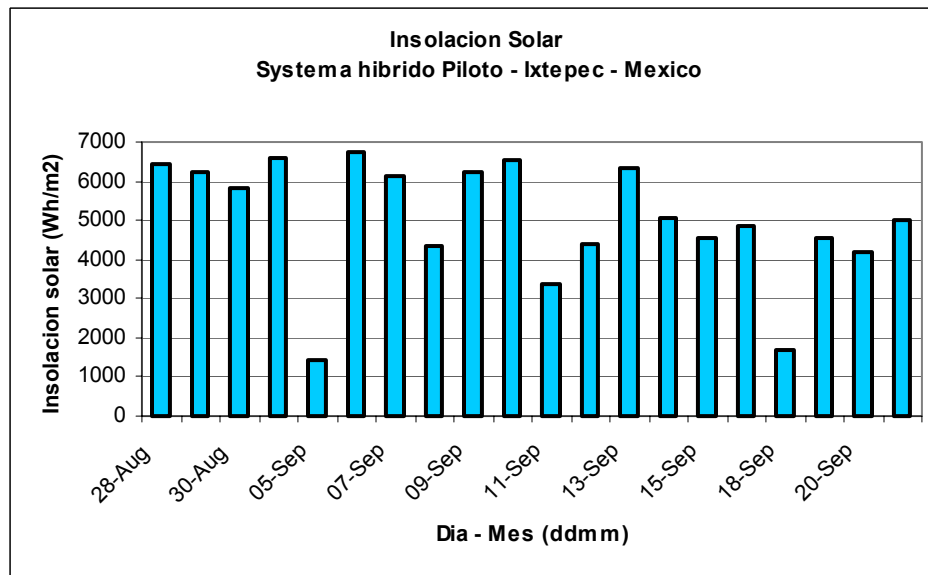
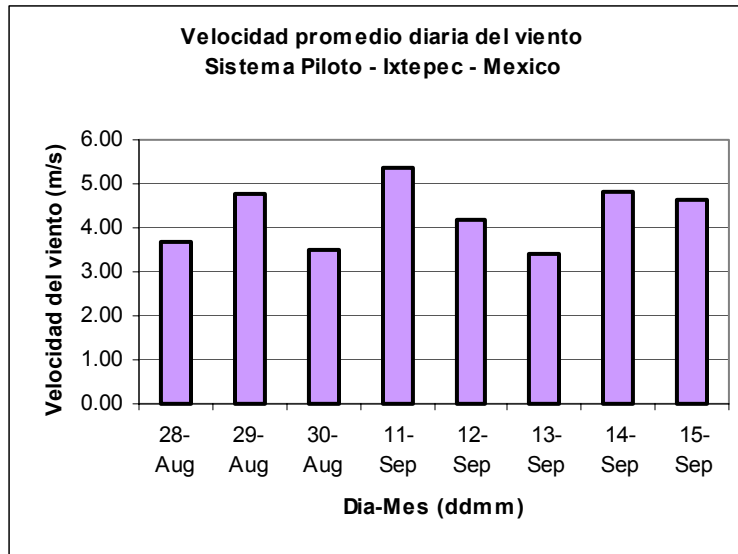
- voltajes de producción y almacenaje
- amperajes de producción y consumo
- temperaturas de la batería, panel y sistema DAS
- radiación solar
- recurso eólico (velocidad y dirección del viento)
- consumo por aparato

Datos históricos y actuales (*real-time*) están disponibles por conexión remota por un conjunto de teléfono celular y modem integrado al sistema.

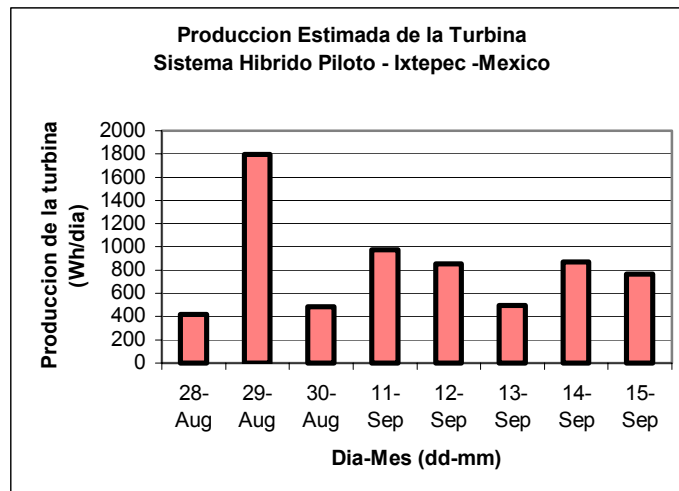
### Funcionamiento

El sistema fue instalado por Los Compadres con apoyo de GTC a finales de agosto y principios de septiembre 2000. Los primeros datos confirmaron los buenos recursos del sitio escogido en el Rancho de Juan Rodriguez. El DAS registró un viento promedio de 3.98 m/s a una altura de 8 m durante tres días de prueba en agosto y de 4.48 m/s a la altura de la turbina ya instalada (13 m) durante los días del 11 a 15 de

Septiembre. La insolación diaria promedio fue de 5 kWh/día. Los recursos están mostrados en las siguientes figuras:



En base al recurso eólico registrados cada cinco minutos por el sistema de monitoreo DAS y a la curva de potencia de la turbina, se pudo realizar un estimado de la energía producida. La siguiente figura en la siguiente pagina indica los rendimientos estimados de la turbina eólica durante varios dias de agosto y septiembre:



El anexo 5 incluye más detalle de los datos obtenidos con el DAS.

### Arreglo Financiero

A pesar de los deseos de probar mecanismos financieros con mayor alcance, la venta del sistema piloto fue al contado. El precio del sistema de P\$21,216 incluía una margen de aproximadamente 75%. Los detalles de costos y márgenes aparecen en el Anexo 4.

### **Lecciones**

La experiencia con el desarrollo del proyecto eólico para el Istmo reveló varias lecciones para el desarrollo de una operación comercial ER, entre ellas:

- Mecanismos financieros – La instalación híbrida piloto en Ixtepec sirvió para empezar a generar interés en el mercado local y como una prueba técnica y empresarial del concepto original, con costos aproximando a los reales. No logró, sin embargo, una prueba de mecanismos financieros de compra a plazos o de arrendamiento puro. Esos mecanismos van a ser necesarios para el desarrollo de un mercado amplio para los sistemas híbridos en el Istmo.
- Voltaje – Mientras un diseño a base de 24 VDC ofrece ventajas en cuanto a las eficiencias de las turbinas, bombas, y alambres, no fue posible conseguir en México un inversor apropiado para este voltaje.
- Costo – El costo del sistema parece seguir como desafío en el desarrollo del mercado, aún con financiamiento sobre 12 meses.
- Datos – Fue difícil encontrar datos concretos sobre el recurso eólico en la zona. Algunas posibles fuentes fueron la instalación en Rancho Minerva y el parque eólico en La Venta. La primera, sin embargo, no funcionó con suficiente regularidad para proveer datos, y no se logró conseguir datos de la Comisión Federal de Electricidad, quienes operan la segunda. El program MREP cuenta con un mapa eólico nacional hecho por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) de los EE.UU, pero no lleva mucho detalle para la zona del Istmo.

## **Recomendaciones y Conclusiones**

Recomendaciones para el arranque de un negocio para servir el mercado identificado incluyen:

- **Financiamiento** – Ofrecer soluciones financieras parece ser el aspecto más importante para el arranque o crecimiento de una empresa viable en base a ER. El estudio de mercado indicó un posible mercado para un sistema híbrido financiado a 12 meses.
- **Arrendamiento** – Una oferta de alquiler de sistemas ER ofrece al cliente sin acceso a electricidad convencional, oportunidad de adquirir una solución energética a bajo costo inicial, con costos mensuales bajos, sin alto compromiso, y sin muchas preocupaciones de mantenimiento. Del punto de vista de una empresa, representa una oportunidad para penetrar un mercado con mucha más facilidad. Dado los gastos energéticos actuales de los clientes encuestados bajo este proyecto, es posible considerar una penetración de más del 50% desde el punto de vista económico, con ofertas con pagos mensuales entre P\$400 y 800. Sin embargo, los resultados de la encuesta también indicaron que al mercado le parecía más la idea de comprar un sistema que alquilarlo. También, la operación de alquiler requiere un nivel más alto en cuanto a capacidad gerencial y acceso a capital.
- **Sistema gradual o por fases** – Una estrategia que surgió durante el desarrollo inicial del mercado del Istmo para la aceptación de las tecnologías ER fue mediante instalaciones graduales. Ofreciendo un sistema vendido en *fases* se puede minimizar la percepción del alto costo inicial. Esos sistemas pueden tener la ventaja de satisfacer a un nivel de necesidades energéticas más bajo, a menos costo. Incluso puede servir como un primer paso en la adquisición de un sistema híbrido.
- **Tecnologías** – Una línea de productos tiene que llegar a cierto nivel de actividad para justificar la inversión relacionada con esos productos, en mercadeo, inventario, personal y capacitación. Para alcanzar ese nivel con productos de energías renovables en el caso de un mercado como el Istmo, una empresa puede pensar en ofrecer no solo sistemas eólicos o híbridos, sino también sistemas fotovoltaicos.
- **Diseño** – Como se mencionó, la experiencia de Rancho Minerva ha mostrado los problemas que pueden causar los rayos, indicando la necesidad de mucha atención en el diseño a ese aspecto. La selección de componentes con especificaciones para zonas litorales puede ser muy importante para la duración de esos componentes. Dado la dificultad en encontrar inventario nacional de inversores de 24 V, una operación puede o mantener su propio inventario apropiado o hacer diseños a base de 12 VDC.
- **Datos** – Con sistemas eólicos (o híbridos) pequeños, el riesgo en cuanto al recurso es menor; si un sitio no resulta apropiado, es fácil reubicar el sistema en otro parte de la propiedad o hasta donde otro cliente. Los sistemas pequeños no necesitan mucha inversión independiente en medición del recurso. Puede ser mejor solamente colocar la turbina y usar la energía generada mientras se “mide” el recurso.
- **Historial** – Cualquier esfuerzo comercial a base de energía eólica tiene que tomar en cuenta el conocimiento del mercado del producto ofrecido. En el caso del Istmo, la empresa debe estar lista para enfrentar preguntas o malas impresiones creadas por, en particular, el sistema del Rancho Minerva. Los sistemas alquilados pueden servir para superar cualquier imagen negativa dado el bajo compromiso financiero del usuario y el alto compromiso técnico de la arrendadora.
- **Promoción** – Es probable que las necesidades de promoción sean menores, si las mismas instalaciones iniciales se hacen de buena forma y bien ubicadas.

### Posibles Fuentes de Financiamiento

Existen varias posibles fuentes de financiamiento para una empresa ER buscando servir un mercado rural en el país. Entre ellas están las posibilidades de capitalización de la empresa o financiamiento directo a clientes de la empresa:

- FIRCO – El Fideicomiso de Riesgo Compartido, del gobierno nacional, provee apoyo técnico y fondos perdidos para el desarrollo de los sectores productivos rurales. FIRCO, en colaboración con el equipo Sandía del MREP, ha apoyado con la instalación de un buen número de sistemas ER en varios estados de México. La gran mayoría de los sistemas han sido sistemas FV para bombeo, con apoyo a productores mediante fondos perdidos del programa Alianza para el Campo. En 2000, FIRCO arrancó otro esfuerzo ER con fondos del Banco Mundial bajo un programa de Establecimiento y mejoramiento de praderas. Ese esfuerzo ha buscado llevar a los demás estados el trabajo que FIRCO ha realizado con ER y con el apoyo del MREP. Los fondos de FIRCO pueden servir para ampliar el mercado para productos como el sistema Ixtepec, con tal de que el proceso sea rápido y que el mercado no quede con imágenes falsas del valor y de los costos del producto. FIRCO/Oaxaca ha mostrado un interés en buscar como apoyar operaciones de arrendamiento de equipos de ER dentro del marco Alianza para el Campo.
- FIRA – FIRA es el Fondo de Garantía y Fomento para La Agricultura, Ganadería y Avicultura y Fideicomisos Agrícolas. Es un banco “de segundo piso”—un banco que financia a otros bancos, privados o públicos (de desarrollo), para prestar a compañías o individuos. Durante varios contactos con GTC en 1999 y 2000, personal de FIRA ubicado en la Ciudad de Oaxaca, Juchitán, Tuxtepec, Puerto Escondido y otras localidades han mostrado interés en apoyar el financiamiento de energías renovables. Dadas las cantidades involucradas en un solo sistema, sería difícil que llegaran esos montos al nivel de financiamiento directo al cliente de un banco respaldado por FIRA, como BANRURAL o algún banco comercial. Otra posibilidad sería el financiamiento por ese banco a la compañía, que lo se usaría para extender financiamiento a sus clientes o para capitalizar una operación de arrendamiento. Los requisitos de garantías que piden FIRA quieren decir que la compañía tendría que tener cierto nivel de activos para acceder esas líneas de financiamiento.
- REEF – El Fondo de Energías Renovables y Eficiencia es un fondo lanzando en febrero 2000 para invertir capital de riesgo en compañías con un enfoque en ER y eficiencia de energía. Ofrece tres “ventanas” de financiamiento, incluyendo una dirigida hacia operaciones comerciales ofreciendo sistemas ER en áreas no electrificadas. El fondo no hace inversiones en compañías nuevas, sino solamente en operaciones con historial y experiencia comprobada. El personal del REEF tiene bastante conocimiento del modelo Soluz de arrendamiento y conocimiento básico de los esfuerzos de GTC en el Istmo para ayudar con el arranque de operaciones comerciales a base de sistemas híbridos.

### Conclusiones

El Istmo de Tehuantepec representa un posible buen mercado para una empresa con enfoque en los sistemas de energía renovable. El Istmo cuenta con un recurso eólico muy bueno y con energía solar confiable. También contiene un número grande de ranchos productivos sin acceso a redes eléctricas, cuyos gastos energéticos son altos para conseguir agua y para uso en los ranchos. El estudio de mercado indicó un interés en probar el uso de sistemas híbridos eólico-solares como solución a esas necesidades energéticas. Una instalación piloto en Ixtepec está sirviendo como un testimonio a las posibilidades dentro de la zona.

Para entrar en este mercado a más grande escala, una empresa va a tener que ofrecer soluciones no solo técnicas sino también económicas. Esa empresa tendrá que enfrentar los varios obstáculos que pueden limitar la aceptación de los sistemas ER, entre ellos el alto costo inicial de los sistemas, la percepción de riesgo técnico/económico, y preocupaciones sobre mantenimiento. Una presencia fuerte de la empresa en el mercado local puede ayudar con esos desafíos. Otro factor importante va a ser la oferta de soluciones financieras, entre ellas el financiamiento a corto o mediano plazo y el alquiler.

## **Anexos**

Anexo 1	Mapa del Istmo de Tehuantepec
Anexo 2	Encuesta
Anexo 3	Fotos del sistema piloto en Ixtepec
Anexo 4	Listado de componentes del sistema piloto
Anexo 5	Ejemplos de los datos tomados con el DAS

## Anexo 1 Mapa del Istmo de Tehuantepec



## Anexo 4 Listado de Componentes del Sistema Piloto

### Pequeño Sistema Eólico-Solar, Istmo de Tehuantepec- Propuesto Y Actual (fase I) Lista de Componentes, costos y margenes

#### Cálculos Financieros

Cant.	Componente	Especificaciones	Propuesto			Actual-(Fase I)	
			P.U.	P.T.	%	P.U.	P.T.
1	Turbina -donacion	AIR Marina 403, 24V	6,200	6,200	13.4%	0	0
1	Kit de Torre - donacion	Tensores, tornilleria, kit para levantar	950	950	2.1%	0	0
1	Flete Turbina y kit Torre	Evio Fedex USA-Mexico	1,200	1,200	2.6%	1,200	1,200
1	Tuberia para torre	3 tubos de 6.4 m y uno de 2m	850	850	1.8%	850	850
4	Anclajes	Anclajes atornillables de 48" de largo	115	460	1.0%	115	460
2	Cableado turbina	rollo de 100m de cable AWG8	350	700	1.5%	350	700
1	Caja de union metalica	Caja de union para la base de la torre	70	70	0.2%	70	70
3	Varilla de aterizaje	cobre, 2 m	70	210	0.5%	70	210
1	Cuchilla desconexion	Cuchilla de 2 polos, dos tiros	50	50	0.1%	50	50
1	Portafusible	portafusible 2x30	70	70	0.2%	70	70
1	Protector pararrayos AC	AC Lightning Arrestor Delta LA302R	460	460	1.0%	460	460
1	Protector pararrayos DC	DC surge Arrestor Delta SA250DC	460	460	1.0%	460	460
1	Miscelaneos	Conectores, empalmes, tornillos, cintas	250	250	0.5%	250	250
2	Módulos fotovoltaicos	60W	3,720	7,440	16.1%	0	0
30	Cableado	M, AWG#12	2	60	0.1%	0	0
1	Equipo de montaje	Estructura de Aluminio, tornillos de acero	500	500	1.1%	0	0
4	Baterias	AC delco Solar 2000 de 12V, 115 Ah	1,000	4,000	8.7%	1,000	4,000
10	Cableado	Ft, AWG#4, interconexion de baterias	15	150.00	0.3%	15	150
1	Controlador	de carga FV, LVD, ind. edo. carga, 35A	1,140	1,140	2.5%	0	0
2	Caja de breakers	60 Amp de 4 circuitos	240	480	1.0%	240	480
7	Breakers	60A, 40A, 5Ax2, 60A	74	518	1.1%	74	518
2	Fusibles	60A, 30A, 15A	20	40	0.1%	20	40
1	Interruptor de cuchilla	30 A, con fusible	100	100	0.2%	0	0
1	Medidor de energia	Tri-Metric / shunt resistor	1,920	1,920	4.2%	0	0
<b>SUBTOTAL</b>				<b>28,278</b>			<b>9,968</b>
IVA (ya)			0%	-			-
<b>TOTAL - SISTEMA DE PRODUCCION/ALMACENAMIENTO</b>				<b>28,278</b>			<b>9,968</b>
1	Inversor	TRACE TS524 ,24V, min. 500W	3,404	3,404	7.4%	3,404	3,404
1	Flete Inversor	Envio Fedex USA - Mexico	1,700	1,700	3.7%	1,700	1,700
60	Cableado interior	M, AWG14	2	120	0.3%	2	120
4	Lamparas (alta eficiencia)		180	720	1.6%	180	720
0	Bomba-motor	Shurflo 9300, 24V, cable de seguridad	6,168	-	0.0%	8,000	-
0	Manguera reforzada	M, 1/2"	25	-	0.0%	25	-
<b>SUBTOTAL</b>				<b>5,944</b>			<b>5,944</b>
IVA (ya)			0%	-			-
<b>TOTAL - SISTEMA DE UTILIZACION</b>				<b>5,944</b>			<b>5,944</b>
Total sin margen				<b>34,222</b>			<b>15,912</b>
Con Margen (ya) 75%				<b>45,629</b>			<b>21,216</b>
				<i>(75% = margen de 20%/mark-up de 25%, e.g.)</i>			
<b>Instalacion</b>				<b>500</b>			<b>0</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>46,129</b>			<b>21,216</b>
Precios al detalle en moneda nacional							

*Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eolico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec*

**Costo Cliente**

Enganche	25%	11,407	
Instalacion		500	
<b>Subtotal - Pago al instalarse</b>		<b>11,907</b>	
Monto financiado		34,222	
Interes anual (insoluto)	0%		
Plazo (meses)	12		
<b>Pagos mensuales</b>		<b>2,852</b>	

**Riesgo Los Compadres**

Costo total sin margen con donaciones			15,912
<b>Total</b>			<b>15,912</b>

**Desembolso Los Compadres**

Costo total sin margin menos enganche			4,505
---------------------------------------	--	--	-------

**Margen Los Compadres**

Precio total		46,129	21,216
Costo verdadero	( <i>assumiendo mark-up de 25%</i> )	34,222	15,912
Instalacion		500	0
<b>Subtotal</b>		<b>11,407</b>	<b>5,304</b>

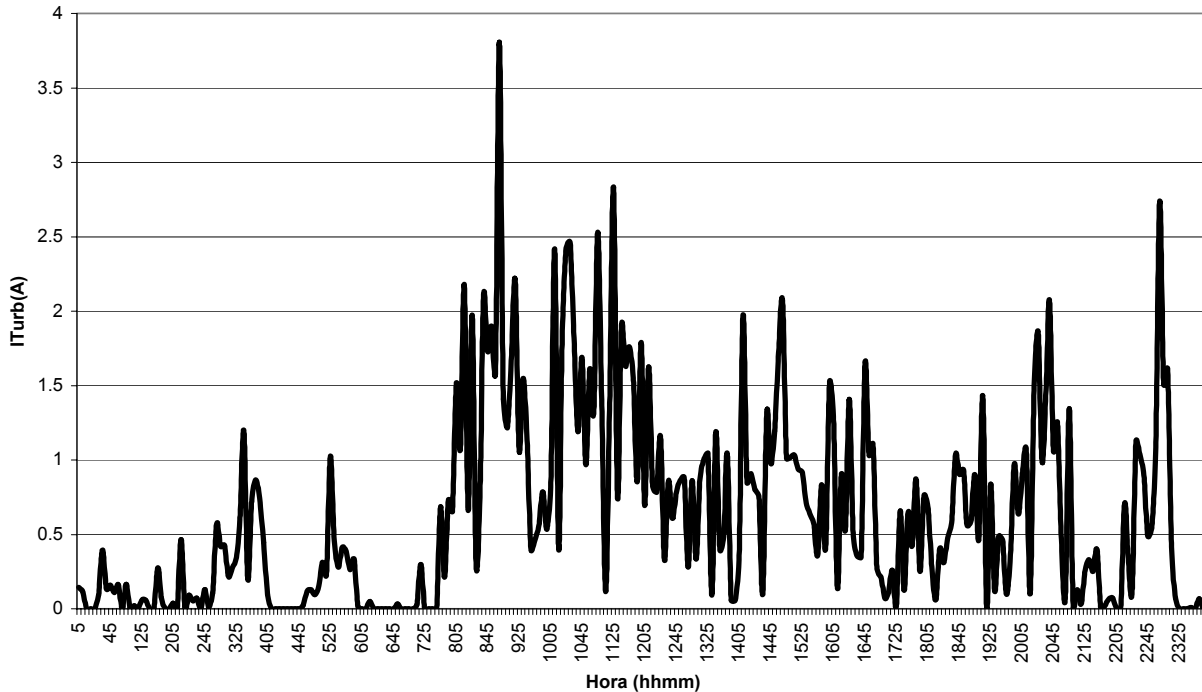
## Anexo 5 Ejemplos de los Datos Tomados Con el DAS

### Valores Maximos de Corriente y Velocidad del Viento

Fecha	I_Tur (Amp)	Hora	Vel Viento (m/s)
16-Sep	3.832	2335	7.594
17-Sep	5.076	1101	12.336
18-Sep	1.334	1227	6.828
19-Sep	1.662	1448	15.24
20-Sep	8.15	1440	17.7
21-Sep	5.422	1701	9.124
22-Sep	4.816	1511	18.16
23-Sep	3.9	1549	14.48
24-Sep	*0.209	1651	
25-Sep	7.94	2129	
26-Sep	18.4	2158	14.885
27-Sep	2.359	2012	12.97

\*La turbina fue puesta en freno y no suministro corriente.

**Corriente de la Turbina AIR 403 (Amp)**  
**Sep 29 / 2000 - Sistema Piloto Ixtepec -Mexico**



Datos Tomados Durante un Día Entero

Dia 26-Sep	Hora (hhmm)	Vbatt (V)	I_Turbina (Amp)	R.Solar (W/m2)	Viento1 (m/s)	Viento2 (m/s)	Viento.Dir	Tlog (C)	Vlog (V)
270	5	23.68	-0.042	6.60495	3.994	3.714	630.7	33.66	12.59
270	10	23.71	0.257	6.594038	4.866	4.744	672.6	33.63	12.59
270	15	23.76	0.516	6.594038	5.08	5.006	662.6	33.59	12.58
270	20	23.77	0.175	6.594038	4.662	4.698	692.5	33.56	12.58
270	25	23.74	0.429	6.550392	4.784	4.718	656.5	33.51	12.58
270	30	23.87	0.595	6.60495	5.398	5.076	724	33.47	12.57
270	35	23.83	0.534	6.60495	5.052	5.024	706	33.43	12.57
270	40	23.78	0.227	6.561303	4.764	4.492	704	33.39	12.57
270	45	23.79	0.349	6.572215	4.974	4.802	733	33.36	12.56
270	50	23.77	0.159	6.528569	4.616	4.526	706	33.32	12.56
270	55	23.81	0.621	6.594038	5.19	5.196	716	33.28	12.56
270	100	23.78	0.283	6.572215	4.876	4.92	658.8	33.24	12.55
270	105	23.76	0.038	6.572215	4.234	4.05	712	33.21	12.55
270	110	23.72	0.039	6.594038	4.124	3.976	712	33.18	12.55
270	115	23.68	-0.022	6.583126	3.83	3.732	672.8	33.16	12.54
270	120	23.73	0.338	6.583126	4.596	4.52	758	33.12	12.54
270	125	23.7	0.108	6.60495	4.132	3.88	664.1	33.08	12.54
270	130	23.69	0.073	6.583126	4.058	4.06	705	33.04	12.54
270	135	23.67	0.063	6.60495	4.062	3.92	648.9	33.01	12.53
270	140	23.69	0.191	6.594038	4.624	4.632	718	32.97	12.53
270	145	23.67	0.029	6.561303	4.098	4.134	643	32.94	12.53
270	150	23.66	0.117	6.572215	4.152	4.08	612.6	32.91	12.52
270	155	23.7	0.208	6.572215	4.876	4.724	722	32.88	12.52
270	200	23.7	0.257	6.517659	4.372	4.534	676.3	32.85	12.51
270	205	23.79	0.49	6.60495	4.932	4.96	640.6	32.81	12.51
270	210	23.75	0.22	6.528569	4.45	4.266	664.1	32.8	12.51
270	215	23.8	0.658	6.561303	5.104	5.106	589.7	32.78	12.51
270	220	23.74	0.125	6.561303	4.306	4.32	651.5	32.74	12.5
270	225	23.74	0.115	6.506748	4.414	4.456	626.1	32.7	12.5
270	230	23.71	0.141	6.517659	4.108	4.154	595.4	32.67	12.5
270	235	23.73	0.164	6.572215	4.238	4.392	602.2	32.64	12.49
270	240	23.68	-0.031	6.517659	3.994	4.044	571	32.61	12.49
270	245	23.65	-0.044	6.528569	3.75	3.612	584.5	32.59	12.49
270	250	23.63	-0.048	6.594038	3.314	3.308	563.8	32.56	12.48
270	255	23.62	-0.033	6.561303	3.53	3.624	615.8	32.53	12.48
270	300	23.65	0.183	6.528569	4.318	4.152	645.6	32.51	12.48
270	305	23.65	0.006	6.561303	3.936	4.13	548.4	32.48	12.47
270	310	23.64	0.162	6.517659	4.316	4.456	579.8	32.47	12.47
270	315	23.65	0.047	6.550392	3.588	3.658	529.3	32.44	12.46
270	320	23.74	0.498	6.528569	4.896	5.004	559.1	32.42	12.46
270	325	23.79	0.524	6.550392	4.77	4.92	538	32.38	12.46
270	330	23.73	-0.002	6.561303	3.902	3.874	557.7	32.34	12.46
270	335	23.74	0.332	6.561303	4.552	4.662	595.6	32.32	12.45
270	340	23.74	0.295	6.550392	4.252	4.248	517.8	32.29	12.45
270	345	23.74	0.173	6.572215	4.274	4.348	544.3	32.27	12.44
270	350	23.79	0.46	6.561303	4.708	4.82	586.2	32.23	12.44

Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eolico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec

270	355	23.89	0.787	6.484927	5.46	5.416	614.5	32.21	12.44
270	400	23.79	0.187	6.517659	4.458	4.572	547.8	32.18	12.44
270	405	23.81	0.36	6.517659	4.6	4.652	582	32.16	12.43
270	410	23.77	0.135	6.517659	4.21	4.382	544.1	32.13	12.43
270	415	23.71	-0.028	6.528569	3.724	3.624	526.6	32.11	12.42
270	420	23.9	0.919	6.484927	5.458	5.484	642.7	32.08	12.42
270	425	23.92	0.842	6.484927	5.416	5.448	592.4	32.05	12.42
270	430	23.78	0.068	6.517659	4.07	4.104	545.1	32.02	12.42
270	435	23.75	0.064	6.463106	4.118	4.034	515.7	31.99	12.41
270	440	23.78	0.236	6.506748	4.69	4.886	577.5	31.96	12.41
270	445	23.73	0.156	6.441286	4.35	4.392	567.1	31.93	12.41
270	450	23.73	0.091	6.484927	4.06	4.252	528.3	31.9	12.4
270	455	23.76	0.367	6.484927	4.492	4.524	516.6	31.88	12.4
270	500	23.81	0.381	6.484927	4.498	4.548	579.3	31.85	12.39
270	505	23.79	0.434	6.506748	4.728	4.848	594.4	31.83	12.39
270	510	23.85	0.683	6.463106	5.166	5.218	622.3	31.82	12.39
270	515	23.38	-0.055	6.463106	4.608	4.698	579.4	31.79	12.39
270	520	23.35	-2.567	6.484927	4.242	4.47	494.2	31.76	12.38
270	525	23.2	-2.641	6.441286	4.078	4.182	543.8	31.73	12.38
270	530	23.05	-3.221	6.495837	4.228	4.288	493.7	31.71	12.38
270	535	22.17	-4.18	6.484927	4.386	4.448	523.6	31.67	12.37
270	540	23.07	-0.034	6.495837	5.496	5.604	645.2	31.65	12.37
270	545	17.99	-0.554	6.441286	5.348	5.478	634.5	31.62	12.36
270	550	5.678	-0.001	6.408557	4.516	4.656	575.1	31.59	12.36
270	555	2.938	0	6.452196	4.882	4.892	603	31.57	12.36
270	600	1.616	-0.001	6.441286	4.946	5.048	584.9	31.53	12.35
270	605	0.951	-0.001	6.441286	3.636	3.742	574	31.51	12.35
270	610	0.598	-0.001	6.397648	3.818	3.898	588.2	31.48	12.35
270	615	0.401	-0.002	6.386738	3.216	3.236	595	31.47	12.34
270	620	0.285	-0.001	6.441286	3.524	3.45	589.4	31.44	12.34
270	625	0.215	-0.001	6.474016	3.854	3.756	614.1	31.4	12.34
270	630	0.168	-0.001	6.36492	3.922	3.93	696.2	31.38	12.33
270	635	0.137	-0.002	6.408557	3.926	3.84	653.4	31.34	12.33
270	640	0.114	-0.002	6.386738	3.482	3.438	562.2	31.31	12.33
270	645	0.097	-0.002	6.463106	4.032	4.084	619.7	31.29	12.32
270	650	0.085	-0.002	6.310378	3.792	3.808	601	31.26	12.32
270	655	0.08	-0.001	6.332194	4.21	4.224	590.8	31.23	12.32
270	700	0.08	-0.001	6.430376	3.484	3.534	530.9	31.2	12.31
270	705	0.07	-0.001	7.085216	3.904	3.884	543.6	31.17	12.31
270	710	0.068	-0.003	7.817057	4.356	4.474	593	31.15	12.31
270	715	0.058	-0.001	8.177751	4.132	4.102	574.4	31.13	12.3
270	720	0.057	-0.002	10.15885	3.084	3.008	531.1	31.09	12.3
270	725	0.057	-0.001	12.65002	2.788	2.73	503.8	31.06	12.3
270	730	0.047	-0.001	15.90942	2.8	2.674	426.9	31.03	12.29
270	735	0.046	-0.001	19.20341	3.212	3.172	464.5	31	12.29
270	740	0.046	-0.001	26.2311	2.946	2.878	498.9	30.97	12.29
270	745	0.046	-0.001	37.2746	3.318	3.532	514.1	30.93	12.3
270	750	0.043	-0.001	43.49072	3.652	3.676	530.3	30.89	12.3
270	755	0.035	-0.001	50.1507	3.654	3.642	494.8	30.86	12.31
270	800	0.034	-0.001	54.25277	2.782	2.88	451.8	30.84	12.31

Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eolico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec

270	805	0.034	0	58.84731	3.076	3.18	442.4	30.82	12.32
270	810	0.034	0	60.49202	2.834	2.964	478	30.8	12.32
270	815	0.034	-0.001	62.8366	2.566	2.714	443.9	30.79	12.32
270	820	0.034	-0.001	62.13959	2.3	2.454	438.8	30.76	12.31
270	825	0.034	0	62.29056	2.53	2.722	407.6	30.73	12.31
270	830	0.034	0	67.28628	2.5	2.662	448.1	30.71	12.32
270	835	0.032	-0.001	72.81294	3.296	3.41	511	30.68	12.33
270	840	0.025	-0.001	77.06127	2.536	2.736	477.8	30.65	12.34
270	845	0.023	0	74.32892	2.778	2.994	452.7	30.63	12.33
270	850	0.023	-0.001	80.55848	2.79	3.07	453.8	30.61	12.34
270	855	0.023	-0.001	94.47978	3.218	3.412	496.5	30.6	12.27
270	900	0.023	-0.001	105.0965	1.574	1.686	510.2	30.95	12.04
270	905	0.023	-0.002	118.5221	1.962	1.964	580.2	30.96	12.31
270	910	0.023	-0.001	169.3061	1.994	2.06	555.4	30.86	12.49
270	915	0.023	-0.001	201.3652	1.998	2.008	572.7	30.87	12.67
270	920	0.023	-0.002	129.7587	1.5506	1.6444	514	30.91	12.58
270	925	0.023	-0.002	147.4017	1.578	1.6198	512.8	30.93	12.58
270	930	0.023	-0.001	120.4892	1.2884	1.3842	475.4	30.97	12.56
270	935	0.023	-0.001	167.1224	1.2344	1.3108	472.7	30.98	12.66
270	940	0.023	-0.001	221.2012	1.2292	1.2894	441.4	31.01	12.73
270	945	0.023	-0.002	361.6025	1.0732	1.1364	399.5	31.01	12.89
270	950	0.023	-0.002	283.727	1.266	1.2986	462	31.01	12.85
270	955	0.023	-0.002	306.4132	1.4098	1.3986	454.8	31.01	12.88
270	1000	0.023	-0.002	215.0437	1.698	1.698	559	31.01	12.81
270	1005	0.023	-0.001	191.238	4.385	4.265	591.6	30.98	12.79
270	1010	0.023	-0.001	189.0135	4.3	4.285	614.1	30.97	12.78
270	1015	0.023	-0.001	239.1737	4.03	3.945	581.6	30.97	12.84
270	1020	0.02	-0.001	182.3645	5.92	5.965	635	30.94	12.79
270	1025	0.02	-0.002	193.4666	4.915	4.82	652	30.95	12.7
270	1030	0.02	-0.002	241.7617	4.3	4.245	614.1	31.08	12.46
270	1035	0.02	-0.002	290.0707	4.65	4.495	610.6	31.1	12.82
270	1040	0.016	-0.002	245.0381	4.945	4.93	610.9	31.04	12.86
270	1045	0.013	-0.002	201.7615	3.3335	3.448	579	31.04	12.83
270	1050	0.012	-0.001	164.9429	4.865	5	597.6	31.04	12.78
270	1055	0.012	-0.002	193.7291	5.01	5.095	619.7	31.07	12.82
270	1100	0.011	-0.002	340.9782	5.73	5.855	615.6	31.08	12.97
270	1105	0.011	-0.002	372.1685	5.065	5.23	605.2	31.12	13.03
270	1110	0.011	-0.002	326.7069	6.135	6.12	711	31.14	13.01
270	1115	0.011	-0.002	561.251	3.88	3.92	612.8	31.16	13.19
270	1120	0.011	-0.001	348.7533	3.5325	3.591	571.6	31.17	13.08
270	1125	0.011	-0.002	347.5771	4.3	4.265	587.1	31.17	13.09
270	1130	0.011	-0.001	310.134	2.9025	3.099	498	31.17	13.08
270	1135	0.011	-0.001	454.5592	3.6215	3.6675	552.8	31.17	13.19
270	1140	0.011	-0.001	573.432	3.2495	3.4305	532.9	31.2	13.3
270	1145	0.011	-0.002	741.571	5.74	5.935	597.7	31.22	13.45
270	1150	0.011	-0.002	548.9805	5.745	5.85	629.5	31.24	13.37
270	1155	0.011	-0.002	656.1088	5.465	5.72	571.5	31.26	13.48
270	1200	0.011	-0.001	413.156	5.595	5.695	556.6	31.29	13.33
270	1205	0.011	-0.001	363.8288	6.035	6.18	522.3	31.32	13.31
270	1210	0.011	-0.002	434.2738	5.37	5.515	535.6	31.36	13.39

Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eolico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec

270	1215	0.011	-0.002	558.4253	5.91	6.1	547.9	31.4	13.53
270	1220	0.011	-0.002	924.1118	4.895	5.03	517.7	31.45	13.79
270	1225	0.011	-0.002	658.8988	5.95	5.98	555	31.49	13.61
270	1230	0.011	-0.002	1233.3	6.055	6.15	562.1	31.52	13.8
270	1235	0.011	-0.002	819.2578	5.935	6.01	596.9	31.58	13.77
270	1240	0.011	-0.002	862.2838	5.805	5.935	566.6	31.64	13.79
270	1245	0.011	-0.002	509.3959	6.08	6.22	548.9	31.69	13.66
270	1250	0.011	-0.002	825.0645	5.11	5.145	538.5	31.74	13.68
270	1255	0.011	-0.003	665.5395	5.095	5.175	556	31.81	13.82
270	1300	0.011	-0.003	489.7556	3.715	3.875	564	31.88	13.8
270	1305	0.011	-0.003	586.5309	4.02	4.085	553.9	31.96	13.72
270	1310	0.011	-0.003	304.6991	5.35	5.48	554.9	32.02	13.58
270	1315	0.011	-0.003	326.4171	3.715	3.835	545.1	32.08	13.64
270	1320	0.011	-0.003	324.3899	3.5145	3.6165	489.1	32.14	13.67
270	1325	0.011	-0.003	330.9159	2.655	2.8695	459.3	32.19	13.7
270	1330	0.011	-0.004	981.4269	3.318	3.4915	478.6	32.25	13.65
270	1335	0.011	-0.003	857.7199	4.28	4.36	516.3	32.3	13.61
270	1340	0.011	-0.003	925.4764	4.5	4.745	509.2	32.35	13.57
270	1345	0.011	-0.004	877.1727	4.31	4.45	498.6	32.41	13.58
270	1350	0.011	-0.003	988.8007	4.32	4.435	515.1	32.47	13.57
270	1355	0.011	-0.004	965.1545	4.015	4.065	520.2	32.53	13.57
270	1400	0.011	-0.003	879.8543	4.29	4.395	487.4	32.59	13.55
270	1405	0.011	-0.003	666.0646	4.54	4.735	513.4	32.65	13.58
270	1410	0.011	-0.003	852.0266	6.145	6.26	554.7	32.72	13.56
270	1415	0.011	-0.003	865.5214	5.935	6.05	551.3	32.79	13.58
270	1420	0.011	-0.003	1027.984	6.55	6.685	551.6	32.85	13.56
270	1425	0.011	-0.003	998.796	6.055	6.22	544.8	32.9	13.56
270	1430	0.011	-0.002	944.0647	6.67	6.635	582.6	32.95	13.56
270	1435	0.011	-0.003	694.7896	5.925	6.055	562.7	33.01	13.55
270	1440	0.011	-0.003	871.627	5.35	5.42	537.4	33.06	13.55
270	1445	0.011	-0.003	921.5794	5.185	5.28	527.9	33.12	13.55
270	1450	16.57	0.309	916.9106	4.82	4.945	529.1	33.17	13.55
270	1455	23.67	0.8	865.1403	5.13	5.24	558.4	33.23	13.56
270	1500	23.86	1.148	880.4292	5.51	5.64	541.1	33.3	13.57
270	1505	24.06	1.851	613.5004	6.085	6.255	569.6	33.37	13.61
270	1510	23.93	0.883	766.8803	4.92	5.1	556.2	33.44	13.59
270	1515	23.95	0.729	348.0181	5.42	5.565	547.7	33.52	13.64
270	1520	23.83	0.388	394.5749	4.795	4.93	501.6	33.59	13.69
270	1525	23.93	0.915	564.2475	5.205	5.35	534.4	33.66	13.61
270	1530	24.03	1.46	576.7825	5.535	5.75	494.8	33.72	13.57
270	1535	24.07	1.23	479.3778	5.54	5.64	546.8	33.79	13.54
270	1540	23.65	-1.191	424.838	4.44	4.49	508.5	33.86	13.56
270	1545	23.63	-0.15	501.8045	5.09	5.2	514.9	33.94	13.58
270	1550	23.65	-0.03	604.9807	4.495	4.58	527	34.01	13.49
270	1555	23.64	-0.03	656.6316	4.875	5.01	499.3	34.09	13.45
270	1600	23.63	-0.03	678.3542	5.725	5.82	547.5	34.16	13.48
270	1605	23.62	-0.03	703.4985	6.235	6.32	522.7	34.25	13.47
270	1610	23.61	-0.03	695.8541	5.585	5.69	-6999	34.33	13.49
270	1615	23.6	-0.03	682.5838	6.525	6.485	588.6	34.41	13.49
270	1620	23.59	-0.03	680.8205	6.115	6.06	621.5	34.48	13.49

*Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eolico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec*

270	1625	23.59	-0.03	654.8893	7.28	7.23	606.7	34.55	13.51
270	1630	23.58	-0.03	609.7473	6.4	6.45	614.2	34.62	13.52
270	1635	23.58	-0.03	596.4966	5.86	5.945	637.9	34.69	13.53
270	1640	23.58	-0.03	623.0846	5.41	5.475	664.5	34.76	13.53
270	1645	23.57	-0.03	367.8442	5.755	5.795	638.4	34.83	13.57
270	1650	23.57	-0.03	422.6799	5.245	5.265	621.6	34.9	13.56
270	1655	23.56	-0.03	446.1038	5.015	4.91	619.6	34.96	13.54
270	1700	23.55	-0.03	429.1626	5.99	5.93	639.9	35.02	13.52
270	1705	23.55	-0.03	469.0601	5.255	5.215	626.7	35.09	13.52
270	1710	23.55	-0.03	435.8257	5.44	5.325	666.9	35.16	13.52
270	1715	23.54	-0.03	314.1519	5.18	5.005	661.5	35.23	13.52
270	1720	23.54	-0.03	225.9065	5.21	5.115	674.7	35.27	13.48
270	1725	23.54	-0.03	193.8603	4.825	4.78	648	35.33	13.54
270	1730	23.53	-0.03	211.0441	4.795	4.845	645.5	35.38	13.56
270	1735	23.53	-0.03	186.2712	4.91	4.85	658.6	35.45	13.5
270	1740	23.53	-0.03	125.0522	4.205	4.035	628.8	35.49	13.41
270	1745	23.53	-0.03	110.0805	5.165	5.155	644.8	35.52	13.26
270	1750	23.52	-0.03	106.6742	4.87	4.745	644.2	35.56	13.2
270	1755	23.52	-0.03	137.4818	4.51	4.595	584.9	35.6	13.38
270	1800	23.52	-0.03	124.4344	4.435	4.49	621.9	35.63	13.21
270	1805	23.52	-0.03	203.4801	3.905	3.94	614.4	35.69	13.62
270	1810	23.51	-0.03	181.195	4.385	4.46	656.2	35.75	13.61
270	1815	23.51	-0.03	172.2671	3.895	3.875	628	35.8	13.55
270	1820	23.51	-0.03	155.8843	3.4735	3.6215	602.9	35.83	13.49
270	1825	23.51	-0.03	135.234	4.885	4.77	665.5	35.85	13.4
270	1830	23.5	-0.03	82.92851	3.82	3.71	606.9	35.87	13.16
270	1835	23.5	-0.03	43.83225	4.18	4.145	625	35.87	12.99
270	1840	23.5	-0.03	39.26637	3.545	3.415	624.4	35.87	12.96
270	1845	23.5	-0.03	32.56181	4.33	4.13	650	35.89	12.94
270	1850	23.49	-0.03	26.55493	3.076	3.0225	567.3	35.9	12.93
270	1855	23.49	-0.03	20.46687	4.47	4.365	611.9	35.9	12.92
270	1900	23.48	-0.03	16.51642	3.805	3.75	632.8	35.9	12.92
270	1905	23.48	-0.03	12.8149	4.515	4.21	670.8	35.9	12.91
270	1910	23.48	-0.03	9.589221	4.045	4.025	589.8	35.9	12.91
270	1915	23.48	-0.03	7.80613	4.925	5.02	607.1	35.9	12.9
270	1920	23.48	-0.03	7.325451	5.055	4.935	646.8	35.88	12.9
270	1925	23.48	-0.03	6.801389	5.61	5.255	705	35.86	12.89
270	1930	23.48	-0.03	6.60495	5.855	5.57	721	35.83	12.89
270	1935	23.47	-0.03	6.60495	5.885	5.485	715	35.79	12.88
270	1940	23.47	-0.03	6.60495	5.17	5.07	700	35.76	12.88
270	1945	23.27	-1.503	6.60495	5.285	5.07	713	35.72	12.87
270	1950	23.02	-2.569	6.60495	4.425	3.925	682.2	35.67	12.87
270	1955	22.92	-2.178	6.60495	5	4.52	693.7	35.62	12.86
270	2000	22.34	-0.724	6.60495	4.74	4.405	678.6	35.57	12.86
270	2005	21.3	-0.216	6.60495	5.035	4.6	729	35.51	12.85
270	2010	23.45	0.176	6.60495	4.395	4.055	747	35.46	12.85
270	2015	23.54	0.51	6.60495	4.78	4.54	677.6	35.4	12.84
270	2020	23.58	0.441	6.60495	4.83	4.735	687.8	35.33	12.84
270	2025	23.02	-1.663	6.60495	4.895	4.71	679.2	35.25	12.83
270	2030	23.41	0.36	6.60495	4.91	4.75	686.8	35.17	12.83

*Oportunidades para la Comercialización de Mini-Sistemas Eolico-Fotovoltaicos en el Istmo de Tehuantepec*

270	2035	23.51	0.443	6.60495	5.02	4.75	679.6	35.1	12.82
270	2040	23.53	0.045	6.60495	4.165	3.95	674.6	35.03	12.82
270	2045	23.47	-0.035	6.60495	3.193	3.1245	636	34.96	12.81
270	2050	23.7	1.194	6.60495	5.89	5.93	677.1	34.91	12.81
270	2055	23.82	0.643	6.60495	5.095	4.835	651.3	34.85	12.8
270	2100	23.75	0.469	6.60495	5.01	4.775	687.4	34.78	12.8
270	2105	23.82	0.717	6.594038	5.625	5.37	659.5	34.73	12.79
270	2110	24.02	1.589	6.60495	6.605	6.495	663.9	34.68	12.79
270	2115	23.97	1.081	6.60495	6.065	5.75	719	34.63	12.78
270	2120	23.98	1.03	6.60495	6.05	5.57	758	34.56	12.78
270	2125	24.06	1.482	6.594038	6.4	6.15	721	34.49	12.78
270	2130	23.9	0.399	6.60495	4.78	4.575	710	34.42	12.77
270	2135	23.89	0.514	6.60495	5.795	4.87	773	34.35	12.77
270	2140	23.83	0.339	6.594038	5.255	4.485	779	34.28	12.76
270	2145	24.03	1.187	6.60495	6	5.76	757	34.22	12.76
270	2150	23.9	0.443	6.60495	5.465	5.08	791	34.15	12.75
270	2155	24.2	2.476	6.60495	7.555	7.18	747	34.08	12.75
270	2200	24.13	1.951	6.594038	7.1	6.865	777	34.01	12.74
270	2205	24.17	1.689	6.60495	6.765	6.455	773	33.95	12.74
270	2210	24.11	1.623	6.594038	6.825	6.615	768	33.89	12.73
270	2215	23.96	0.609	6.60495	5.25	4.995	795	33.82	12.73
270	2220	23.99	0.904	6.594038	6.115	5.855	770	33.74	12.72
270	2225	24.03	1.16	6.583126	6.175	5.95	736	33.66	12.72
270	2230	24.12	1.506	6.594038	6.38	6.31	722	33.59	12.71
270	2235	24.09	1.169	6.572215	6.215	5.815	775	33.52	12.71
270	2240	24	0.793	6.594038	5.85	5.5	805	33.45	12.7
270	2245	24.01	0.847	6.583126	5.88	5.45	-6999	33.38	12.7
270	2250	24.02	1.163	6.583126	6.345	5.83	768	33.31	12.7
270	2255	23.98	0.489	6.561303	5.35	4.96	757	33.24	12.69
270	2300	24.06	1.228	6.561303	6.325	6.04	809	33.18	12.69
270	2305	24	0.634	6.572215	4.79	4.64	737	33.11	12.68
270	2310	23.95	0.526	6.561303	5.17	4.875	743	33.05	12.68
270	2315	23.93	0.407	6.572215	5.36	4.645	809	33	12.67
270	2320	23.99	0.731	6.572215	5.715	5.225	863	32.93	12.67
270	2325	23.98	0.82	6.561303	6.355	5.505	878	32.86	12.66
270	2330	24.02	0.995	6.561303	6.155	5.68	815	32.8	12.66
270	2335	24.12	1.313	6.550392	6.53	6.115	804	32.74	12.65
270	2340	24	0.508	6.550392	5.26	4.775	823	32.67	12.65
270	2345	24.12	1.231	6.539481	6.11	6.12	720	32.61	12.65
270	2350	24	0.48	6.539481	5.285	5.115	743	32.56	12.64
270	2355	23.91	0.121	6.539481	4.365	4.025	728	32.49	12.64
270	2400	23.94	0.649	6.528569	5.585	4.805	762	32.44	12.63