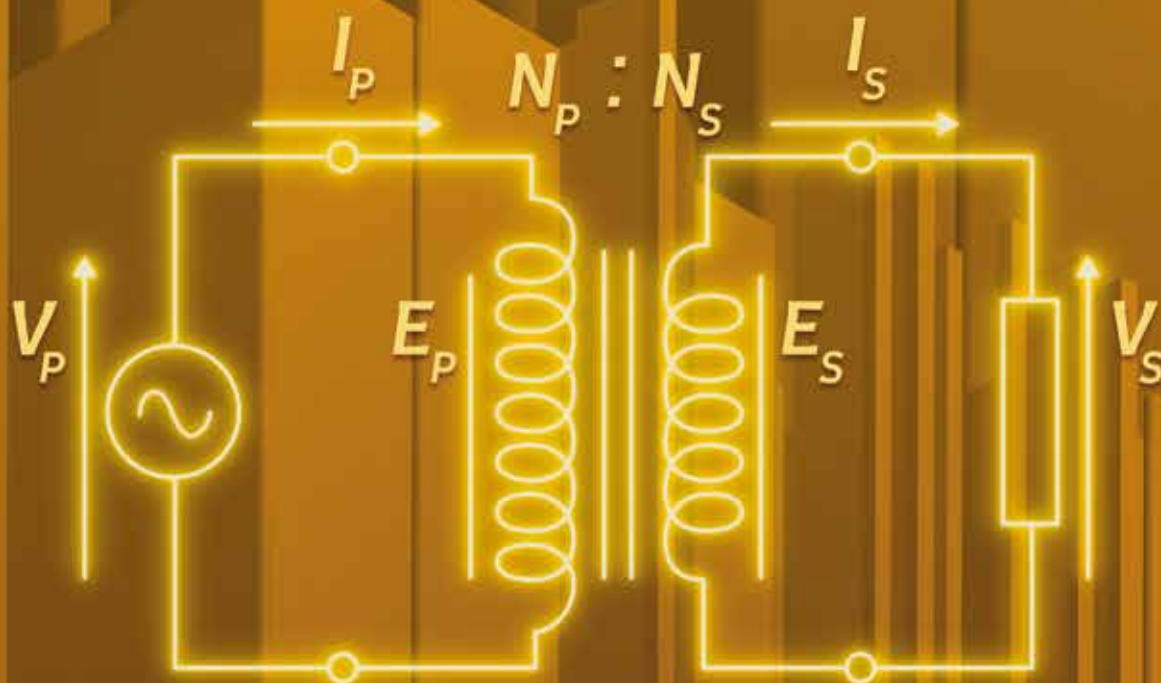




EFICIENCIA

ENERGÉTICA

REVISTA DEL FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



SUBESTACIONES ELÉCTRICAS: UNA OPCIÓN PARA REDUCIR LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA DE LAS EMPRESAS



AIRES ACONDICIONADOS TIPO INVERTER

Ya existe una NOM que estipula sus niveles mínimos de eficiencia

EDIFICACIONES EFICIENTES

Brasil distingue a las construcciones que utilizan la energía de manera inteligente

CASOS DE ÉXITO FIDE

Reemplazar equipos de aire acondicionado obsoletos es un buen negocio

ENERGÍA SUSTENTABLE

Un proyecto que utiliza residuos sólidos para crear composta y generar electricidad

FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
1990 - 2015

EFICIENCIA

ENERGÉTICA

REVISTA DEL FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



**REVISTA TRIMESTRAL
ESPECIALIZADA EN TEMAS
DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

PROCEDIMIENTO:

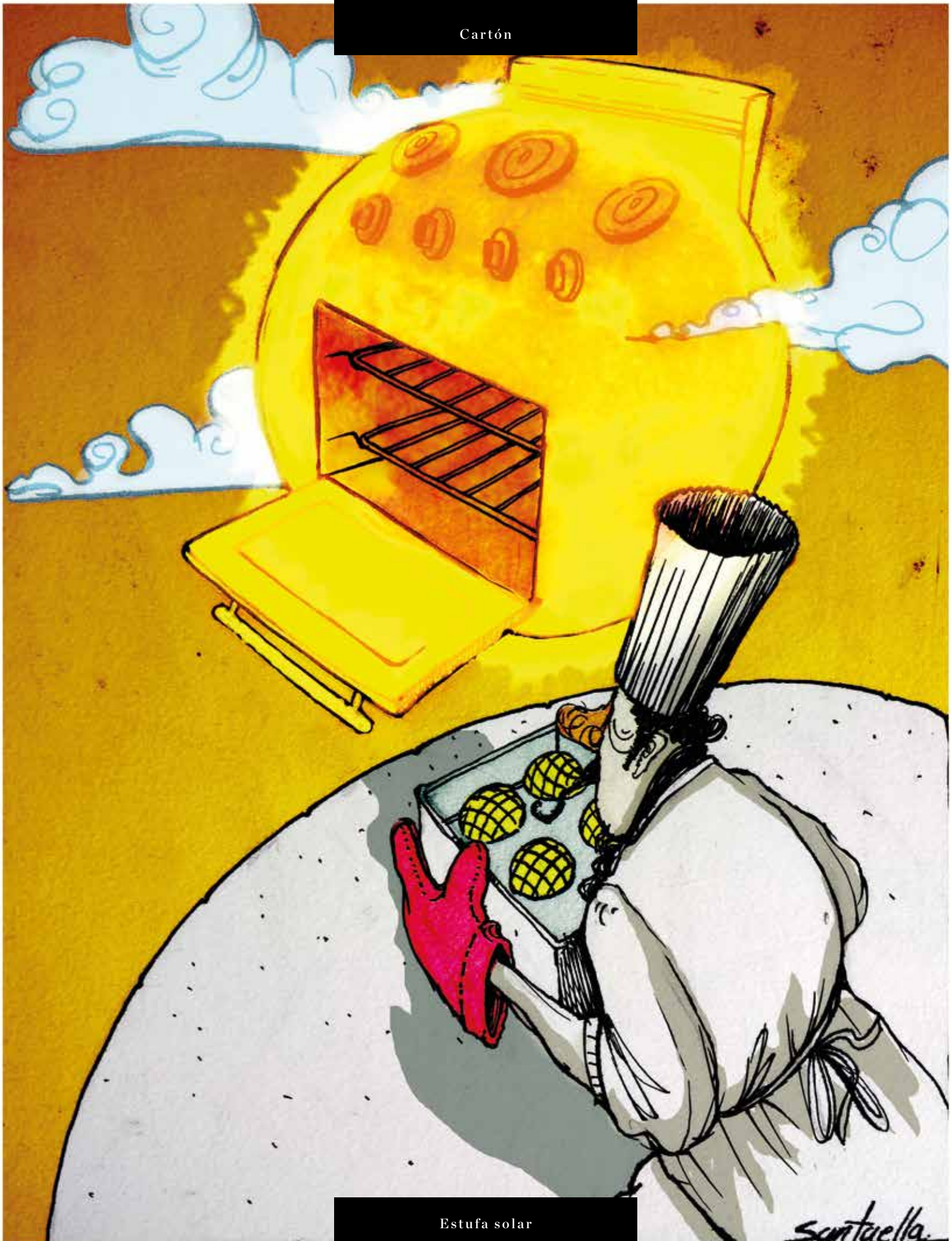
1. Realiza el depósito bancario a nombre del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica en HSBC, sucursal no. 3003, cuenta 017741332-6.
2. Escanea tu ficha de depósito en un archivo formato PDF o JPG.
3. Para completar el proceso de suscripción, necesitarás tu Registro Federal de Contribuyentes (RFC) escaneado en un archivo formato PDF o JPG.
4. Entra a www.fide.org.mx. En la sección dedicada a la revista *Eficiencia Energética*, entra a Suscripciones. Completa los campos con la información requerida. No olvides adjuntar el comprobante de pago y tu RFC.
5. Presiona el botón Enviar.

La información que nos proporciones estará protegida por la Ley de Datos Personales en Posesión de Particulares.

Si necesitas más información sobre este procedimiento, comunícate al teléfono (01 55) 1101 0520 ext. 96189 o escribe a carla.garmendia@cfe.gob.mx

**SUSCRÍBETE
1 AÑO
POR \$200
Y RECIBE
4 NÚMEROS**

Cartón



Estufa solar

Editorial

DIRECTORIO

Comité Técnico

Luis Zárate Rocha
Presidente

Gabriel Andrés Ibarra Elorriaga
Vicepresidente

Manuel Herrera Vega
Confederación de Cámaras Industriales
de los Estados Unidos Mexicanos

Gustavo Adolfo Arballo Luján
Cámara Mexicana de la Industria
de la Construcción

Pablo Moreno Cadena
Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas

Rodrigo Alpízar Vallejo
Cámara Nacional de la Industria
de Transformación

Mario Luis Salazar Lazcano
Cámara Nacional de Empresas de Consultoría

Victor Fuentes del Villar
Sindicato Único de Trabajadores Electricistas
de la República Mexicana

Roberto Vidal León
Comisión Federal de Electricidad

Odón de Buen Rodríguez
Comisión Nacional para el Uso Eficiente
de la Energía

Victor Manuel Téllez Landart
Nacional Financiera (Sociedad Nacional
de Crédito)

Fernando Senderos Mestre
Vocal

Javier Ramírez Otero
Vocal

Enrique Wiechers de la Lama
Vocal

Ramiro Lozano Cantú
Vocal

Consejo Editorial

Jorge Toro González
Presidente del Consejo

Gerardo Contreras Puente
Guillermo Manuel Urriolagoitia Calderón
Miguel Tufiño Velázquez
Instituto Politécnico Nacional

Yasuhiro Matsumoto Kuwabara
Centro de Investigación y de Estudios
Avanzados del Instituto Politécnico Nacional

Rogelio Sotelo Boyás
Centro Mexicano para la Producción más
Limpia del Instituto Politécnico Nacional

Hernando Romero Paredes Rubio
Universidad Autónoma Metropolitana

José Luis Fernández Zayas
Gladys Dávila Núñez
Instituto de Investigaciones Eléctricas

Luis Carlos Gutiérrez Negrín
Centro Mexicano de Innovación en Energía
Geotérmica

Marco Antonio Borja Díaz
Centro Mexicano de Innovación en Energía
Eólica

José Alberto Valdés Palacios
Asociación Nacional de Energía Solar

Mariano López de Haro
Instituto de Energías Renovables
de la Universidad Nacional Autónoma
de México

Néstor L. Díaz
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Odón de Buen Rodríguez
Israel Jáuregui Nares
Comisión Nacional para el Uso Eficiente
de la Energía

Pedro Quinto Diez
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica
y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional

Arturo Cepeda Salinas
Auronix

María Isabel Studer Noguez
Secretaría de Relaciones Exteriores

FIDE
Raúl Talán Ramírez
Director General

Jaime J. Arceo Castro
Subdirector Técnico

Jorge Toro González
Subdirector de Programas

Jesús Cedeño Blanquet
Subdirector de Coordinación Regional

Armando López Martínez
Subdirector de Administración y Finanzas

Mónica Adriana Ledón Ruiz
Titular de la Unidad de Comunicación

Miguel Peyrefitte Ferreiro
Titular de la Unidad Jurídica

Roberto Solís Morán
Titular de la Unidad de Contraloría

Juan Luis Díaz de León Santiago
Coordinador de Informática

Revista Eficiencia Energética
rec@fide.org.mx

Ismael Flores Ruvalcaba
Responsable de la edición
ismael.flores03@cfe.gob.mx

Luis Franco Santaella Cruz
Ilustrador
arifra25@hotmail.com

Diseño Editorial

La Aldea. Consultoría editorial y gráfica
3 Sur 4106-7 col. Huexotitla C.P. 72534
Puebla, Pue. Tel. (222) 863 68 66
laaldea.editorial@gmail.com
Laura Álvarez / Directora de arte
Bajo control del FIDE

EFICIENCIA ENERGÉTICA, año 3, Número 11, periodo julio-septiembre de 2016, es una revista trimestral publicada por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). Oficinas en Mariano Escobedo N° 420, col. Anzures, CP. 11590, México D.F., tel. (55) 1101 0520. Distribuida por Cactus Display, S.A. de C.V. Dir. Vallarta No. 50-A, col. Coyoacán, del. Coyoacán, C.P. 04020, México D.F., tel: 5554 0457. Todos los derechos de reproducción de los textos aquí publicados están reservados por EFICIENCIA ENERGÉTICA. ISSN: 2007-7505. Número de Certificado de Reserva de Derechos de Uso Exclusivo del Título: 04-2013-061814473600-102, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Número de certificado de licitud de título y contenido No. 15968. Impresor: Cactus Display S.A. de C.V. Dir. Vallarta No. 50-A, col. Coyoacán, del. Coyoacán, C.P. 04020, México D.F., tel: 5554 0457. Este número se terminó de imprimir en junio de 2016 con un tiraje de 5 000 ejemplares. Distribuido a través de Servicio Postal Mexicano en su C.A.I. ubicado dentro de las instalaciones del impresor. Los artículos firmados son responsabilidad única y exclusivamente de sus autores, y no reflejan necesariamente el punto de vista del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). Se prohíbe su reproducción total o parcial.



Cartón / 1

Estufa solar

Expediente FIDE / 4

Subestaciones eléctricas: Una alternativa para reducir la facturación eléctrica en las empresas

La facturación de energía eléctrica es uno de los gastos más importantes para las empresas. Por ello, el FIDE, a través del Programa Eco-Crédito Empresarial Masivo, financia la instalación de subestaciones eléctricas que permiten disminuirla.



Investigación / 8

Análisis del Enfriamiento del Aire a la Entrada del Compresor-Turbina de Gas

Se ofrece un análisis termodinámico de una planta de ciclo combinado en Dos Bocas, Veracruz, México, usando enfriamiento de tipo evaporativo para el aire de entrada al compresor. El uso de esta tecnología tuvo la intención de aproximar el funcionamiento de la planta a las condiciones de diseño y evaluar las repercusiones en la potencia entregada por la turbina.

Difusión / 16

El IPN ofrece un nuevo programa de posgrado a partir de agosto de 2016: el Doctorado en Energía en la modalidad de posgrado institucional

El IPN a través de la Red de Energía propuso la creación del Programa de Doctorado en Energía en la modalidad institucional, cuyo objetivo general es formar recursos humanos de alto nivel, con herramientas de conocimiento y habilidades de investigación multidisciplinaria en los diversos campos de investigación y desarrollo tecnológico en Energía.

Difusión / 22

Calor de Proceso Solar (CaProSol) Mediana Temperatura

Este campo representa una alternativa de generación distribuida limpia, sustentable y permanente, que puede proporcionar energía a las industrias agrícola y pesquera, a prestadores de servicios y a comercios. También puede aplicarse para cocinar y hornear alimentos, climatizar el hábitat en invierno y enfriar en verano.

Internacional / 28

Argentina: Experiencia de electrificación rural con paneles fotovoltaicos en la provincia de Río Negro, autogestionada por una organización cooperativa de productores laneros

Una cooperativa de productores de la Patagonia, acompañada técnicamente por profesionales del Centro Atómico Bariloche (CAB) y de la Fundación Bariloche (FB), realizó la electrificación de 72 viviendas rurales de socios de la organización, capacitando actores locales para realizar las instalaciones y autogestionando el manejo del proyecto.

Casos de éxito / 34

Café Mandala: Proyecto número mil del Programa de Apoyo a la Generación Distribuida

Gracias a un financiamiento del FIDE, un café en Chihuahua logró adquirir un equipo fotovoltaico con el cual obtiene ahorros de alrededor de 81% en su facturación eléctrica.

¿Sabías que...? / 42

La innovación en la generación de energía eléctrica no conoce límites.

Bitácora / 44

Calendario de eventos de junio a agosto de 2016.



COLABORA CON NOSOTROS

La revista *Eficiencia Energética* está en permanente búsqueda de colaboradores. La convocatoria está abierta para la recepción de textos científicos (ya sean análisis de casos, investigaciones originales, avances de investigación o artículos de difusión científica) que versen sobre algún tema relacionado con la eficiencia energética.

Consulta los lineamientos temáticos y de estilo en la sección de la revista *Eficiencia Energética* dentro del sitio web del FIDE (www.fide.org.mx) o solicítalos en el correo ree@fide.org.mx

AYÚDANOS A SER MEJORES



Para nosotros, tus comentarios son muy importantes. Entra a la página de internet del FIDE (www.fide.org.mx) y, en la sección dedicada a la revista *Eficiencia Energética*, contesta nuestra encuesta de satisfacción. También ponemos a tu disposición el correo ree@fide.org.mx para resolver cualquier duda relacionada con la publicación.



Subestaciones eléctricas

UNA ALTERNATIVA PARA REDUCIR LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA EN LAS EMPRESAS

Por Ing. Juan Rubén Zagal León e Ing. Alberto Mondragón Castillo

El ingeniero Juan Rubén Zagal León es gerente de Programas para el Sector Empresarial adscrito a la Subdirección de Programas del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). El ingeniero Alberto Mondragón Castillo es coordinador central de la Gerencia de Programas para el Sector Empresarial. Se puede contactar a los autores en los correos ruben.zagal@cfe.gob.mx y alberto.mondragon@cfe.gob.mx

La facturación de energía eléctrica representa uno de los gastos más importantes para las empresas. Por ello el FIDE, a través del Programa Eco-Crédito Empresarial Masivo, financia la instalación de subestaciones eléctricas que permiten la disminución en la facturación derivada del ahorro en el costo por kWh consumido, así como una mejora significativa en los parámetros de suministro.

El pago de energía eléctrica de cualquier empresa representa, por lo general, un gasto importante dentro de los costos de operación. Por ello es necesario administrarla, evitando desperdicios y utilizándola de manera eficiente a través de la incorporación de equipos y tecnologías de alta eficiencia energética, como son las subestaciones eléctricas.

En términos sencillos, una subestación eléctrica es un conjunto de dispositivos eléctricos que forma parte de un sistema eléctrico, y cuya función principal es transformar y regular los niveles de tensión para que la energía eléctrica pueda ser suministrada a voltajes adecuados para su utilización.

El elemento principal de una subestación es el transformador, que funciona bajo el fenómeno de inducción electromagnética y que hace posible elevar o reducir los niveles de voltaje, identificándose así principalmente como elevadores o reductores de tensión.

El beneficio más tangible de instalar una subestación eléctrica es la disminución en la facturación eléctrica, derivado del ahorro en el costo por kWh consumido, así como una mejora en los parámetros de suministro, como:

- Menor variación de voltaje
- Mejor regulación de tensión
- Mejor balanceo entre fases
- Menor interrupción del suministro

Estas características además de mejorar el desempeño de las instalaciones, permiten que los equipos eléctricos trabajen con mayor eficiencia y menores pérdidas al mejorar tanto la continuidad como la calidad del suministro, elevando su confiabilidad.

Programa Eco-Crédito Empresarial Masivo

Por lo anterior que el FIDE promueve el Programa Eco-Crédito Empresarial Masivo, mediante el que se apoya a las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMES) del país para sustituir los equipos de alto consumo de energía eléctrica por otros más eficientes.

A través de este programa se otorga financiamiento a las mipymes para la adquisición e instalación de subestaciones eléctricas para cambio de tarifa de baja a media tensión, reduciendo el costo de la energía eléctrica y, por tanto, el pago de facturación eléctrica de las empresas.

El FIDE otorga un monto máximo de financiamiento de hasta 400 mil pesos (IVA incluido) con una tasa prefe-

rencial a un plazo de cuatro años. Los pagos se realizan a través del recibo de luz y, para el otorgamiento de créditos, no se solicita a las mipymes evaluación de su situación financiera ni comisión por apertura. En el caso de las subestaciones eléctricas, el crédito incluye la conexión de la red de mediana tensión, las obras necesarias para recibir la acometida, la instalación del equipo de medición y el certificado que acredite que las instalaciones eléctricas cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas, expedidas por una Unidad de Verificación (UVIE). Por todo esto, solo se financian proyectos de subestaciones eléctricas aprobados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

A través del programa, al primer trimestre de 2016 se han financiado 114 subestaciones eléctricas para cambio de tarifa a diferentes mipymes del país, en capacidades que varían de entre 25 y 112.5 kVA, en tensiones de 13.2 y 23 KV, monofásicas y trifásicas, tipo pedestal y tipo poste.

En el programa están inscritos diversos fabricantes y distribuidores, a quienes se les puede contactar para realizar la gestión de la instalación de la subestación, que consiste en:

- Trámites ante CFE
- Gestión del financiamiento del Programa
- Instalación y puesta en operación de la subestación eléctrica
- Trámite de la certificación de la UVIE

Si una mipyme tiene un servicio de energía eléctrica contratado en tarifa comercial de baja tensión 2 o 3, el FIDE puede apoyarla para adquirir e instalar una subestación eléctrica y realizar su cambio de tarifa eléctrica a OM o HM, ya sea de los sectores comercial, industrial o de servicios, a nivel nacional.

Además de la instalación de la subestación, existen otras medidas complementarias que se pueden aplicar en las empresas, a fin de administrar con eficiencia y seguridad la energía eléctrica en sus instalaciones, tales como:

- Tener el correcto dimensionamiento de los equipos y sistemas eléctricos para evitar pérdidas energéticas.
- Revisar las instalaciones eléctricas para evitar calentamientos y fugas de energía.
- Promover mejores hábitos de consumo, a fin de fomentar una cultura del ahorro y uso eficiente de la energía.
- Vincular la energía con las actividades productivas.
- Medición sistemática de los equipos que permita identificar desperdicios de energía.

¿Qué tarifa me corresponde?

Una de las primeras acciones para el uso eficiente de la energía eléctrica es estar contratado en la tarifa adecuada. Mediante un sencillo análisis es posible determinar si el servicio de energía eléctrica contratado es el adecuado, al consumo de la empresa:

- ¿Cuánto pago mensual o bimestralmente por consumo de luz?
- ¿Cuánto estoy consumiendo (kW/h)?
- ¿Cuánto me cuesta la energía que consumo (precio medio de energía eléctrica)?
- ¿Cuál es mi carga instalada de energía en kilowatts?

Comparativo de costos en el pago de energía eléctrica de tarifas en baja tensión con respecto a las de media tensión

Para responder a las preguntas anteriores y, a manera de ejemplo, se calculó la facturación anual partiendo de un consumo base de 5,000 kWh mensuales.

Para calcular la facturación anual, se aplica la fórmula:

$$\text{Facturación anual} = \text{Consumo mensual} \times \text{precio medio promedio} \times 12 \text{ meses}$$

Ejemplo:

$$\text{Facturación anual "tarifa 2"} = 5000 \text{ kWh} \times 2.8539 \times 12 = 171\,234 \text{ pesos}$$

PRECIO MEDIO PROMEDIO DEL KWH 2015

Tarifa	2	3	OM	HM
Prom. \$/kWh	2.8539	2.3771	1.7979	1.3345

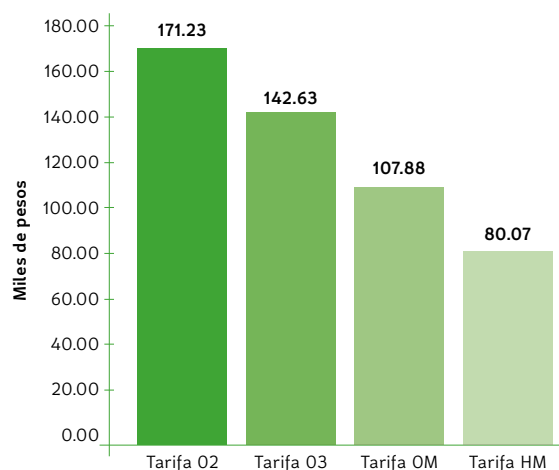
En la siguiente tabla se muestra la facturación que tendría que pagar la empresa por tipo de tarifa y por rango de consumo de energía mensual. Como se aprecia, el costo de energía de las tarifas 2 y 3 es más elevado que el de las tarifas OM y HM. En el caso del ejemplo de 5,000 kWh mensuales de consumo, el costo de la tarifa 2 es 59% más alta con relación a la OM.

FACTURACIÓN ANUAL (MILES DE PESOS)

Consumo mensual (kWh)	2	3	OM	HM
5 000	171.23	142.63	107.88	80.07
6 000	205.48	171.15	129.45	96.08
7 000	239.73	199.68	151.03	112.10
8 000	273.97	228.21	172.60	128.11
9 000	308.22	256.73	194.18	144.13
10 000	342.47	285.26	215.75	160.14
11 000	376.71	313.78	237.33	176.15
12 000	410.96	342.31	258.90	192.17

Con el cálculo anual de la facturación para las tarifas comercial y mediana industria, y partiendo de la base de 5,000 kWh de consumo mensual de energía eléctrica, en la siguiente gráfica se presenta la facturación para cada tarifa y rango de consumo, apreciándose el monto a pagar anualmente y la diferencia en la facturación por tipo de tarifa en el ejemplo anterior:

MONTOS DE FACTURACIÓN ANUAL POR TARIFA



Derivado de esto, si una empresa o negocio se ubica dentro de la base de los 5,000 kWh mensuales y está contratada en una tarifa de baja tensión (2 o 3), le conviene contratar una tarifa más económica, que le proporcione mejores parámetros de costo y calidad en el suministro de electricidad. Lo recomendable en dicho caso sería cambiarse a una tarifa OM o HM, lo que dependerá de la carga instalada que tenga la empresa.

Requerimientos para contratar un suministro de energía eléctrica en media tensión

Para contratar un servicio de energía eléctrica en mediana tensión se requiere:

- Instalar una subestación eléctrica adecuada a las necesidades de la empresa o negocio y que se encuentre dentro del inmueble.
- Construir, de acuerdo a las necesidades del servicio, la instalación para la conexión de la red de mediana tensión a la subestación de su propiedad.
- Construir las obras necesarias para recibir la acometida y para la instalación del equipo de medición.
- Tramitar el certificado que acredite que las instalaciones eléctricas cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas, que expide una Unidad de Verificación (UVIE). Cumplir con la normatividad establecida por la Comisión Federal de Electricidad.

Para más información sobre el financiamiento de subestaciones eléctricas y otras tecnologías eficientes, los interesados pueden comunicarse al teléfono 01-800-FIDETEL (343-38-35) en el que se le podrá dirigir con la persona responsable en función de la región en que se encuentren las MiPyMES interesadas.



EVOLUCIÓN DEL COSTO DE LA ENERGÍA Y TIPO DE TARIFAS ELÉCTRICAS

El costo de la electricidad no es uniforme, está sujeto a una serie de variables como el costo de los insumos para su generación, transmisión, distribución y comercialización, esto con la finalidad de garantizar su disponibilidad en la acometida de las empresas para utilizarla cuando la necesiten.

A continuación se muestra el ámbito de aplicación de las tarifas comercial y mediana industria:

Tipo de tarifa	Descripción de la tarifa
Tarifa 2: servicio general hasta 25 kW de demanda	Aplica a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.
Tarifa 3: servicio general para más de 25 kW de demanda	Aplica a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.
Tarifa O-M: ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda menor a 100 kW	Aplica a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kW
Tarifa H-M: tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más	Aplica a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.



ANÁLISIS DEL ENFRIAMIENTO DEL AIRE, A LA ENTRADA DEL COMPRESOR-TURBINA DE GAS*

Por Miguel Toledo-Velázquez, Martín Salazar Pereyra, Raúl Lugo-Leyte Leyte, Guilibaldo Tolentino-Eslava, Juan Abugaber-Francis, Juan Luis Pérez-Ruiz e Igor Loboda

Los autores Miguel Toledo Velázquez, Guilibaldo Tolentino Eslava, Juan Abugaber Francis y Juan Luis Pérez Ruiz forman parte del Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en la Unidad Profesional “Adolfo López Mateos” del Instituto Politécnico Nacional. Igor Loboda pertenece a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Unidad Culhuacán Instituto Politécnico Nacional. Martín Salazar Pereyra pertenece a la División de Ingeniería Mecatrónica e Industrial del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Raúl Lugo Leyte pertenece al Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica de la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. Se puede contactar a los autores a través de los investigadores Miguel Toledo Velázquez en el correo electrónico mtv49@yahoo.com y a Juan Luis Pérez Ruiz en la dirección perezruiz305@gmail.com

Resumen

El presente análisis se aplica a una planta de ciclo combinado en Dos Bocas, localizada en Veracruz, México, que consta, entre otros elementos, de dos turbinas de gas de 63 MW y un compresor axial de 17 pasos. En este sitio, las condiciones atmosféricas como presión, temperatura y humedad del aire no son las de diseño, por lo que el rendimiento de la turbina y la potencia entregada se ven reducidas. Por ello, se realiza un análisis termodinámico usando enfriamiento de tipo evaporativo para el aire de entrada al compresor, esto con la intención de aproximarse a las condiciones de diseño y evaluar las repercusiones en la potencia entregada por la turbina. Se debe tomar en cuenta que puede existir un proceso de degradación en el sistema del compresor de hasta de 85% si la humedad no es controlada en forma adecuada.

Introducción

Para satisfacer la demanda futura de energía eléctrica en México, así como aprovechar los gases de escape de las turbinas de gas, se tiene contemplado instalar nuevas plantas generadoras de energía eléctrica, de las cuales 90% son de ciclo combinado. En este tipo de plantas, alrededor del 60% de la potencia es generada por turbinas de gas y la restante por turbinas de vapor. Por ello, la mayor parte de las investigaciones se han enfocado a mejorar la eficiencia de la turbina de gas. Sin embargo, el efecto que tiene el aumento de la eficiencia en la turbina de vapor sobre la eficiencia total de ciclo combinado, es igual de importante.

En las plantas termoeléctricas del estado de Veracruz, México, así como en muchas otras partes de Latinoamérica, las condiciones ambientales de presión, temperatura y humedad del aire de entrada al compresor para turbinas de gas, son diferentes a las especificadas en su diseño, lo que ocasiona una caída en la eficiencia y potencia neta entregada por las turbinas de gas.

En este trabajo se evalúa para un caso específico los beneficios que tendría utilizar el enfriamiento evaporativo del aire de entrada al compresor, para aproximarse a las condiciones de diseño empleando ecuaciones fundamentales de termodinámica [1].

* Este trabajo ha sido realizado con el apoyo del Instituto Politécnico Nacional y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Las investigaciones sobre la inyección de agua en el compresor se han realizado desde las décadas de 1970s y 1980, con la finalidad de disminuir la temperatura de compresión y, por consiguiente, disminuir el trabajo de compresión a suministrar. Dicho suministro se realizaba en el interior del compresor, cuidando que las gotas de agua finamente rociadas no se condensaran y provocaran alteraciones e inestabilidad en su funcionamiento. Debido al riesgo que implica este procedimiento, el sistema de enfriamiento por inyección de agua evolucionó a lo que a finales de la década de 1990 se denominó como nebulización o high fogging, que consiste en inyectar agua finamente atomizada al aire antes de que entre en la primera etapa del compresor [1].

Los efectos de la inyección de agua líquida a la entrada del compresor axial, y posteriormente su evaporación en el interior de las primeras etapas de compresión, ha sido sujeto de investigaciones experimentales. En una primera etapa, las causas y efectos se investigaron en una turbina aeroderivada para la propulsión de un avión, dado que las turbinas están expuestas a condiciones ambientales extremas, como la lluvia [2]. Uno de los efectos de la inyección de agua es la mayor generación de potencia en el despegue, especialmente en días calurosos.

Cuando se inyecta agua líquida a la entrada del compresor, el agua se evapora dentro del compresor. El calor de evaporación es cedido por el aire, obteniéndose un flujo compuesto por una mezcla de aire y vapor de agua a una menor temperatura de la que se tenía al inicio. El enfriamiento por atomización de agua produce una disminución de la temperatura del aire a la entrada del compresor y un incremento de la humedad relativa, lo que genera un menor suministro de potencia al compresor. Este tipo de soluciones no afecta a las turbinas debido a que tiende a estabilizar su funcionamiento, como cuando las condiciones ambientales varían. Utilizando como sistema de enfriamiento la alta humidificación, se obtiene un 7% de incremento del trabajo específico a la salida de la turbina gas, para una relación de flujo de 1% entre el agua y el aire [3].

En el high fogging, una fina neblina de agua desmineralizada se añade a la corriente de aire que entra al compresor. Con la corriente de aire, el agua se introduce en la turbina de gas y se evapora en las etapas del compresor, provocando un enfriamiento y, por consiguiente, una disminución en el trabajo de compresión [4].

Análisis termodinámico

En las siguientes figuras 1 y 2 se muestra en forma esquemática las condiciones de cómo opera el flujo de aire en el sistema de admisión para llegar a la entrada del compresor, el cual realiza la función de incremento de presión y temperatura del fluido de trabajo; en este caso, aire que viene del medio ambiente y el cual, si tiene alta temperatura, no resulta ser lo más adecuado para la turbina de gas, ya que así la eficiencias y la potencia de la misma disminuyen. Razón técnica necesaria por la que debe implementarse el mecanismo de control de temperatura que está entrando al compresor mediante mecanismos de inyección de agua, como se muestra en las figuras mencionadas.

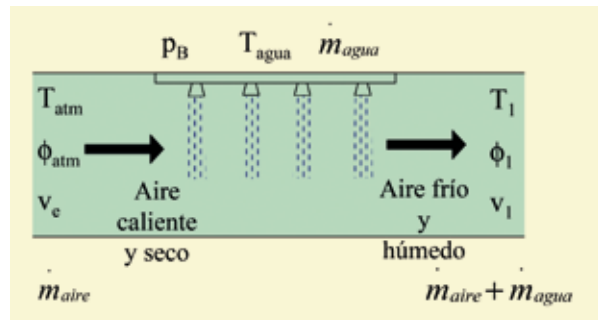


FIGURA 1. Diagrama del comportamiento del flujo de aire de succión al compresor y su esquema para disminuir la temperatura.

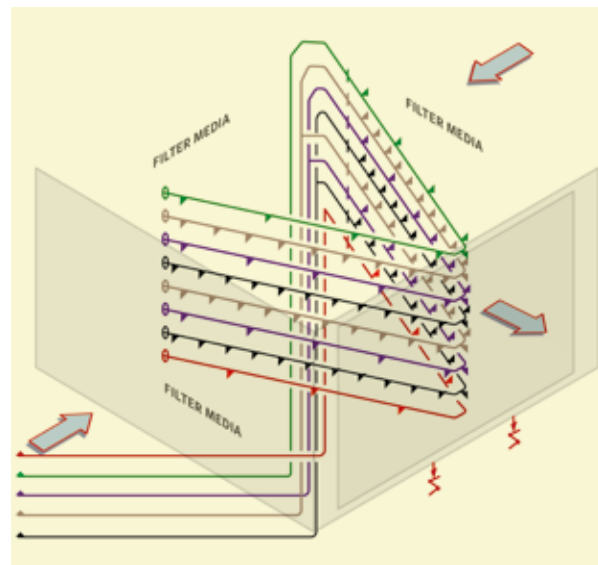


FIGURA 2. Diagrama esquemático de la zona de succión del aire del medioambiente con filtros y rejillas para el enfriamiento evaporativo.

Análisis de las condiciones termodinámicas

En las figuras 1 a 3 se muestran, de forma esquemática, las condiciones de cómo opera el flujo de aire en el sistema de admisión para llegar en la entrada del compresor, el cual realiza la función de incremento de presión y temperatura.

La presión parcial del vapor p_v se obtiene a partir de la humedad relativa ϕ , y de la presión de saturación p_{saTbs} :

$$p_v = \phi p_{saTbs} \quad (1)$$

La expresión para calcular la humedad específica “ ω ”:

$$\omega = 0.622 \frac{p_v}{p_{atm} - p_v} \quad (2)$$

La entalpía “ h ” por unidad de masa de aire se expresa de la siguiente manera:

$$h = C_{paire} T_{bs} + \omega h_{gTbs} \quad (3)$$

donde: C_{paire} es el calor específico del aire a presión constante y T_{bs} la temperatura de bulbo seco.

De la figura 1, se tiene el siguiente balance de masa y energía, y tomando en cuenta que el aire se considera un gas ideal, se tiene la siguiente expresión:

$$c_p T_{atm} + \omega_{atm} h_{g1} + (\omega_1 - \omega_{atm}) h_{fagua} = \omega_1 (h_{g1} - h_{fagua}) \quad (4)$$

La temperatura de bulbo húmedo se obtiene de manera iterativa. Se parte del valor de la humedad específica, obtenida con la Ec. (2). Como primera iteración, a la temperatura de bulbo húmedo se le asigna el valor de la temperatura rocío correspondiente a la presión de vapor; enseguida, se calcula a la humedad específica, con la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{C_{paire} (T_{bh1} - T_{bs_{atm}}) + \left(0.622 \frac{p_{saT_{bh1}}}{p_{atm} - p_{saT_{bh1}}} \right) h_{fgT_{bh1}}}{h_{gT_{bs_{atm}}} - h_{fT_{bh1}}} \quad (5)$$

El cálculo se realiza de manera iterativa hasta que se tenga la convergencia al valor de la Ec. (5) con el valor de la Ec. (2). Cuando esto ocurra, se tiene la temperatura de bulbo húmedo buscada.

En este caso, como se muestra en la figura 3, el valor de la temperatura de bulbo húmedo al 100% de saturación es igual a la temperatura de bulbo seco mínima, que se puede alcanzar cuando se atomiza el agua en la corriente de aire. Al enfriar el aire atmosférico a la entrada del compresor, estado 1w de la figura 5, se tiene la posibilidad de suministrar menor trabajo al compresor. Este enfriamiento permite disminuir la temperatura al final del proceso de compresión, estado 2w. El aire a estas condiciones es suministrado a la cámara de combustión, por lo tanto, el enfriamiento del aire a la entrada del compresor causa un impacto directo en el proceso de combustión, reflejándose en la cantidad de aire y combustible requerido para obtener el flujo de los gases de combustión a las condiciones requeridas a la entrada de la turbina.

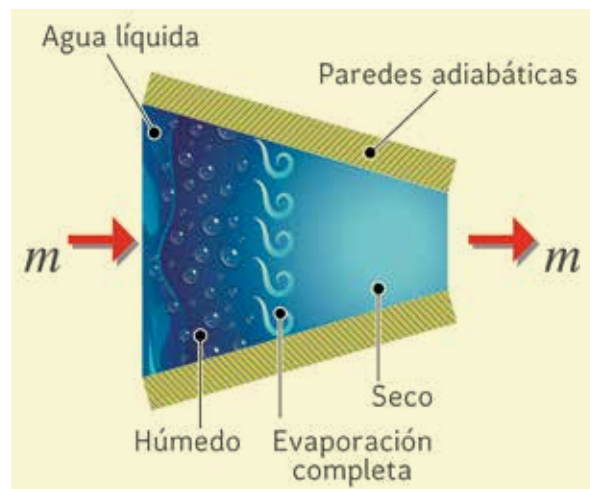


FIGURA 3. Diagrama de los elementos internos para la compresión húmeda.

Los componentes más importantes de una instalación de turbina de gas son: la turbina, que proporciona la potencia mecánica deseada, y el compresor, que proporciona la presión requerida para que entre a la cámara de combustión y se genere así la Temperatura de entrada en la Turbina, y esta pueda generar el trabajo que requiere el Compresor y el excedente es la potencia solicitada como energía mecánica, y esta se puede convertir en energía eléctrica, o mecánica para mover, por ejemplo un compresor centrífugo (figura 4).

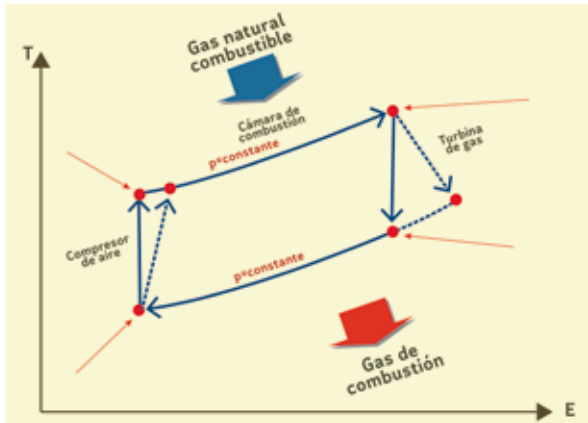


FIGURA 4. Diagrama esquemático del Ciclo Joule y sus elementos principales: compresor, cámara de combustión y turbina.

Ecuación del proceso de compresión húmedo ideal

En la figura 5, se muestra el comportamiento del compresor con el enfriamiento a la entrada debido al incremento de temperatura del medio ambiente, para lo que se hace el siguiente análisis de ecuaciones termodinámicas.

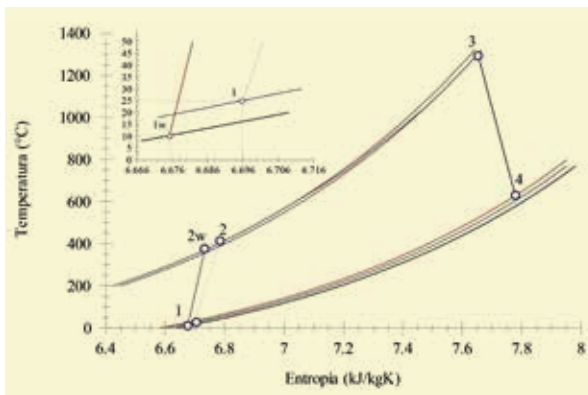


FIGURA 5. Trabajo del compresor con enfriamiento.

Para una compresión húmeda ideal, se considera que el calor de evaporación es igual al calor reversible.

Entonces, la ecuación de Gibbs queda:

$$-h_{fg} d\omega = dh - \frac{dp}{\rho} \quad (6)$$

La ecuación del proceso de compresión se expresa como sigue:

$$\frac{dp}{p} = \left[\frac{\gamma}{\gamma-1} + \frac{h_{fg}}{R} \frac{d\omega}{dT} \right] \frac{dT}{T} \quad (7)$$

En la Ec. (7) se puede ver que para un proceso de compresión húmeda, la rapidez de evaporación dw/dT juega un papel muy importante. Este es el término que hace la diferencia entre la compresión húmeda y la compresión seca.

Índice isentrópico del proceso de compresión húmeda

Para obtener el índice isentrópico del proceso de compresión húmeda se integra la Ec. (7) desde la entrada hasta la salida del compresor. Se considera que la rapidez de evaporación varía linealmente con la temperatura, es decir, $dw/dT = cte$.

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{T}{T_1} \right)^{\frac{k}{\gamma-1}} = \left(\frac{T}{T_1} \right)^x \quad (8)$$

La rapidez de evaporación se obtiene bajo la condición de compresión húmeda saturada, el índice isentrópico de compresión húmeda se calcula con la Ec. (8).

Si la rapidez de evaporación es $dw/dT = 7.5 \times 10^{-4} \text{ kg/K}$, $\gamma = 1.4$, $R = 0.2867 \text{ kJ/kgK}$, y la relación de presiones de 7, entonces el índice isentrópico de compresión húmeda es $k = 1.12655$.

Proceso de compresión húmedo real

El calor específico politrópico se escribe como sigue:

$$C_n = C_v \left(\frac{\gamma-n}{1-n} \right) = \frac{1}{\gamma-1} \left(\frac{\gamma-n}{1-n} \right) R \quad (9)$$

El incremento de entropía del aire para una transformación politrópica es:

$$\Delta s_{poli} = \frac{1}{\gamma-1} \frac{n-\gamma}{n-1} R \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (10)$$

La eficiencia politrópica en función del índice politrópico y del índice adiabático:

$$\eta_{PIC} = \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{n}{n-1} \quad (11)$$

Sustituyendo la eficiencia politrópica y el calor específico se tiene:

$$\Delta s_{poli} = \frac{1}{\gamma-1} \frac{n-\gamma}{n-1} R \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (12)$$

Para una compresión húmeda real, el índice del proceso del incremento de entropía del aire:

$$\Delta s = \frac{1}{\gamma-1} \frac{n-\gamma}{n-1} R \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (13)$$

y de la rapidez de evaporación del agua dw/dT . De la ecuación de Gibbs, se tiene:

$$-b_{fg} d\omega + \frac{1}{\gamma-1} \frac{n-\gamma}{n-1} R dT = \frac{\gamma R}{\gamma-1} dT - \frac{dp}{\rho} \quad (14)$$

Dividiendo ambos miembros entre RT :

$$\frac{dp}{p} = \left(\frac{\gamma}{\gamma-1} + \frac{b_{fg}}{R} \frac{d\omega}{dT} - \frac{1}{\gamma-1} \frac{n-\gamma}{n-1} \right) \frac{dT}{T} \quad (15)$$

Se considera que:

$$\frac{m}{m-1} = \frac{\gamma}{\gamma-1} + \frac{b_{fg}}{R} \frac{d\omega}{dT} - \frac{1}{\gamma-1} \frac{n-\gamma}{n-1} \quad (16)$$

m es el índice politrópico del proceso de compresión húmedo real. Comparando a los índices k , m y n , se encuentra lo siguiente:

$$k < m < n \quad (17)$$

Temperatura al final de la compresión húmeda

Debido al enfriamiento interno de la compresión húmeda, la temperatura del aire al final de la compresión disminuye significativamente. De la ecuación (8), la temperatura de salida es:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \quad (18)$$

En la figura 6 se muestra que si la relación de presiones es $\pi = 7$, la temperatura del aire a la entrada del compresor $T_1 = 25^\circ\text{C}$, la rapidez de evaporación $dw/dT = 0.00075 \text{ kg/K}$, y la eficiencia isentrópica de compresión $\eta_{\text{SIC}} = 0.88$. Entonces la temperatura al final de la compresión ideal húmeda saturada es de 97.82°C , mientras que la temperatura al final de la compresión ideal de aire seco es 246.72°C . La disminución de la temperatura al final de la compresión ideal debido al enfriamiento interno de la compresión húmeda es de 148.9°C . Para los procesos de compresión reales de aire seco y húmedo, las temperaturas al final de compresión son de

279.95°C y de 100.8°C , respectivamente; en este caso la disminución de la temperatura al final de la compresión real debido al enfriamiento interno de la compresión húmeda es de 179.15°C . Otro resultado importante que se muestra en la misma figura es que la temperatura al final de la compresión real de aire húmedo es 3.06°C mayor que la temperatura al final de la compresión ideal de aire húmedo.

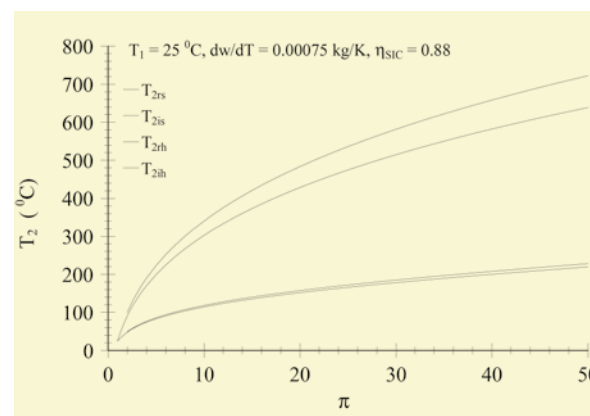


FIGURA 6. Temperatura al final de la compresión de aire seco, y húmedo, en función de la relación de presiones.

En la figura 7 se muestra el comportamiento de la temperatura al final del proceso de compresión en función de su rapidez de evaporación para $\pi = 7$. Se muestra que cuando la rapidez de evaporación crece, la temperatura a la salida del compresor disminuye, tendiendo a la temperatura de T_2 , que es la temperatura húmeda ideal y cuando disminuye la rapidez de evaporación la temperatura T_{2rh} , tiende a la temperatura del proceso de compresión con aire seco ideal.

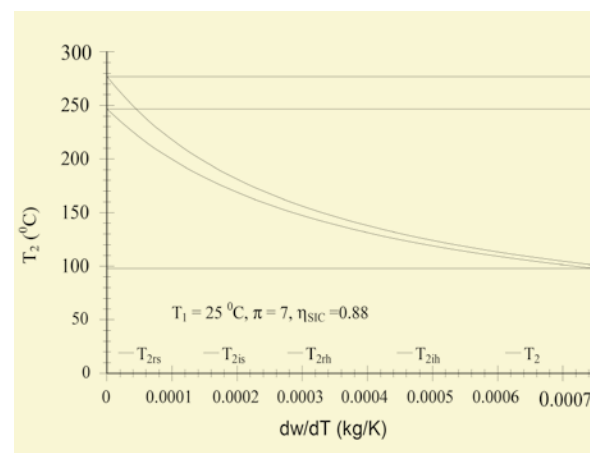


FIGURA 7. Temperatura al final de las compresiones de aire seco y húmedo en función de la rapidez de evaporación, para $\pi = 7$.

En la figura 8 se muestra la temperatura al final de las compresiones de aire seco y húmedo en función de la eficiencia isentrópica de compresión, para $\pi = 7$, para el proceso de compresión del aire seco, se muestra una gran dependencia con la disminución de la η_{SIC} , cuando la eficiencia disminuye de 0.9 a 0.7 la temperatura se incrementa aproximadamente 40 °C, para el aire húmedo solamente se tiene una variación menor de 10 °C en el mismo intervalo. El trabajo de compresión ideal de aire seco es:

$$\tau w_{\text{dis}} = \left(\frac{\gamma}{\gamma-1} \right) RT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right] = (h_{2\text{is}} - h_1) = C_p (T_{2\text{is}} - T_1) \quad (19)$$

En este caso el calor de recalentamiento es igual a cero. El trabajo de compresión real de aire seco sin fricción se expresa de la siguiente manera:

$$\tau w_c = \left(\frac{n}{n-1} \right) RT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \quad (20)$$

Entonces, el trabajo de compresión real se expresa como sigue:

$$\tau w_{\text{crs}} = (h_{2\text{rs}} - h_1) = C_p (T_{2\text{rs}} - T_1) = \left(\frac{n}{n-1} \right) RT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] + q_{\text{reent}} \quad (21)$$

El trabajo de compresión ideal de aire húmedo es:

$$\tau w_{\text{is}} = \left(\frac{k}{k-1} \right) RT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = (h_{2\text{ib}} - h_1) + q_{\text{retirado}} = C_p (T_{2\text{ib}} - T_1) + q_{\text{retirado}} \quad (22)$$

El trabajo de compresión real de aire húmedo es:

$$\tau w_{\text{crb}} = \left(\frac{m}{m-1} \right) RT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right] = (h_{2\text{rb}} - h_1) + q_{\text{retirado}} = C_p (T_{2\text{rh}} - T_1) + q_{\text{retirado}} \quad (23)$$

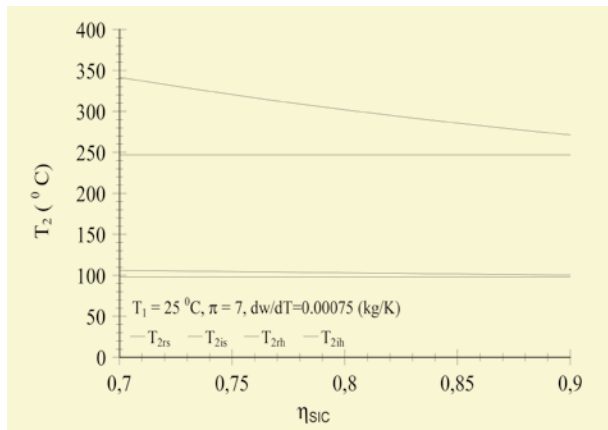


FIGURA 8. Temperatura al final de las compresiones de aire seco y húmedo en función de la eficiencia isentrópica de compresión, para $\pi=7$.

LA COMPRESIÓN HÚMEDA PUEDE REDUCIR, DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, EL TRABAJO DE COMPRESIÓN; SIN EMBARGO, SE DEBE TOMAR EN CUENTA QUE PUEDE EXISTIR UN PROCESO DE DEGRADACIÓN EN EL SISTEMA DEL COMPRESOR HASTA DE 85% SI LA HUMEDAD NO ES CONTROLADA EN FORMA ADECUADA

En la figura 9 se muestra el trabajo de compresión de aire seco y húmedo en función de la eficiencia isentrópica de compresión, para $\pi = 30$, para el proceso de compresión del aire seco, se muestra una dependencia significativa con la disminución de la η_{SIC} , cuando la eficiencia disminuye de 0.9 a 0.77, el trabajo se incrementa en 60 kJ/kg, para el aire húmedo solamente se tiene un incremento de 8.0 kJ/kg en el mismo intervalo.

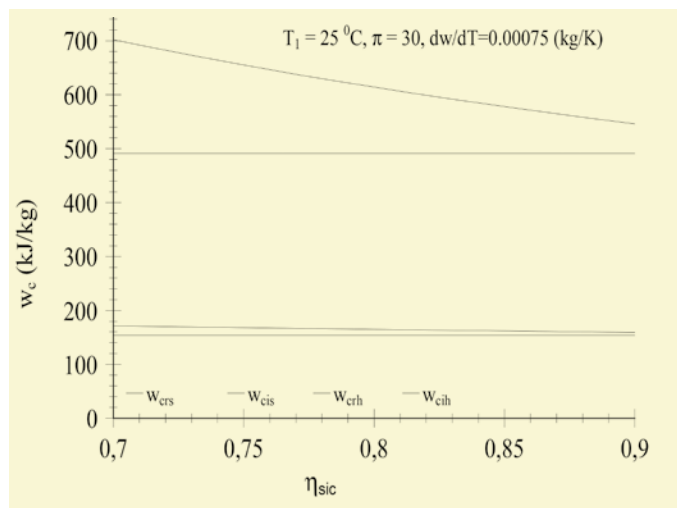


FIGURA 9. Trabajo de compresión en función de la eficiencia isentrópica de compresión, para $\pi = 30$.

En la figura 10 se muestra el comportamiento del trabajo de compresión en función de su rapidez de evaporación para una $\pi = 30$, donde se muestra que cuando la rapidez de evaporación crece, el trabajo suministrado al compresor disminuye, cuando disminuye la rapidez de evaporación, el trabajo tiende a su límite superior, es decir, tiende al trabajo de compresión con aire seco ideal, por ejemplo, al disminuir la rapidez de evaporación de 0.00075 a 0.0, el trabajo se incrementa 400 kJ/kg.

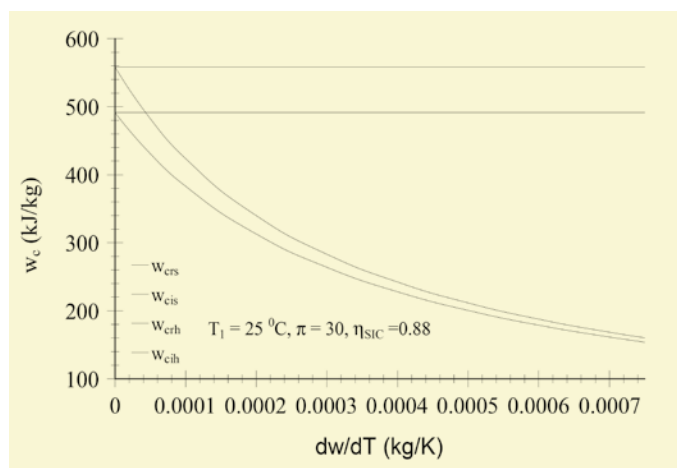


Fig. 10 Trabajo de compresión con aire seco y húmedo en función de la rapidez de evaporación, para $\pi = 30$.

Los índices politrópicos de compresión al aumentar la relación de presiones presentan una pequeña pendiente positiva, aunque este cambio se refleja exponencialmente en la temperatura de compresión. Se comprueba el orden de los índices, $k < m < n$, tal como se muestra en la figura anterior. De acuerdo al análisis realizado al trabajo de compresión, se tiene que siempre el trabajo por compresión húmedo es menor al trabajo de compresión seca, debido a que parte de la energía requerida para realizar la compresión, es rechazado por subenfriamiento que se presenta por la presencia de agua

Conclusiones

La inyección de agua a la entrada del compresor disminuye significativamente la temperatura de compresión y, por consiguiente, el trabajo de compresión a suministrar. Esto se debe principalmente a la disminución del índice politrópico de compresión, que implica un cambio exponencial en la temperatura. También está en función de la rapidez de evaporación del agua. Por lo tanto, el enfriamiento del aire por medio de la saturación resulta una buena opción en este caso (diámetro de gota iguales o menores a 20 μm velocidad axial del aire de 100 m/s) para mejorar el desempeño de las turbinas de gas. Para el ejemplo analizado se observa que la compresión húmeda puede reducir dentro de ciertos límites el trabajo de compresión, sin embargo, se debe tomar en cuenta que puede existir un proceso de degradación en el sistema del compresor hasta de un 85% si la humedad no es controlada en forma adecuada.

Nomenclatura

hfg	calor latente; [kJ/kg]
w	relación vapor-aire; [kgv/kg]
dw/dT	rapidez de evaporación; [kg/K]
k	índice isentrópico del aire húmedo; [-]
γ	índice isentrópico del aire seco; [-]
n	exponente politrópico del proceso de compresión de aire seco; [-]
m	exponente politrópico del proceso de compresión de aire húmedo; [-]
ha hw hf	entalpías del aire, vapor y agua; [kJ/kg]
\dot{m}_a	flujo másico de aire; [kg/s]

Subíndices

0, 1, 2	medio ambiente, entrada y salida
a, w	aire, vapor (o humedad)
g	vapor saturado
s	seco
i	ideal
h	húmedo
r	real

Referencias

- [1] Qun Zheng, Yufeng Sun, Shuying Li and Yunhui Wang. "Thermodynamic Analyses of Wet Compression Process in the Compressor of Gas Turbine". Proceedings of ASME Turbo Expo 2002 June 3-6, 2002, Amsterdam, The Netherlands.
- [2] C. Schmidt, K. Kissock. "Modeling and Simulation Air Compressor Energy Use", ACCEEE Summer study of energy in industry, West point NY, July 19-22, 2006.
- [3] L. Yangwei, Y. Xianjun, L. Baojie; "Turbulence Models Assessment for Large-Scale Tip Vortices in Axial Compressor Rotor". Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Journal of Propulsion and Power Vol 24, January-February. 2008.
- [4] K. Brun, R. Kurz; "Gas Turbine Life Limiting Effects on Inlet and Inter Stage Water Injection"; Proceedings of the Thirty-Fourth Turbo Machinery Symposium. 2005.
- [5] T.W. Song, J.L. Sohn, T.S. Kim, J.H. Kim, "An Improved Analytic Model to Predict Fouling Phenomena in the Axial Compressor of Gas Turbine Engines". Proceedings of the International Gas Turbine Congress. Tokyo. 2003.



El IPN ofrece un nuevo programa de posgrado a partir de agosto de 2016:

EL DOCTORADO EN ENERGÍA EN LA MODALIDAD DE POSGRADO INSTITUCIONAL

Por Miguel Ángel Tufiño

Miguel Ángel Tufiño es doctor en Doctor en Ciencias con Especialidad en Física por la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (ESFM-IPN). Actualmente se desempeña como Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN..

La energía se ha convertido en un elemento estratégico del que dependen no sólo el desarrollo de un país, sino también su subsistencia y hasta su soberanía. Por ello, la previsión del agotamiento de los combustibles fósiles convencionales en los próximos años, el eventual aumento en su costo, así como la creciente necesidad de preservar el ambiente, han impulsado con fuerza la búsqueda de fuentes alternas de energía, como el sol, el viento, el calor almacenado en el centro de la tierra, la derivada de la biomasa y otras fuentes secundarias como las tecnologías del hidrógeno.

Por lo anterior, la energía se ha convertido en un elemento estratégico del cual puede depender no sólo el desarrollo, sino inclusive la subsistencia y la soberanía de un país. Por su situación geográfica, México cuenta con una gran riqueza de recursos naturales que pueden aprovecharse como fuentes alternas de energía. Sin embargo, uno de los grandes retos económicos, tanto en el país como en el mundo, es asegurar el suministro de los insumos energéticos que demandan los consumidores, a precios competitivos y minimizando el impacto al medioambiente.

Para alcanzar dicha autosuficiencia energética, es imperativo desarrollar tecnología propia para generar,

almacenar, distribuir y suministrar la energía necesaria para satisfacer la creciente demanda.

Actualmente, la economía mundial está basada en el uso de los combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural y el carbón; recursos que por su naturaleza finita deben utilizarse de forma aún más racional y eficiente que en tiempos anteriores. De lo contrario, la agudización de las crisis energética y ambiental que ya enfrentamos, comprometerá el desarrollo y la subsistencia de las generaciones futuras.

De ahí la urgencia porque se definan, en el corto plazo, nuevas estrategias económicas que impulsen el uso eficiente de energía y que favorezcan la generación de tecnologías para aprovechar fuentes de energía alternas, capaces de satisfacer las necesidades de la sociedad sin descuidar los recursos naturales. Una de estas estrategias es fomentar los mecanismos de cooperación para ejecutar proyectos de infraestructura energética de alta tecnología, así como promover la investigación y desarrollo tecnológico que aporten las mejores soluciones a los retos que propone enfrentar el Gobierno Federal a través del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), la Reforma Energética 2013, la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 y la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.

En este contexto, la formación de recursos humanos especializados en desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el área de energía, y en particular de energías renovables, es de primordial importancia. El Instituto Politécnico Nacional (IPN) cuenta con un grupo de escuelas y centros que pueden tener una incidencia directa en el desarrollo de las tecnologías requeridas para el empleo masivo de energías alternas, así como algunos grupos de posgrado con líneas de investigación en energía.

La creación de redes de investigación en el IPN obedece a una estrategia institucional para fortalecer las actividades de investigación en el Instituto y optimizar los recursos destinados a esta actividad, formulando proyectos que se desarrollen a través de una colaboración multidisciplinaria e intrainstitucional. A la fecha se han creado siete redes de investigación y dos redes de expertos. Una de ellas es la Red de Energía, creada en junio de 2010. Uno de sus objetivos principales es fomentar el avance del conocimiento y el desarrollo de tecnologías en energías alternas que contribuyan a asegurar que el país sea autosuficiente en términos de energía; otro de ellos es la formación de recursos humanos a través de programas de posgrado.

Por las razones expuestas, el IPN a través de la Red de Energía propuso la creación del Programa de Doctorado en Energía en la modalidad institucional, cuyo objetivo general es formar recursos humanos de alto nivel, con herramientas de conocimiento y habilidades de investigación multidisciplinaria en los diversos campos de investigación y desarrollo tecnológico en Energía, que generen conocimientos nuevos para dar solución a los requerimientos energéticos del país, de manera sustentable y buscando reducir la dependencia energética de combustibles fósiles.

Este Programa tendrá la participación de cinco sedes cuyas actividades serán conducidas por un Comité Académico que coordinará el funcionamiento y desempeño académico del Programa. Las sedes estarán ubicadas en las siguientes unidades académicas:

1. Escuela Superior de Física y Matemáticas, ESFM.
2. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco, ESIME-Z
3. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, ESIME-C.
4. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro, CICATA Querétaro.
5. Centro Mexicano para la Producción más Limpia, CMP+L.

DEBIDO A LA CAPACIDAD
Y EXPERIENCIA DEL
GRUPO DE ESPECIALISTAS
CON LOS QUE
CUENTA EL IPN EN LAS
DIVERSAS ÁREAS DE LA
ENERGÍA, RESULTABA
IMPERATIVO QUE
NUESTRA INSTITUCIÓN
DESARROLLARA
Y OFRECIERA UN
PROGRAMA CON ESTAS
CARACTERÍSTICAS

Cada Unidad Académica Sede tendrá participación de otras Unidades Académicas: para dar un total de 15. En total participarán 15, con la posibilidad de incorporar en un futuro otras que cumplan con los requisitos para conformar una sede con al menos nueve profesores colegiados que conformen el Núcleo Académico Básico (NAB).

Uno de los valores agregados del Programa radica en la fortaleza de su Núcleo Académico Básico (NAB), del cual depende la operatividad y conducción del mismo. Participan un total de 56 profesores en las cinco sedes del Programa, de los cuales 47 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SIN), dos de ellos con nivel III, dos con nivel II, 39 con nivel I y cuatro candidatos a investigador nacional.

La diversidad de las investigaciones que realizan los profesores del Programa ha permitido que se cultiven tres Líneas principales de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), con las sub-líneas que se indican en cada una:

LGAC 1 ENERGÍAS ALTERNAS

- 1.1 Energía Solar Fotovoltaica
- 1.2 Energía Solar Térmica
- 1.3 Tecnologías del Hidrógeno y Celdas de Combustible
- 1.4 Energía Eólica
- 1.5 Energía Hidráulica
- 1.6 Energía Geotérmica
- 1.7 Energía Oceánica y Mareomotriz
- 1.8 Sistemas de Enfriamiento usando Fuentes Alternas de Energía

LGAC 2 SISTEMAS BIOENERGÉTICOS

- 2.1 Tecnologías de Conversión de Biomasa en Energía: Termo-Química, Bio-Química y Físico-Química
- 2.2 Biocombustibles Líquidos
- 2.3 Biogás
- 2.4 Optimización de Biorefinerías
- 2.5 Simulación y Diseño de Procesos de Biocombustibles
- 2.6 Biotecnología Industrial

LGAC 3 ENERGÍAS CONVENCIONALES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

- 3.1 Sistemas Convencionales y Redes Inteligentes
- 3.2 Ahorro y Uso Eficiente de la Energía
- 3.3 Energía Nuclear
- 3.4 Hidrocarburos y Tecnologías Limpias para su Transformación
- 3.5 Estudios de Factibilidad y Políticas Energéticas
- 3.6 Energía y Sustentabilidad

Las acciones académicas relacionadas con la difusión del programa, la elaboración del programa individual de actividades de cada alumno, el registro y seguimiento de la trayectoria académica del alumno y la asignación del director o directores de tesis, de tema de tesis, de Comité Tutorial o de los jurados de examen predoctoral y doctoral se propondrán en el seno del Comité Académico del Programa con el aval del Comité Académico de la Unidad Sede respectiva y el aval académico-administrativo oficial se dará por el Colegio de Profesores de la Unidad Sede.

Todas estas medidas están encaminadas para que los egresados del programa posean los conocimientos y habilidades para realizar investigación científica y aplicada original, y sean capaces de desarrollar y adaptar tecnologías limpias asociadas a fuentes alternas y convencionales de energía para su transferencia a la industria. Además, se busca que tengan las competencias para el trabajo en equipo e interdisciplinario en colaboración con otros investigadores o dirigiendo grupos de investigación; que desarrollen la capacidad para definir estrategias de solución a problemas de interés en energía para el

desarrollo sustentable, así como para gestionar recursos para desarrollar proyectos de innovación tecnológica; así mismo que pueda impartir cursos y formar recursos humanos de nivel licenciatura, maestría y doctorado en el área de su especialidad.

El Programa de Doctorado en Energía contempla como requisitos mínimos del plan de estudios cursar obligatoriamente tres unidades de aprendizaje: Fuentes alternas de energía, Energías convencionales, y una electiva a propuesta del consejero de estudios en el área de especialidad del alumno, que se elige de las unidades de aprendizaje optativas. Además, podrá cursar adicionalmente, como máximo, otras tres unidades optativas de aprendizaje, que deberán ser propuestas por el o los directores de tesis de acuerdo al tema de investigación desarrollado y con el visto bueno de su comité tutorial.

El programa que se describe en este artículo fue aprobado por el Consejo General Consultivo del IPN, su máximo órgano de gobierno, en marzo del presente año y comenzará a ofrecerse en sus cinco sedes a partir de agosto de 2016.

Debido a la capacidad y experiencia del grupo de especialistas con los que cuenta el IPN en las diversas áreas de la energía, resultaba imperativo que nuestra institución desarrollara y ofreciera un programa con las características del que se describe en este documento. Algunas de las unidades de aprendizaje que ya se imparten en otros programas de doctorado como los de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica que se imparten en la ESIME Zacatenco, o el de Ciencias Fisicomatemáticas que se imparte en la ESFM, podrán cursarse por movilidad académica por los alumnos del Doctorado en Energía, para aprovechar el conocimiento y la experiencia con que ya se cuenta en estos programas.



OTROS DOCTORADOS EN ENERGÍA EN MÉXICO

Aunque algunos programas de posgrado del IPN ya incluyen dentro de sus LGAC el tema de la energía, el IPN no contaba hasta la fecha con un programa de doctorado sobre energía, lo cual lo ponía en desventaja en comparación con otras instituciones académicas. A continuación se enlistan algunos de programas de nivel doctorado sobre energía que se imparten en otras instituciones:

- Doctorado en Ingeniería en Energía que ofrece el Instituto de Energías Renovables de la UNAM
- Doctorado en Energía y Medio Ambiente que ofrece la Universidad Autónoma Metropolitana, U. Iztapalapa
- Doctorado en Ciencias (Energía Renovable) que ofrece el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.
- Doctorado en Agua y Energía que ofrece la Universidad de Guadalajara
- Doctorado en Ingeniería que ofrece la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Abarca ocho campos del conocimiento, entre los cuales incluye el de energía. En dicho campo la facultad ofrece un programa de Doctorado en el Área de Sistemas Energéticos con perfil en Sistemas Nucleoeléctricos.
- Programa de Doctorado en Energía que ofrece el Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE, en conjunto con otras universidades

Cabe mencionar que estas instituciones y otras más ofrecen también programas de maestría relacionados a la energía. En el IPN, sólo en la ESIME Culhuacán se imparte la Maestría en Sistemas Energéticos desde hace varios años.

Bibliografía

Acuerdo de Creación de la Red de Energía del IPN, Junio de 2010.
Acuerdo de Creación del Doctorado en Energía, Marzo de 2016.

Información confiable y profesional sobre la Reforma Energética en México



¡Suscríbese ahora!

Visítenos en www.energiaadebate.com

\$300 pesos por año, seis ejemplares.
Información sobre publicidad
y suscripciones al correo electrónico
mundi.comunicaciones@yahoo.com.mx

Tels: (52) 55 5592-2702 y (52) 55 5703-1484
email: energia_adebate@yahoo.com.mx

Estufa solar

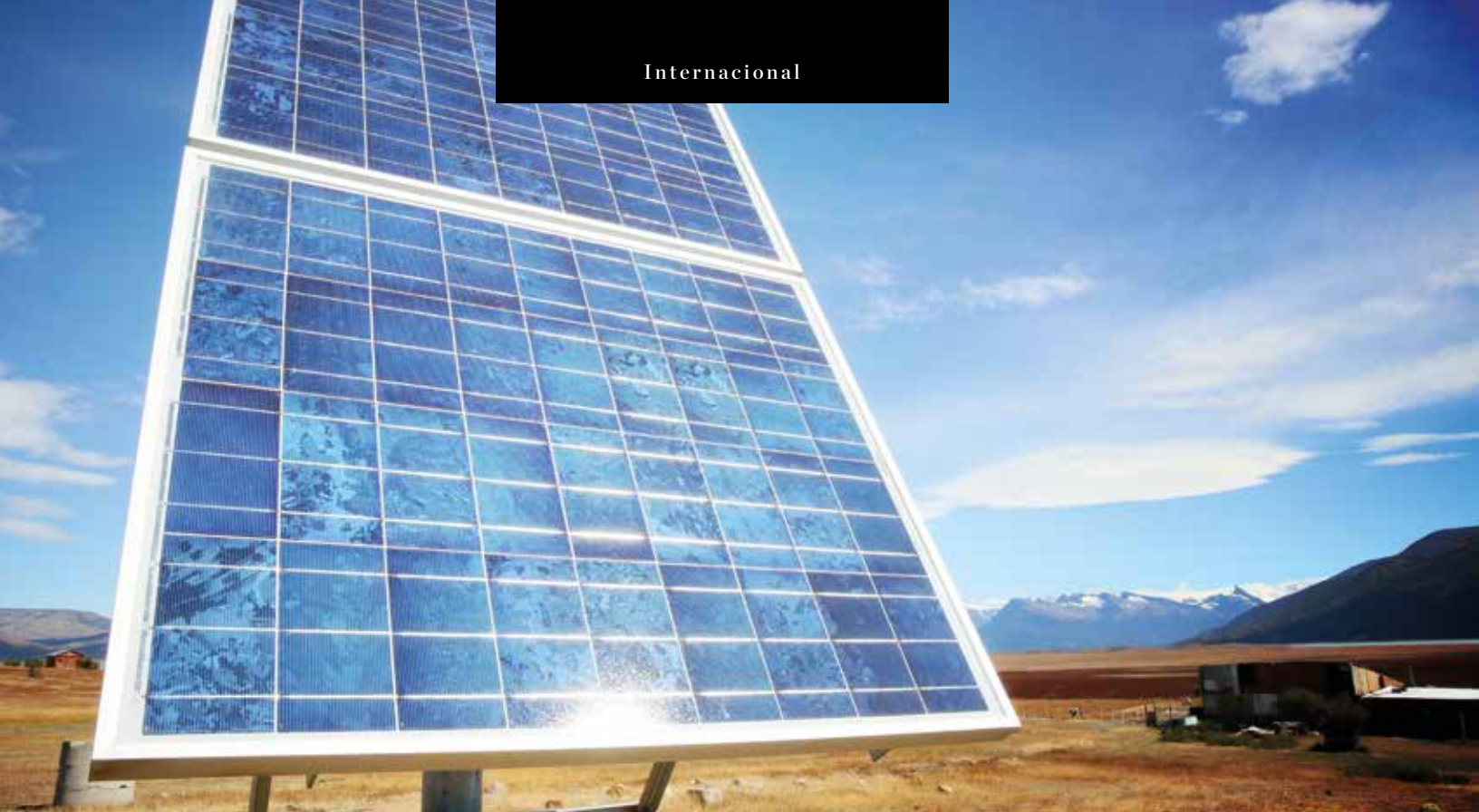
Estufa solar

Estufa solar

Estufa solar

Estufa solar

Estufa solar



Argentina:

EXPERIENCIA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL CON PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO, AUTOGESTIONADA POR UNA ORGANIZACIÓN COOPERATIVA DE PRODUCTORES LANEROS

Por: S. Gortari, F. Lallana, G. Nadal

Los autores forman parte del Grupo Conversión y Uso Racional de la Energía (CNEA)-Instituto de Economía Energética (Fundación Bariloche). S. Gortari es ingeniero, integrante del grupo CURE del Centro Atómico Bariloche. Por su parte, F. Lallana y G. Nadal son ingeniero y licenciado en física (respectivamente), adscritos a la Fundación Bariloche. Para más información sobre este artículo se puede contactar al autor principal en el correo: gortari@cab.cnea.gov.ar

En el 2009, una cooperativa de productores laneros de la Patagonia, Fecorsur, acompañada técnicamente por profesionales del Centro Atómico Bariloche (CAB) y de la Fundación Bariloche (FB), obtuvo un premio en el concurso Ideas, organizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para electrificar 72 viviendas rurales de socios de la organización. Los puntos salientes del proyecto fueron la capacitación de actores locales para realizar las instalaciones; la autogestión en el manejo del proyecto; el pago del servicio a valor producto; la inclusión en el equipamiento de elementos de alta eficiencia con baterías recargables y radiograbadores de 12 V; y el relevamiento de otras necesidades energéticas básicas que pudieran existir en las viviendas.

Este proyecto de electrificación se realizó en la zona rural situada en torno a la localidad de Jacobacci, provincia de Río Negro, en Argentina. Tanto esta región como otras del interior rionegrino se caracterizan por una muy baja densidad poblacional, actividades productivas centradas en la cría de ganado ovino y caprino, un creciente fenómeno de sequía y desertificación, y una marcada migración de los pobladores más jóvenes hacia las zonas urbanas en busca de mejores condiciones de vida. Ello sin mencionar que los pobladores se enfrentan a condiciones adversas como la falta de caminos adecuados, condiciones climáticas rigurosas durante invierno, y la presencia de cenizas volcánicas a raíz de la erupción del cordón volcánico Puyehue-Caulle.

A todas estas dificultades se suma la inexistencia de tendido eléctrico que alcance a los numerosos pobladores rurales aislados, quienes satisfacen sus requerimientos energéticos básicos de iluminación y comunicaciones mediante velas, pilas, y faroles a combustible. Esta situación motivó que la provincia de Río Negro fuese una de las primeras en interesarse por el programa de electrificación rural Permer a fines de la década de 1990. Sin embargo, actualmente no existe algún poblador del mercado disperso electrificado a través de este programa.



FIGURA 1. Zona donde se realizó el proyecto.

Por todo lo anterior, organizaciones de productores rurales emprendieron la búsqueda de alternativas para introducir mejoras en las viviendas a fin de hacer más llevadera la permanencia de las familias en los campos. Una de ellas fue el premio IDEAS 2009², utilizado para implementar un modelo alternativo de electrificación rural mediante el uso de paneles fotovoltaicos y el desarrollo de capacidades locales, siendo el único proyecto de Argentina financiado en ese certamen durante dicho año.

Los objetivos del proyecto fueron:

- Electrificar viviendas rurales (72 inicialmente)
- Introducir un modelo de gestión innovador: el servicio eléctrico es brindado por la organización de productores de acuerdo al desarrollo de capacidades locales (mantenimiento, cobro de cuotas, ampliación de la cantidad de usuarios, etcétera)
- Mejorar el comportamiento energético de la vivienda (iluminación natural, aislación, uso calórico de la leña, etcétera)
- Mejorar el abastecimiento del agua potable a la vivienda, facilitando la tarea a mujeres y niños
- Tener un motivo más para estar presentes con las familias rurales

¹ Río Negro, 2001.
² IADB, 2009.

Esquema de implementación y gestión

El proyecto fue diseñado tomando en cuenta el análisis realizado por profesionales de Fundación Bariloche (FB) y del Centro Atómico Bariloche (CAB), diversas experiencias latinoamericanas de electrificación rural basadas en energías renovables, y las características de la población de la Línea Sur, así como sus actividades productivas. En particular, se estudiaron las causales de fracasos y éxitos de los proyectos, llegando a la conclusión de que era necesario basar la gestión de la electrificación rural aislada en el desarrollo de capacidades locales y de vincular el servicio eléctrico a las actividades productivas de la región.

Todo lo anterior condujo al involucramiento de la FECORSUR en la gestión del proyecto, aprovechando sus vínculos comerciales con los pobladores, su infraestructura de apoyo a las actividades productivas, y su conocimiento general de la región. Por su parte, un profesional del CAB realizó el nexo con los proveedores del equipamiento solar y otras componentes, y proveyó junto a profesionales de FB conocimiento y capacitación a los instaladores locales.

La FECORSUR presentó la propuesta al IADB, lideró las tareas de difusión de la iniciativa, de selección de los beneficiarios, cobro, comunicación (a través de sus actividades comerciales en común), y de logística de apoyo para realizar las capacitaciones, instalaciones y el mantenimiento.

Capacitación, selección de instaladores y proceso de instalación

La FECORSUR y un profesional del CAB convocaron a potenciales instaladores y usuarios interesados en el proyecto. A fin de capacitar a los instaladores y futuros usuarios, se realizaron tres talleres en la localidad de Ingeniero Jacobacci. El primero fue teórico y práctico, los otros dos fueron en la zona rural realizando entre todos la electrificación de las viviendas.

Luego de realizadas las primeras instalaciones se conformó de común acuerdo un equipo definitivo de instaladores (formado por un instalador y su ayudante), quienes completaron el resto de las instalaciones. Cabe acotar que el proceso de búsqueda de instaladores estables no fue sencillo, dada la necesidad por parte de los instaladores de complementar y coordinar el trabajo de instalación con alguna otra fuente de ingresos.

El trabajo de instalación se remuneraba en forma diaria, teniendo en cuenta el número de instalaciones y los kilómetros recorridos. Dada la baja densidad poblacional, la precariedad de las vías de acceso, la presencia de ceniza volcánica en suspensión, las inclemencias climáticas, y la no disponibilidad de un vehículo dedicado, el proceso de instalación avanzó en forma relativamente lenta.



Arriba. Capacitación de instaladores, parte práctica.



Arriba. Instaladores en acción.

¿QUÉ ES FECORSUR?

Se trata de una organización con más de 350 socios, cuyo trabajo está centrado en la prestación de servicios a los productores a través de un sistema cooperativo que permite posicionar, fundamentalmente al pequeño y mediano productor, en mejores condiciones con respecto a otras opciones. Esta organización no es solo un instrumento de comercialización sino que también es una herramienta que contribuye al desarrollo económico, cultural y social de los productores de la región.

¹ Bessel, 2008.

Descripción de la instalación

La instalación está representada en la Figura 2.

REPRESENTACIÓN BÁSICA DE LAS INSTALACIONES

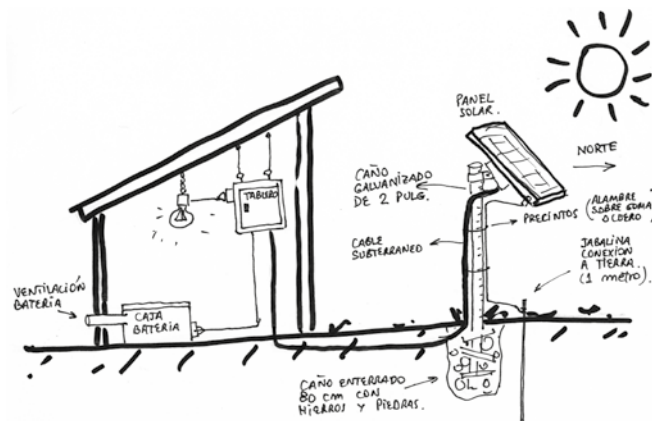


FIGURA 2. El dibujo forma parte del material de entrenamiento. Se eligió realizar los esquemas a mano alzada, un tipo de ilustración que les resulta más fácil de entender a los pobladores rurales.

Cada instalación contaba con:

- Un panel solar de 80 W con su soporte, de construcción local (se diseñó un soporte para fijar al suelo que fue construido por herreros locales)
- Un regulador de carga con memoria que permitía recuperar los datos de funcionamiento de la instalación con una notebook
- Una batería de 105 Ah, tipo plomo ácido para uso solar, acondicionada en una caja cerrada en el interior de la vivienda (para la caja se usó una cámara desengrasadora de uso comercial construida en plástico)
- Una instalación eléctrica básica: iluminación en cocina y piezas con lámparas de leds y uno o dos enchufes para la radio según la disposición de los muebles existentes en la cocina
- Un radiograbador acondicionado para el voltaje de la instalación con lector de memoria flash (tipo pendrive) para evitar el deterioro propio de discos y casetes
- Un pendrive de 8GB con música, con el contrato de comodato grabado por la hija de un productor con buena voz
- Una linterna y un farol de leds alimentados con una batería recargable —de disponibilidad en los comercios locales— que se cargan con el mismo panel solar

Contrato y pago de la instalación y el servicio

A pesar de que el premio tenía carácter de donación, las instalaciones se cobraron parcialmente, se firmó un contrato de comodato con el productor a través del cual el mismo se compromete a realizar los pagos estipulados en su cláusula que reza: “Los costos de instalación y mantenimiento de la UNIDAD COMODATADA se fijan en los siguientes: 6 corderos anuales durante los primeros 5 años desde la firma del presente contrato, fijándose la fecha límite de entrega de la primer cuota el día 15 de Febrero de 2012 y las cuotas restantes en la misma fecha de los siguientes 4 años consecutivos. A partir del 6 año 2 corderos anuales.”



Arriba y abajo. Instalaciones fotovoltaicas del proyecto.



El monto de los pagos guarda relación con la capacidad de pago de los pobladores (por ejemplo, el gasto anual en otras fuentes de iluminación) y con el valor de mercado de los corderos. El esquema de pagos se definió en conjunto con autoridades de la FECORSUR de acuerdo con el conocimiento de la dinámica comercial, capacidad productiva e ingresos anuales de los socios de las cooperativas laneras.

Si bien los fondos para realizar las instalaciones estaban garantizados (cerca de 180 mil USD), se decidió el cobro para generar un fondo que permita afrontar el mantenimiento de los sistemas y así extender la experiencia a otros pobladores; y para que los pobladores perciban que realizan un aporte justo a cambio del servicio que se presta pero sin que los pagos constituyan una carga difícil de afrontar.

Percepción del proyecto por parte de los pobladores rurales

El proyecto fue difundido por la FECORSUR entre sus socios. A pesar de ello, la iniciativa trascendió este ámbito y acudieron a las reuniones informativas otros potenciales usuarios. Se registró entre los asistentes un significativo interés en este tipo de instalaciones ya que se perciben como una forma de satisfacer requerimientos básicos que permiten a las familias permanecer unidas en el ámbito rural, accediendo a usos con los que contarían fácilmente en caso de migrar hacia zonas urbanas. Quienes accedieron al servicio se muestran satisfechos, aunque aún es necesario que transcurra cierto tiempo para poder reevaluar la percepción de los usuarios en relación al esquema de mantenimiento y cambio de baterías.

Resultados

Entre los resultados más importantes destacan:

- Se electrificaron 72 viviendas rurales con paneles fotovoltaicos que proveen un servicio básico de iluminación, radio, y carga de pequeños artefactos.
- Se observó que el costo por instalación resultó sustancialmente menor a los costos conocidos de proyectos de electrificación realizados por empresas especializadas en este tipo de servicio.
- Se generó un efecto demostración positivo en relación al funcionamiento adecuado de la tecnología fotovoltaica en el ámbito rural local.
- Se sentaron las bases para el ensayo de nuevas experiencias en base a la aplicación de energías renovables que satisfagan otros usos (refrigeración de alimentos, bombeo de agua).

Asimismo, de la experiencia se obtuvieron las siguientes conclusiones y recomendaciones importantes para replicar en proyectos similares:

- Las instalaciones se pueden llevar adelante con actores locales y con una adecuada capacitación. No es imprescindible que tengan formación técnica sino que aprendan a seguir determinadas reglas de trabajo. Sí es necesario contar con técnicos con debida formación para solucionar los problemas que aparecen, que no suelen ser numerosos si los diseños de las instalaciones son de calidad.
- Cuanto mayor es el número de instalaciones se vuelve más fácil ofrecer una fuente laboral atractiva y relativamente confiable a los actores locales que están interesados en brindar el servicio de instalación y mantenimiento. De lo contrario resulta difícil retener a la gente capacitada ya que en los poblados rurales suele haber baja oferta laboral.



Arriba. Visitas de seguimiento, fundamentales para el éxito, a largo plazo, del proyecto.



- Dada la escasa actividad económica en los pueblos rurales es recomendable, y totalmente factible, incluir elementos de construcción local (cajas de baterías, soportes de paneles, etcétera).
 - Fue muy positiva la inclusión de radios de 12 V, linternas y faroles recargables con baterías de fácil disponibilidad, para lograr el ahorro de pilas.
 - Es fundamental en todo este proceso la interacción y capacitación de los usuarios. A tal fin resultó muy importante el hecho que quienes hayan realizado las instalaciones tuvieran vínculos (cooperativos, afectivos, históricos, culturales, etcéteras) con los pobladores electrificados.
 - Debido a lo oneroso y dificultoso de los traslados a las casas de los pobladores es altamente deseable que los encargados de la electrificación tengan alguna injerencia también en otros aspectos vinculados al abastecimiento energético en general, tales como la posibilidad de brindar apoyo con aislaciones en viviendas, vidrios para aberturas, bombeo de agua para consumo humano y animal, calefacción y cocción, uso de biomasa, calentamiento solar de agua, etc. Una especie de servicio energético en general. Eso hace también más sostenible el mantenimiento de los vehículos utilizados por la organización.
 - A pesar de haberlo contemplado en la formulación del proyecto, por cuestiones de reglamento del BID no se pudo comprar un vehículo para realizar las instalaciones. Se hizo igual, con muchas complicaciones ya que los vehículos de los pobladores están en muy malas condiciones, sobre todo luego de los efectos de la ceniza volcánica. Es estrictamente necesario contar con un vehículo doble cabina y doble tracción muy bien equipado (barras, portaequipajes, baúl de herramientas, etcétera) para realizar en tiempo y forma este tipo de actividad.
 - Por una cuestión de límites en el presupuesto, y para llegar a la mayor de pobladores posible, se eligió la opción fotovoltaica. Es totalmente posible, analizando costos en su totalidad (sociales, ambientales, monetarios, etcétera) pensar en una opción eólica con un alto porcentaje de construcción local. Seguramente el producto puede no ser tan confiable como los paneles solares, pero en un marco de asistencia y buena presencia del estado en la zona rural, el mantenimiento no debería ser un problema mayor y hasta podría ser positivo desde cierto punto de vista (incentivo a la actividad económica local).
 - Se considera que el pago de una cuota anual accesible y en especies en contraprestación por el servicio eléctrico cumple varios objetivos importantes. Por un lado crea un fondo que ayuda a garantizar la reposición de las baterías, el servicio de mantenimiento, y eventualmente la expansión del servicio eléctrico. Por otro lado, expresa el interés y el compromiso que asume el usuario al participar del proyecto.
 - Por una razón presupuestaria, el servicio brindado sólo satisface requerimientos básicos de iluminación, radio, y recarga de pequeños artefactos. Una mejora sostenida requiere el vínculo entre el abastecimiento energético y las actividades productivas de los pobladores. Para ello se requiere en general la instalación de potencias más elevadas destinadas, entre otros usos, a bombeo y distribución de agua, y a refrigeración de alimentos.
 - El desarrollo de un sistema de comunicación por radio BLU por grupos de pobladores resulta una herramienta importante para la logística de un proyecto de instalación y mantenimiento de tecnologías energéticas en zonas rurales con baja densidad poblacional y dificultades de acceso.
- En este momento, desde Fundación Bariloche, se están haciendo gestiones con la cooperativa más grande de las que integran FECORSUR —La Cooperativa Ganadera Indígena— para que se haga cargo del proyecto llevando el servicio —eventualmente a través de su integración al PERMER— a un mayor número de usuarios.

Referencias

Río Negro (2001), disponible en <http://www1.rionegro.com.ar/arch200108/r05s17.html>

IADB (2009), disponible en <http://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2009-11-17/proyecto-de-electricacion-rural-en-argentina-gana-concurso-de-innovacion-energetica.5959.html>

Ressel (2008), Estudio de caso FECORSUR, "IMPACTOS DE LA INTEGRACIÓN REGIONAL DEL MERCOSUR SOBRE EL SECTOR COOPERATIVO", disponible en http://www.econo.unlp.edu.ar/uploads/docs/cooperativas_fecorsur.pdf

Café Mandala:

PROYECTO NÚMERO MIL DEL PROGRAMA DE APOYO A LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Por David Cedillo Hernández y Hugo Téllez Moctezuma

David Cedillo Hernández es ingeniero en Energía por la Universidad Autónoma Metropolitana y se desempeña como gerente de Evaluación Técnica Económica de Proyectos del FIDE. Hugo Téllez Moctezuma es ingeniero electricista con especialidad en Sistemas de potencia por el Instituto Politécnico Nacional, y tiene el cargo de gerente de Gestión de Proyectos, Mediciones y Evaluación de Resultados del FIDE. Se puede contactar a los autores en david.cedillo@cfе.gob.mx y en hugo.tellez@cfе.gob.mx, respectivamente.

Gracias a un financiamiento del FIDE, un café en la capital de Chihuahua logró adquirir un equipo fotovoltaico con el cual obtiene ahorros de alrededor de 82% en su facturación eléctrica.

En la presente administración, el FIDE inició la promoción y financiamiento de proyectos de generación distribuida con fuentes renovables para autoconsumo en empresas y sector residencial. El objetivo de estos proyectos, además de propiciar beneficios económicos para los usuarios e incrementar su competitividad, es contribuir a la disminución de las emisiones contaminantes al medioambiente. Al estar localizados en el sitio de consumo e interconectados a la red eléctrica, también benefician a las redes de transmisión y distribución de energía de la CFE por la aportación directa a la carga del consumidor.

En el marco de la actual estrategia energética del país este programa es de suma importancia, por lo que celebramos el financiamiento del proyecto número mil, otorgado a una microempresa preocupada por el medioambiente, localizada en la capital del estado de Chihuahua.

Con una vista inigualable de los atardeceres de la ciudad, el Café Mandala ha sido un lugar de reunión tradicional para los chihuahuenses desde hace más de dos décadas. Buscando ser más competitivo y contribuir a la conservación del medio ambiente, Francisco Cereceres Treviño, propietario del negocio, decidió instalar paneles fotovoltaicos para generar parte de la energía eléctrica que utiliza en su local y así disminuir sus costos de operación.

Para el FIDE, este caso de éxito representa un logro especial, pues se trata del proyecto número mil que se financia a través del Programa de Apoyo para la Generación Distribuida; una iniciativa que nació con el objetivo de detonar la participación tecnologías de generación de energía renovable en el mercado a través de mostrar a los diversos sectores estos proyectos son útiles, rentables y viables tanto en lo económico como en lo técnico.





El proyecto número mil, más allá de representar el cumplimiento de los objetivos del Fideicomiso, da fe de un cambio de mentalidad en las MIPyMES, donde los empresarios comienzan a entender la generación distribuida no como un gasto, sino como una oportunidad de inversión y fortalecimiento de su empresa.

Antecedentes

El café Mandala se encuentra localizado en la colonia Santa Rosa, en la capital del estado de Chihuahua. Gracias a su ubicación privilegiada, además de un menú diverso ofrece una vista inigualable. El local cuenta con un área superior a los 90 m², una superficie suficiente para la instalación de un sistema fotovoltaico de 80m².

Objetivo

La finalidad de este proyecto fue contribuir al cuidado del medio ambiente a través de disminuir el consumo de energía eléctrica del café. Para cumplir esta meta, la empresa consultora Grupo Trinova S.A. de C.V. proyectó la instalación de un sistema fotovoltaico de 10 kWp.

Situación original

Antes de iniciar el proyecto, el establecimiento satisfacía su demanda de energía eléctrica a través del servicio que ofrece la Comisión Federal de Electricidad. Su consumo anual promedio era de 23,057 kwh, que se refleja en una facturación de \$77,992, tal y como se muestra en la tabla.

FACTURACIÓN Y CONSUMO PREVIOS AL PROYECTO

Mes	Consumo mensual kWh	Precio medio \$kWh	Facturación mensual sin IVA	Facturación mensual con IVA
Noviembre	1654	\$3.61	\$5 139.22	\$5 961.50
Diciembre	1654	\$3.61	\$5 139.22	\$5 961.50
Enero	1589	\$3.51	\$4 812.50	\$5 582.50
Febrero	1589	\$3.51	\$4 812.50	\$5 582.50
Marzo	1212	\$3.42	\$3 567.67	\$4 138.50
Abril	1212	\$3.42	\$3 567.67	\$4 138.50
Mayo	2045	\$3.26	\$5 751.29	\$6 671.50
Junio	2045	\$3.26	\$5 751.29	\$6 671.50
Julio	2346	\$3.21	\$6 492.24	\$7 531.00
Agosto	2345	\$3.21	\$6 492.24	\$7 531.00
Septiembre	2685	\$3.34	\$7 725.43	\$8 961.50
Octubre	2685	\$3.34	\$7 725.43	\$8 961.50
TOTAL	23,062			\$77 693.00

El proyecto

La empresa consultora Grupo Trinova proyectó la instalación de un sistema fotovoltaico de 10 kWp, integrado por 40 módulos policristalinos, con una potencia de 250 Wp, un inversor y una estructura de aluminio para soportar los paneles.

De acuerdo con la capacidad del sistema y la irradiación solar promedio de Chihuahua, se estimó la generación mensual de energía con una eficiencia del 84%. De esta forma, se ha calculado que el sistema genere el 82% de la electricidad que consume la microempresa durante un año, con lo que pagará aproximadamente sólo el 18% de lo que facturaba en promedio antes del proyecto.





GENERACIÓN ESTIMADA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Mes	Irradiación solar promedio diaria	Producción mensual (kWh) del SFV	Ahorro con SFV con IVA
Noviembre	5.86	1,476.7	\$5,375.26
Diciembre	5.36	1,395.7	\$5,080.51
Enero	5.57	1,450.4	\$5,076.50
Febrero	6.32	1,539.6	\$5,388.43
Marzo	7.18	1,869.7	\$6,388.19
Abril	7.07	1,781.6	\$6,039.76
Mayo	6.77	1,762.9	\$5,782.34
Junio	5.95	1,499.4	\$4,918.03
Julio	5.44	1,416.6	\$4,603.87
Agosto	5.49	1,429.6	\$4,646.19
Septiembre	5.78	1,456.6	\$4,937.74
Octubre	6.23	1,622.3	\$5,499.57
TOTAL		18,701.10	\$63,736.39

Ahorros

Al hacer una comparación de la situación original y de la situación propuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

Consumo anterior: 23,057 kwh

Facturación anterior: \$77,693

Generación anual del SFV: 18,701 kwh

Ahorro con SFV: \$63,736

Los ahorros que obtendrá permitirán tener recuperado la inversión en 4.95 años, por lo que durante el resto del periodo de funcionamiento del SFV, que es de aproximadamente 25 años, los beneficios serán totalmente de generación de energía y ahorro económico.

AHORROS ESTIMADOS CON PERIODO DE RECUPERACIÓN

Concepto	Facturación anual	Generación Unitario	Estimada %
Consumo anual (kWh)	23 057	18 701	81.1
Importe anual	\$77 693.00	\$63 736.39	81.97
Inversión de sistema	\$314 522.86		
Periodo simple de recuperación (PSR)	4.94		



Gracias esta apuesta por la energía renovable, el Café Mandala, además de los ahorros considerables que obtendrá, contribuirá a la conservación del medioambiente, ya que con su sistema fotovoltaico de generación de energía evitará la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, que causan el efecto invernadero.

BENEFICIOS ANUALES

Capacidad instalada	10 kWp
Energéticos	18 701 kWh
Económicos	\$63 736.39
Ambientales	8.49 t de CO ₂ e

UN CAFÉ AL ATARDECER

El Café Mandala abrió sus puertas hace 24 años en la cima del Cerro Coronel, al suroeste de la ciudad de Chihuahua. Ubicado a un costado del mirador, sus dos terrazas cuentan con una vista privilegiada de la ciudad y de sus imponentes puestas de sol que, con el paso de los años, se han convertido en la rúbrica del lugar.

Cuando su propietario, Francisco Cereceres, inició su negocio, el café constaba de apenas una pequeña habitación. Su crecimiento ha sido progresivo, ampliándose hasta contar con un salón principal y dos terrazas, una en la azotea del edificio y otra a su costado.

Su capacidad para generar empleos también creció a la par de la infraestructura del negocio. Al inicio, apenas era capaz de mantener dos empleos. Actualmente su plantilla es de 13 personas y se espera que aumente conforme se realicen más reformas al local.

A la par del crecimiento del café también ha aumentado su consumo de energía eléctrica. Con el tiempo el número y tipo de equipamiento ha debido multiplicarse. Además de los congeladores y refrigeradores esenciales para almacenar los insumos, se han integrado dos minisplits y un aire lavado, imprescindibles para otorgar confort térmico en un clima como el de Chihuahua.

Consciente de este gasto, y antes de siquiera planear la instalación del sistema fotovoltaico, Francisco Cereceres implementó medidas de ahorro y eficiencia energética, como cambiar las lámparas tradicionales por focos ahorradores y reemplazar los refrigeradores viejos por equipos más eficientes.

A pesar de que el ahorro económico que generará el proyecto fotovoltaico será significativo, el motivo principal para su instalación fue su preocupación por el cuidado del medio ambiente. La idea de obtener energía a partir del sol tenía tiempo rondando su cabeza, pero debió ser pospuesta en eras de implementar mejoras al café, como la construcción de la segunda terraza.



Gracias al financiamiento que le ofreció el FIDE, el propietario del Café Mandala logró implementar este proyecto que le traerá un ahorro de casi 90% de la energía eléctrica que consume anualmente y que se pagará en 4.9 años, sin tener que invertir más dinero del que pagaba por el servicio eléctrico en los años anteriores, pues su financiamiento se pagará sólo con los ahorros.

Con el dinero que logrará economizar, el café podrá aumentar la terraza así como cambiar la escalera por una rampa, logrando ofrecer empleo a más personas.

Muchos clientes se han percatado de la instalación fotovoltaica y han dudado que sea parte del café. Sin embargo, cuando se enteran, los clientes se sienten más cercanos y afines al lugar, pues además del servicio que disfrutaban, saben que están siendo parte de una empresa responsable con el medio ambiente.

Para Francisco Cereceres, la instalación de este proyecto no es un gasto, sino una inversión y una retribución al medio ambiente que le da las puestas de sol que han hecho famoso a su café.

CONSTRUCTOR ELÉCTRICO

NEGOCIOS Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA

MÁS DE 30 MIL
VISITAS MENSUALES
(Fuente: Google Analytics)

SUSCRÍBETE A NUESTRO
NEWSLETTER Y RECIBE
NOTAS DEL SECTOR

- Perspectivas de la industria
- Eficiencia energética
- Tendencias tecnológicas
- Seguridad eléctrica
- Normatividad

- Sostenibilidad
- Proyección y obra eléctrica
- Opinión de expertos
- Entrevistas a líderes

*El sitio web más completo del
sector eléctrico en México*

www.constructorelectrico.com

 @ConstructorElec

 /Constructor Eléctrico



Consulta planes tarifarios a través del correo
antonio.n@puntualmedia.com



EFICIENCIA ENERGÉTICA

REVISTA DEL FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

COLABORACIONES EN LA REVISTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La revista *Eficiencia Energética* es una publicación trimestral editada por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica con el propósito de difundir la cultura de ahorro y uso eficiente de la energía. Publica información sobre actividades, proyectos, estudios de caso, buenas prácticas, estudios, investigaciones, reflexiones y noticias relevantes en materia de eficiencia energética. Su vocación es principalmente tecnológica y académica en virtud de la información especializada que ofrece.

Asimismo, es el principal vehículo de divulgación del FIDE. Su quehacer está determinado por la responsabilidad y misión que rigen al Fideicomiso y por los preceptos fundamentales de toda ética periodística y editorial. Al ser su misión educativa, no tiene afán de lucro, su objetivo es informar, orientar y capacitar en materia de uso racional de la energía y la eficiencia energética.

Lineamientos

1. ASPECTOS GENERALES

- a. Los trabajos deberán ser artículos de investigación original, estudio de caso, de actualización, de revisión, históricos, reseñas críticas, estudios y reportes de casos, crónicas de eventos, ponencias, infografías o estudios fotográficos, sobre los temas englobados en la eficiencia energética.
- b. Pueden considerarse trabajos no inéditos, en cuyo caso deberá indicarse de forma clara y citar el medio y fecha de publicación, así como contar con la autorización expresa de dicho medio.
- c. Se debe enviar la versión definitiva. Se recomienda corroborar la información básica con la que se elaboró el artículo.
- d. El envío compromete al autor a no someterlo simultáneamente a consideración de otras publicaciones. El artículo no podrá ser evaluado ni difundido en otros medios a partir del momento del envío y hasta que se dé respuesta en sentido afirmativo o negativo.
- e. Los autores se hacen absolutamente responsables del contenido de sus colaboraciones y autorizan a la revista la inclusión de los mismos en su página electrónica de acceso abierto, y en cualquier otro medio que decida para lograr una mayor difusión.
- f. El envío será de manera electrónica a través del correo oficial de la revista: *ree@fide.org.mx*

2. FORMATO

Todos los artículos deberán tener el siguiente formato:

- Enviarse en un archivo de Microsoft Word u otro procesador de textos.
- Contar con la siguiente estructura: Título, autor o autores (nombres y apellidos, grado académico, cargo desempeñado, institución, ciudad, país y correo electrónico), resumen (máximo 500 caracteres con espacios), desarrollo del texto y referencias bibliográficas.
- *Extensión:* variable, según el tipo de artículo.

- *Investigaciones originales*: adelantos de investigación, estudios de caso o reseña crítica. No deberán ser menores a 7 000 caracteres ni mayores a 15 000.
- *Artículos de difusión científica*: en ningún caso será menor a los 3 000 caracteres, incluyendo espacios, ni exceder los 10 000.
- *Artículos para la sección internacional*: la extensión de estos artículos puede variar de entre 3 000 y 9 000 caracteres, incluyendo espacios. Los textos se deberán entregar, preferentemente, en español.
- El estilo del documento será con fuente Arial 12 e interlineado sencillo.
- *Citas, referencias y notas*: indicadas con subíndices, al pie de cada página.
 - *Libro*: Apellido e inicial del nombre de los autores. (Año de publicación). Título del libro (en cursivas), número o tomo del volumen (si hubiera más de uno). Número de la edición (a partir de la segunda): lugar de la edición, editorial, año de publicación y paginación. Ejemplo: Torres E. (2011). *Auditoría ambiental*. Segunda edición, México: McGraw Hill, pp. 45-48.
 - *Artículos de revistas*: Apellido e inicial del nombre de los autores. (Año de publicación). Título del artículo (entrecomillado), nombre de la revista (en cursivas), volumen, número, fecha de publicación y números de páginas. Ejemplo: Monnadieu, M. (2005). "Sistema de competencias sustentables". *Revista Facultad de Ingeniería*. Universidad de Montevideo. Vol. 13. No. 2. Año 2002, pp. 92-96.
 - *Sitios web*: ONU. (2001). Organización de las Naciones Unidas. División de desarrollo sustentable. Theme Indicator Framework. Disponible en: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table4.htm>
- *Tablas, figuras, ilustraciones y gráficas*: incluidas en el texto donde correspondan, numeradas por tipo (Figura 1, Figura 2; Tabla 1, Tabla 2; Gráfica 1, Gráfica 2), con su pie correspondiente y con la fuente indicada.
- *Fotografías*: enviar por separado, en formato JPEG a colores con resolución 300 dpi, con breve descripción a manera de referencia.
- En el caso de las tablas, figuras y gráficas, puede llegar a requerirse que se envíe el archivo original donde se construyeron (hoja de cálculo, diapositivas, etc.).

3. SECCIONES

Las siguientes secciones de la revista se encuentran abiertas para colaboraciones:

- *Investigación*: en este espacio se publican investigaciones originales, adelantos de investigación, estudios de caso y reseñas críticas de investigaciones publicadas. Los textos deberán cumplir con la siguiente estructura:
 - Título
 - Resumen
 - Introducción
 - Resultados
 - Conclusiones
 - Fuentes bibliográficas
- *Difusión*: este apartado está reservado para artículos de difusión científica en materia de eficiencia energética.
- *Internacional*: esta sección publica estudios de caso, reportes de buenas prácticas o informes de programas gubernamentales en materia de eficiencia energética, todos realizados fuera de México (sin importar si los autores son mexicanos o no). Los textos de preferencia deben ser entregados en español.



Revista Eficiencia Energética ISSN 2007-7505
Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
Mariano Escobedo #420, Col. Anzures, C.P. 11590, México, D.F.
Teléfono: (01 55) 1101 0520
www.fide.org.mx

La Revista Eficiencia Energética es una publicación del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica sin fines de lucro

Buscan aprovechar la capacidad geotérmica de los volcanes mexicanos

El ingeniero Manuel Frías Alcaraz lidera un grupo de investigadores que busca aprovechar la actividad de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima para producir energía eléctrica. El equipo pretende aprovechar el calor endógeno proveniente del centro de la Tierra a través de perforar pozos direccionales, similares a los pozos petroleros, dirigidos hacia la caldera chimenea. Asimismo, planea instalar un pozo más estrecho en la parte más cercana a la caldera para incrementar la velocidad del vapor de agua. La cantidad de pozos dependerá de las necesidades de producción energética; no obstante, de manera inicial se contemplan tres campos geotérmicos ubicados en un radio de cuatro kilómetros respecto al cráter. La inversión requerida sería similar a la necesaria para la excavación de pozos petroleros (60 millones de dólares por pozo), sin embargo, el beneficio económico y ambiental sería mucho mayor, lo que dota al proyecto de la viabilidad necesaria.

Fuente: Investigación y Desarrollo



Estaciones de carga eléctrica superan ya a gasolineras en Japón

El país del Sol Naciente está sentando un importante precedente sobre cómo la infraestructura de recarga rápida debe implementarse para aumentar el uso de autos eléctricos entre la población. Gracias a incentivos gubernamentales, a principios de febrero de 2016 existían más de 40 mil estaciones de carga, tanto públicas como privadas (algunas ubicadas en residencias particulares); una cifra que supera las 1532 instaladas en toda Europa o las 854 en Estados Unidos, así como a las 34 mil gasolineras asentadas en su territorio. Sin embargo, a pesar de que ahora las estaciones de recarga representan una abrumadora mayoría, en las calles de Japón los automóviles eléctricos aún son minoría cuando se les compara con el parque de automóviles tradicionales. No obstante, el gobierno nipón continúa invirtiendo en el aumento de esta infraestructura, y trabaja de la mano con empresas para promover el desarrollo de los autos impulsados a partir de celdas de hidrógeno.

Fuente: Transport Evolved

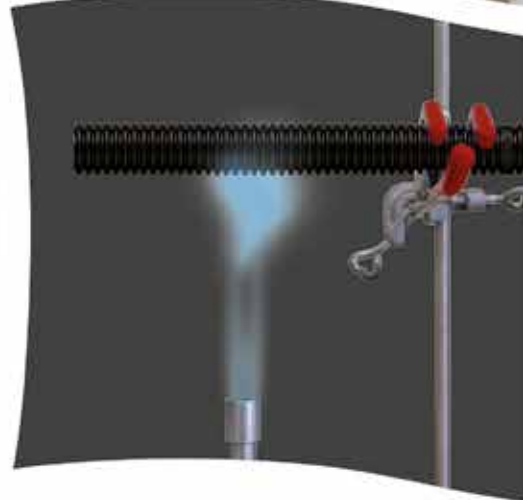


Xi Chen / Columbia University

Producen energía a partir de bacterias

Investigadores de la Universidad de Columbia, Estados Unidos, liderados por el biofísico Ozgur Sahin, construyeron un motor rotativo impulsado por esporas bacterianas. Esta máquina funciona a partir del alargamiento y encogimiento de las esporas, que sucede cuando absorben agua del aire y al evaporarse esta, respectivamente. Para aprovechar la energía que libera este proceso natural, los investigadores fijaron esporas a pequeñas cintas adhesivas; de esta forma, cuando están secas, las esporas producen que la cinta se rice, y cuando están húmedas, la extienden. El equipo colocó cerca de 100 cintas alrededor de los brazos de una rueda, revistiendo la mitad con una cubierta húmeda. Al montarla en un carro del tamaño de una manzana, el aparato lo impulsó aproximadamente 4 pulgadas por minuto. El equipo de Sahin especula que, de continuar la investigación, las posibilidades de su aplicación son infinitas.

Fuente: Discover Magazine



POLIFLEX

01•800•765•4353

WWW.POLIFLEX.MX

asesoria@[POLIFLEX.MX](mailto:asesoria@POLIFLEX.MX)

Durante el tercer trimestre de 2016 se realizarán eventos nacionales e internacionales del sector energético, donde se privilegiarán la promoción del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, el empleo de energías renovables, así como la presentación de nuevos productos, servicios y avances científicos y tecnológicos.

JULIO

IEEE SECCIÓN MÉXICO

El punto de encuentro para conocer los avances en los campos de eléctrica y electrónica a nivel mundial, así como para asistir a foros y exhibiciones de los nuevos productos que ofrece este mercado.

Fecha: 17 al 23 de julio

Lugar: Hotel Mundo Imperial, Acapulco, Guerrero
www.ieee.org.mx

AGOSTO

CONGRESO NACIONAL DE CONSTRUCTORES ELECTROMECAÑICOS (ELECTRIBAJÍO)

Encuentro entre profesionales de la construcción eléctrica y las autoridades en materia de energía (SENER, CFE, etc.), especializado en transmisión y distribución de energía eléctrica aérea y subterránea.

Fecha: 13 y 14 de agosto

Lugar: Salón Casa de Piedra, León, Guanajuato
www.electribajio.com

EXPO ENERGÍA 2016

Punto de reunión para los constructores de obra eléctrica, ingenieros, especialistas y distribuidores, en el que se desarrollan negocios, conferencias, foros y espacios de exhibición.

Fecha: 16 al 18 de agosto

Lugar: Centro de Convenciones, Puebla, Puebla
www.exposolucionesenenergia.com

SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA

Un espacio privilegiado para intercambiar experiencias, acontecimientos y mejores prácticas en el sector energético, impulsando la innovación y la competitividad para el sector industrial.

Fecha: 17 y 18 de agosto

Lugar: Centro Banamex, Ciudad de México
www.caname.org.mx/index.php/servicios/eventos

CONSTRUCTO MÉXICO

Exposición de la industria de la construcción en el noreste de nuestro país, reconocida en toda América Latina y en la que se muestra lo más nuevo en productos, tecnología e innovaciones en el ramo de la construcción.

Fecha: 25 al 27 de agosto

Lugar: Centro Internacional de Negocios Monterrey Cintermex, Monterrey, Nuevo León
www.constructo.com.mx

EXPO EFICIENCIA ENERGÉTICA 2016

Este evento reúne instituciones públicas y privadas, empresas proveedoras y profesionales de los diferentes sectores, para intercambiar experiencias en torno al buen uso de la energía y el desarrollo sustentable en nuestro país.

Fecha: 25 al 27 de agosto

Lugar: Centro Internacional de Negocios Monterrey Cintermex, Monterrey, Nuevo León
www.expoeficienciaenergetica.com

ABASTUR 2016

Es la exposición de la industria de la hospitalidad más importante de Latinoamérica. Cuatro días de encuentros de negocios y nichos de oportunidad para la innovación y eficiencia tecnológica.

Fecha: 30 de agosto al 2 de septiembre

Lugar: Centro Banamex, Ciudad de México
www.abastur.mx

XXXVIII CONVENCION Y EXPO ATAM 2016

La Asociación de Técnicos Azucareros de México organiza esta exposición, que tiene como objetivo la investigación, desarrollo y divulgación de tecnología y administración de la agroindustria azucarera y sus derivados a través de diversas actividades a beneficio del sector.

Fecha: 31 agosto al 2 de septiembre

Lugar: WTC de Boca del Río, Boca del Río, Veracruz
www.atalacmexico2016.mx

SEPTIEMBRE

EXPO CIHAC MÉXICO 2016

Evento significativo en la industria de la construcción de América Latina, con la participación de más de 500 expositores presentando sus mejores productos, tecnologías e innovaciones de la construcción.

Fecha: 11 al 15 de septiembre

Lugar: Centro Banamex, Ciudad de México
www.expocihac.com

AHR EXPO MÉXICO 2016

Evento dedicado a impulsar una mayor eficiencia energética, presentando los productos más ecológicos y las tecnologías sustentables más recientes en el mercado de la refrigeración.

Fecha: 20 al 22 de septiembre

Lugar: Centro Internacional de Negocios Monterrey Cintermex, Monterrey, Nuevo León
www.ahrepomexico.com

OCTUBRE

ELECTRICIÓN 2016

Punto de reunión de los profesionales de la construcción eléctrica y las autoridades facultadas para determinar procedimientos, en el que se intercambia información actualizada para hacer mejores obras, negocios e impulsar el desarrollo del sector en México.

Fecha: 19 al 21 de octubre

Lugar: Expo Guadalajara, Guadalajara, Jalisco
www.electricon.com.mx

THE GREEN EXPO

En este evento se ofrecen diversas soluciones para los diferentes sectores productivos nacionales en materia de cuidado del medioambiente, uso eficiente de energía y agua, así como la proyección y construcción de ciudades sustentables.

Fecha: 26 al 28 de octubre

Lugar: WTC de la Ciudad de México
www.thegreenexpo.com.mx

MATELEC 2016

Considerada como la plataforma de negocios para la industria eléctrica y electrónica más grande del sur de Europa. En la presente edición contará con más de mil firmas expositoras que presentarán las últimas novedades tecnológicas en este rubro.

Fecha: 25 al 28 de octubre

Lugar: IFEMA, Madrid, España
www.thegreenexpo.com.mx

Convocatoria para diseñar un edificio sustentable



¡Participa y gana
la oportunidad de crear el
diseño arquitectónico de un
edificio sustentable
para el Instituto de Investigaciones Eléctricas!

Objetivo

Desarrollar un proyecto arquitectónico que permita al Instituto de Investigaciones Eléctricas construir un edificio sustentable, que esté acorde con su trabajo diario y sea un referente para la comunidad en general.

Participantes

El concurso es de carácter nacional e internacional y está dirigido a toda persona, institución o empresa que cuente con experiencia en el desarrollo de proyectos de edificaciones sustentables.

Beneficios

Diploma y apoyo económico en efectivo por un millón de pesos en moneda nacional. Además, el IIE divulgará y difundirá en diversos foros y a través de distintos medios, los tres mejores proyectos arquitectónicos.

Fechas a considerar



Fecha límite para la recepción de documentos



Publicación del proyecto ganador



Ceremonia de entrega de reconocimientos

Consulta las bases en

www.iie.org.mx/concurso_edificiosustentable/

Contacto

edificiosustentable@iie.org.mx



Instituto de Investigaciones Eléctricas

Reforma 113,
colonia Palmira,
Cuernavaca, Morelos, México
C.P. 62490
Teléfono: +52 (777) 362 3811
iie.org.mx



FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



El uso eficiente de la energía eléctrica es un buen negocio

Brindamos asesoría técnica y financiamiento a micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, así como a comercios y servicios, para la implementación de medidas para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, la modernización de procesos, la generación de energía eléctrica con fuentes renovables y la cogeneración eficiente.

¿Qué financiamos?

• Proyectos de eficiencia energética

Promueven e inducen el uso eficiente de la energía eléctrica mediante el uso de diversas tecnologías, generando ahorros en el consumo que se traducen en beneficios económicos.

Tecnologías participantes: Aislamiento térmico, automatización y monitoreo, bancos de capacitores, bancos de hielo, transformadores eléctricos para cambio de tarifa (incluye obra civil), compresores de aire, control de la demanda, equipos de aire acondicionado, equipos de procesos más eficientes, iluminación de alta eficiencia (fluorescente, HID, LED, o inducción magnética), motobombas, motores eléctricos, sistemas de aire comprimido, refrigeración industrial y comercial, y variadores de velocidad.

• Proyectos de generación distribuida

Consisten en la instalación de sistemas de generación de energía con fuentes renovables y de cogeneración eficiente localizados en el sitio de consumo. Propician beneficios económicos al incrementar la competitividad y contribuyen a la disminución de emisiones contaminantes.

Tecnologías participantes: generación con fuentes renovables (fotovoltaica o eólica) y micro cogeneración eficiente.

Participa cualquier tecnología o sistema que propicie el uso eficiente de la energía y que se pague con su propio ahorro en un lapso no mayor a 4 años

La inversión se paga con los ahorros generados

Atractivas tasas de interés*

Plazo de recuperación del financiamiento máximo de 2 a 5 años**

Contamos con la experiencia de haber avalado y financiado más de **5,700 proyectos**

* La tasa depende del monto financiado

** Según la tecnología

Para más información:

Acércate a la oficina del **Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica** más cercana a tu localidad.
Llama sin costo al **01-800-FIDETEL (343-38-35)** o entra a **www.fide.org.mx**

Síguenos en:  facebook.com/fidemx  @fidemx  youtube.com/fidemx