

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA (CIE)

Dr. Claudio A. Estrada Gasca –Director– diciembre de 2004

Estructura académica	<i>Departamento de Materiales Solares. Coordinaciones de:</i> Recubrimientos Ópticos y Optoelectrónicos (ROO); Solar Hidrógeno-Celdas de Combustible (SHCC) y Superficies, Interfaces y Materiales Compuestos (SIMC) <i>Departamento de Sistemas Energéticos. Coordinaciones de:</i> Concentración Solar (CS); Geoenergía (Geo); Refrigeración y Bombas de Calor (RBC); Planeación Energética (PE) <i>Departamento de Termociencias. Coordinaciones de:</i> Física Teórica (FT); Transferencia de Energía y Masa (TEyM)
Campus	Morelos (Temixco)
Creación/ historia	Laboratorio de Energía Solar, IIM, 1985 Centro de Investigación en Energía, noviembre de 1996
Área	Ciencias Físico-Matemáticas

Introducción

El Centro de Investigación en Energía (CIE), ubicado en la ciudad de Temixco, en el estado de Morelos, es el principal centro de investigación en energías renovables de México. El CIE forma parte del Campus Morelos de la UNAM, junto con los institutos de Biotecnología y de Ciencias Físicas, los centros de Ciencias Genómicas, y Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, y la Unidad Cuernavaca del Instituto de Matemáticas.

Además de las labores de investigación, en el CIE se desarrolla una importante actividad docente en tres diferentes programas de posgrado de la UNAM: Ingeniería (Energía), Ciencias Físicas, y Ciencias e Ingeniería de Materiales. El CIE busca apoyar a la sociedad a través de asesorías, estudios, patentes y desarrollos tecnológicos, en particular en el campo de las fuentes renovables de energía.

Principales avances en el año

Se continuaron los trabajos de la comisión del proyecto de la licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables; se elaboró el Plan de Desarrollo Institucional del CIE a mediano y largo plazo; se diseñó y construyó el banco de pruebas para el Dictamen de Idoneidad Técnica para calentadores solares de agua de uso doméstico; en el proyecto del Laboratorio Nacional, se diseñó, y está en fase de construcción, la óptica de espejos del concentrador y del helióstato para el horno solar de alto flujo radiativo; se desarrollaron los primeros prototipos del tipo CPC para la degradación de contaminantes a través de la técnica de fotocatalisis a base de dióxido de titanio y luz solar.

Personal académico

En 2008, a través del Programa de Fortalecimiento Académico para las Mujeres Universitarias (PFAMU) se contó con una nueva investigadora asociada C; tres investigadores se promovieron a investigadores titulares C, uno a titular B y otro más a titular A. Se obtuvieron dos becarios posdoctorales de la UNAM, con nivel equivalente a investigador asociado C, y dos más a través de los programas del posgrado. Cuatro investigadores visitantes realizan estancias sabáticas en el CIE; dos con el apoyo del Programa de Intercambio Académico de la UNAM y dos con apoyo del posgrado.

Investigación y sus productos

Se enuncian los principales avances del año, por coordinaciones:

- *Recubrimientos Ópticos y Optoelectrónicos (ROO)*. Se logró el licenciamiento del secreto industrial para la tecnología del recubrimiento y la elaboración de películas delgadas semiconductoras; se desarrollaron celdas solares de calcogenuros de estaño y antimonio por depósito químico; se logró el impurificamiento de películas delgadas de SnS con plata mediante el proceso de rocío pirolítico.
- *Solar Hidrógeno-Celdas de Combustible (SHCC)*. Se desarrolló un sistema híbrido sustentable fotovoltaico-hidrógeno-celda de combustible de 1 kW de potencia; se desarrollaron dispositivos fotovoltaicos de CdS/CdTe con eficiencias superiores al diez por ciento y de CdS/CdMgTe con una eficiencia del cuatro por ciento.
- *Superficies, Interfaces y Materiales Compuestos (SIMC)*. Se aplicaron nanomateriales de óxido de titanio y carbono en el sensado de amoníaco, desalación capacitiva y degradación de colorantes recalci-trantes; se trabajó con la inmovilización de fotocatalizadores en sistemas mesoporosos, así como con el estudio de la degradación de colorantes de uso textil para recuperación de nanopartículas de óxidos de metal; se realizó el depósito químico y electroquímico de nanopartículas de Pd y Ru en nanocarbono para el almacenamiento electroquímico de hidrógeno y acumulación de carga.
- *Concentración Solar (CS)*. Se modeló la transferencia de calor por radiación en un reactor solar para la reducción térmica de óxido de cerio usando el método de Monte Carlo para simular la incidencia de radiación concentrada sobre una cavidad; se perfeccionaron métodos para medir flujos radiativos altamente concentrados mediante técnicas calorimétricas de cavidad y de placa plana.
- *Geoenergía (Geo)*. Se desarrollaron nuevos geotermómetros de Na/K usando técnicas estadísticas y redes neuronales artificiales para su aplicación en la predicción de temperaturas de fondo de sistemas geotérmicos; se desarrolló un programa de cómputo para el cálculo de temperaturas de fondo usando 33 ecuaciones geotermométricas; se determinaron nuevos valores críticos para pruebas de datos discordantes en muestras con distribuciones normales de hasta 1,000 datos univariados y muestras de mayor tamaño con datos univariados entre 1,000 y 30,000.
- *Planeación Energética (PE)*. Se coordinó e integró el proyecto “México: Estudio para la disminución de emisiones de carbono”, financiado por el Banco Mundial; se realizó el estudio de eficiencia energética del mismo proyecto; se instaló y estableció una plantación energética experimental de *Jatropha* para producción de biodiesel.
- *Refrigeración y Bombas de Calor (RBC)*. Se diseñó y construyó el banco de pruebas para el Dictamen de Idoneidad Técnica de sistemas solares para calentamiento de agua de uso doméstico; se evaluó experimentalmente un secador solar híbrido (térmico-fotovoltaico) para la deshidratación de arroz paddy.

- *Física Teórica (FT)*. Se logró la predicción teórica y confirmación experimental de estados transparentes en estructuras cuasiperiódicas sin simetría explícita; se analizó una nueva representación para el índice de refracción complejo del silicio poroso y, mediante la modificación de parámetros electroquímicos, se incrementó el contraste de índices de refracción en una multicapa; se logró dar una descripción correcta del diagrama de fases del agua que permitió usar resultados del fluido de Yukawa de coraza dura atractiva.
- *Transferencia de Energía y Masa (TEyM)*. Se estudió la ventilación y la transferencia de calor en edificios a través de proyectos de ingresos extraordinarios; se desarrolló un proyecto relacionado con la transferencia de calor a través del sello magnético de refrigeradores domésticos (patrocinado por Mabe) y otro sobre la transferencia de calor en la palma de la mano (patrocinado por INTEL).
- *Proyectos de investigación*. En 2008 se tuvieron 35 proyectos financiados, de los cuales el 46 por ciento fueron de DGAPA, el 43 por ciento de CONACyT, el ocho por ciento es de FOMIX y el tres por ciento de CONACyT/SEMARNAT. De estos, el 17.1 por ciento fueron nuevos, el 48.6 por ciento fueron concluidos y el 34.3 por ciento continuaron. Desde 1997, la producción anual promedio del CIE en artículos por investigador es de 1.47. El número de artículos indizados producidos en 2008 fue de 41.
- *Patentes en trámite*: el Calorímetro de placa plana para la medición de energía radiativa concentrada; y el Horno Solar tipo caja optimizado, y se hizo el registro de la marca del CIE. Se iniciaron los trámites para el registro de las obras artísticas del CIE.
- *Citas*. El SCI de ISI-Thomson muestra que los 708 artículos publicados en los periodos 1997-2007 y 1997-2008 recibieron en los años 2007 y 2008, respectivamente, 800 y 1044 citas. (www.cie.unam.mx/Reportes/citas.html).

Vinculación con la sociedad, cooperación, colaboración y servicios

El CIE tiene los siguientes convenios de colaboración académica:

- *Con instituciones académicas*: Universidad de Sonora; Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica; Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico; Universidad Politécnica de Chiapas, y Universidad Popular Chontalpa.
- *Con industrias*: Innovative Solutions, licenciamiento firmado para el proceso de elaboración de películas delgadas semiconductoras para control de la radiación solar y filtros solares; MABE, con el proyecto de investigación “Estudio de transferencia de calor a través del sello magnético de refrigeradores magnéticos”, así como asesoría para el cálculo de coeficientes convectivos de transferencia de calor en los alrededores del sello y conductividad de materiales; Organismo Nacional de la Certificación de la Construcción y Edificación, para desarrollar procedimientos y criterios de evaluación técnica para sistemas térmicos solares de calentamiento de agua; INTEL, proyecto de investigación, y MECCANO, para realizar estudios energéticos en edificaciones.
- *Gubernamentales*: Municipio de Temixco, construcción de un reloj solar en el ayuntamiento; Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica, asesoría para la incubación de la empresa Dispositivos Optoelectrónicos de Morelos; Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Morelos, establecimiento de una parcela y su uso en el cultivo experimental de especies con potencial para la generación de energía renovable (biodiesel, etanol, biogás, etc.).

- *No gubernamentales:* TxTec, contrato firmado para el desarrollo de heliostatos; Banco Mundial, estudio sobre la reducción de las emisiones de carbono; Museo Interactivo Infantil, desarrollo del guión museográfico “Museo de la energía”; LAPTINET, establecimiento de las normas que regirán la asesoría del proceso de licenciamiento de desarrollos básicos o tecnológicos, resultados de la investigación en las siguientes entidades de la UNAM: institutos de Biotecnología y Ciencias Físicas y el CIE.
- *Prestación de servicios:* Instituto Nacional de Astronomía, Óptica y Electrónica, para la elaboración de los espejos de heliostatos.

Organización y participación en eventos académicos (dirigidos a pares)

El personal académico participó en la organización de los siguientes eventos: XIII Congreso de la División de Fluidos y Plasmas de la Sociedad Mexicana de Física (DFP-SMF); XIV Seminario Enzo Levi de la DFP-SMF; International Symposium on Solar-Hydrogen-Fuel Cells 2008; International Materials Research Congress 2008; Cuarto Curso Taller de Tecnologías Solares; Curso de Estadística Básica; Congreso de Estudiantes; Taller de Energías Alternas (organizado por la Academia Mexicana de Ciencias y el CIE).

Premios y distinciones

El CIE recibió el Premio Estatal de Ahorro de Energía Eléctrica, otorgado por la Comisión Federal de Electricidad, Luz y Fuerza del Centro y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, Gobierno del Estado de Morelos; el Dr. Sebastian Pathiyamattom, recibió el Premio Estatal de Investigación 2008, que otorga el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Estado de Chiapas; la Mtra. Mirna Guevara García se hizo acreedora al reconocimiento “Sor Juana Inés de la Cruz”, concedido por la UNAM.

Intercambio académico

Las principales instituciones en donde se realizaron estancias de investigación fueron: las universidades Complutense de Madrid, España; de Extremadura en Badajoz, España; de Florencia, Italia (Departamento de Energética); *Técnica de Dinamarca*; y *el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*.

Por su parte, las principales instituciones de origen de los científicos visitantes fueron: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España; las universidades de la Habana, Cuba; de Sonora; de Querétaro; Politécnica de Chiapas; y el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Las estancias sabáticas se realizaron en: la Universidad Politécnica de Chiapas; la Universidad de Wisconsin-Madison, EUA; National Renewable Energy Laboratory/DOE, USA; Laboratoire d'étude des phénomènes de transfert et d'instantanéité: Agro-Industrie et Bâtiment; School of Physics and Astronomy, y la Universidad de Southampton, Reino Unido.

Docencia

En el 2008 hubo 222 estudiantes registrados (82 inscritos en programas de doctorado, 78 en programas de maestría y 62 en licenciatura y bachillerato, de los cuales se titularon seis de doctorado, 22 de maestría y 15 de licenciatura.

Se elaboraron cinco notas para los cursos de la Maestría a distancia, así como las notas para el curso de Dinámica de Fluidos del Posgrado en Ciencias Físicas, UNAM; también se actualizaron diez presentaciones en Power Point para el curso de Tecnologías Solares: Tecnologías Fotovoltaicas y sus Aplicaciones.

Divulgación científica

- Se realizaron los siguientes eventos: conferencias de la Dirección; seminarios del Departamento de Termociencias; seminarios del Departamento de Sistemas Energéticos; seminarios del Departamento de Materiales Solares; seminarios del Posgrado; Seminario de Alto/Ultra Vacío impartido por Varian México Vaccum Technologies.
- El personal académico participó, asimismo, en la organización de la Escuela de Investigación en Energía y del Foro “Reforma energética gubernamental. Sus límites”.
- *Visitas guiadas.* Este año se efectuaron 25 vistas guiadas al CIE, dando atención a más de 432 personas.
- *Videoconferencias.* La sala de videoconferencias del Centro está registrada en el sistema de videoconferencias de la DGSCA. En el periodo se coordinaron en ella 28 videoconferencias.

Descentralización institucional

El CIE firmó un convenio de colaboración con el municipio de Temixco para la construcción de un reloj solar, y se acordó con las autoridades municipales realizar propuestas sobre proyectos de eficiencia energética en el sistema de agua potable así como colaborar en el desarrollo del Reglamento de Construcción del Municipio. El CIE también estableció un convenio con el Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica a fin de brindar asesoría para la incubación de la empresa Dispositivos Optoelectrónicos de Morelos. Además, se firmó un convenio con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Morelos con miras a establecer una parcela para el cultivo experimental de diferentes especies con potencial para la generación de energía renovable alternativa (biodiesel, etanol, biogás, etc.) en el campo denominado El Llano.

Infraestructura

Más allá de los avances y desarrollos mencionados en el proyecto del Laboratorio Nacional, y relativos al secador solar combinado, cabe destacar que se adquirió un microscopio de barrido electrónico; se desarrollaron el sistema de refrigeración por absorción utilizando la solución amoníaco-nitrato de litio y el Sistema Solar de Cambio de Fase. Por otra parte, se asignaron los nombres oficiales a tres espacios emblemáticos del CIE: Plaza Quetzalcóatl, Sala de Video Conferencia Xochicalco y Auditorio Tonatiuh.

