



## V. VINCULOS DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION INTERINSTITUCIONAL Y EL PLAN DE ESTUDIOS

### LÍNEAS DE INVESTIGACION:

Se presentan 8 líneas estratégicas de carácter institucional, y 2 más que han sido incorporadas en 2005, que no obstante la diversidad de sus temáticas tienen como eje central el avance de la Ciencia de los Materiales a nivel de frontera del conocimiento, y su aplicación para resolver problemáticas concretas o atacar situaciones específicas de carácter regional o nacional, en los ámbitos de los sectores productivo y social.

Se caracterizan a su vez por su multidisciplinariedad, alcance y temporalidad transanual, involucrando en ellos a la gran mayoría del personal académico del Centro, así como a su infraestructura y equipamiento científico-tecnológico, mediante una integración horizontal derivada de su planteamiento.

### LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN SON:

- ✓ **MATERIALES FUNCIONALES.**
- ✓ **DETERIORO DE MATERIALES**
- ✓ **INTEGRIDAD MECÁNICA Y ANÁLISIS DE RIESGO.**
- ✓ **RECUBRIMIENTOS**
- ✓ **BENEFICIO DE MINERALES**
- ✓ **MATERIALES CATALÍTICOS NANOESTRUCTURADOS**
- ✓ **MATERIALES COMPUESTOS BASE POLIMÉRICA.**
- ✓ **SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE MATERIALES Y PROCESOS.**
- ✓ **SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE MATERIALES NANOESTRUCTURADOS Y BIONANOESTRUCTURADOS.**
- ✓ **PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO Y CELDAS DE COMBUSTIBLE.**



## MATERIALES FUNCIONALES

### 1. OBJETIVO:

Investigación y desarrollo de materiales multifuncionales, orientados a sistemas electromecánicos, sensores y actuadores a escalas macro-, micro- y nanométrica.

### 2. PROBLEMATICA A RESOLVER:

Obtención, caracterización estructura-propiedades, modelación-simulación y aplicaciones de materiales ferromagnéticos, ferroeléctricos, ferroelásticos y sus combinaciones multifuncionales.

### 3. TENDENCIAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS MUNDIALES:

Las materiales electro-magneto-elásticos y los nanomateriales constituyen dos áreas avanzadas de investigación con aplicaciones potenciales en sistemas micro- y nano-electromecánicos (MEMS y NEMS), espintrónica, telecomunicaciones e informática. Esta línea es un área focalización de la ciencia actual.

### 4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL:

Oferta	Demanda
La oferta nacional de sensores, actuadores y sistemas magnetolectromecánicos es limitada	Existe una variada demanda en diferentes tipos de sensores, actuadores y sistemas magnetolectromecánicos industriales

### 5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL:

Oferta	Demanda
La oferta de sensores, actuadores y sistemas magnetolectromecánicos usando materiales y principios nuevos es un área en constante desarrollo	Se requieren materiales nuevos para sensores, actuadores y sistemas magnetolectromecánicos con aplicaciones en sistemas microelectromecánicos (MEMS, NEMS, MAGMAS) y para otras aplicaciones electrónica

### 6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA:

El desarrollo de nuevos materiales ferro -magnéticos, -eléctricos y -elásticos y sus combinaciones permitirá implementar sensores, actuadores y sistemas magnetolectromecánicos para segmentos específicos de la industria susceptible de ser comercializados

*a) Productos y servicios a proporcionar.*



Nuevos materiales con propiedades multifuncionales para sensores, actuadores y sistemas magnetoelectromecánicos.

**b) Clientes potenciales.**

La industria automotriz, de telecomunicaciones e informática y otras que utilizan o utilizarán sistemas micro – y nano-electromecánicos (MEMS, NEMS y MAGMAS).

**c) competidores potenciales nacionales.**

NO hay

**d) competidores potenciales internacionales.**

Estados Unidos de América, Europa, Japón y otros países de tecnología avanzada en Asia.

**e) estrategia general de comercialización y transferencia de tecnología.**

Investigaciones de Mercado, producciones a escala planta piloto, asesoría e para implementar nuevas tecnologías.

7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA :

Proyecto CONACYT, Red Alfa HIFELD de la Unión Europea, Proyecto CIAM CIMAV-UCLA

8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LINEA:

**Metas a Corto Plazo (2005) :**

- Desarrollo de materiales con propiedades funcionales y multifuncionales novedosas a escalas nano, micro y macro.
- Evaluación de los materiales desarrollados en aplicaciones como sensores, actuadores y sistemas magnetoelectromecánicos.
- Realizar desarrollos tecnológicos y proyectos con la industria.
- Consolidación del laboratorio de aleado mecánico.
- Consolidación del laboratorio de atomizado
- Formación de Maestros y Doctores en Ciencia de Materiales.
- Publicación de resultados en revistas de reconocimiento internacional.
- Colaboración nacional e internacional en redes de investigación.

**Metas a Mediano Plazo (año 2007):**

- Desarrollo de materiales con propiedades funcionales y multifuncionales novedosas a escalas nano, micro y macro.
- Evaluación de los materiales desarrollados en aplicaciones como sensores, actuadores y sistemas magnetoelectromecánicos.
- Nuevos materiales desarrollados por aleado mecánico y atomización de polvos.
- Desarrollo de soldaduras libres de plomo
- Realizar desarrollos tecnológicos y proyectos con la industria.
- Formación de Maestros y Doctores en Ciencia de Materiales.
- Colaboración nacional e internacional en redes de investigación.



**Metas a Largo Plazo (año 2009) :**

- Desarrollo de materiales con propiedades funcionales y multifuncionales novedosas a escalas nano, micro y macro.
- Evaluación de los materiales desarrollados en aplicaciones como sensores, actuadores y sistemas magnetoelectromecánicos.
- Realizar desarrollos tecnológicos y proyectos con la industria.
- Formación de Maestros y Doctores en Ciencia de Materiales.
- Colaboración nacional e internacional en redes de investigación.

**9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.**

Equipo Disponible Ver listado de equipos disponibles en página web de CIMAV	Equipo Requerido Equipos para la medición de propiedades físicas en capas ferromagnéticas y ferroeléctricas. Equipos complementarios de síntesis de materiales
Personal Contratado Dr. José Andrés Matutes Dr. Luís Fuentes Cobas Dr. David Ríos Jara Dr. Alberto Duarte Mollier Dr. Roberto Martínez Sánchez Dr. Miguel A. Neri Flores Dr. José Guadalupe Murillo Dr. Horacio Flores Zuñiga Dr. Carlos Domínguez Ríos Dr. Ezequiel Cruz Sánchez Dra. Martha Teresita Ochoa Dr. Rurik Farias M.C. Miguel Bocanegra M.C. Oscar Ayala Valenzuela M.C. Verónica Corral Flores M.C. Darío Bueno Baqués M.C. Armando Reyes García M.C. Raúl Ochoa M.C. Ivanovich Estrada Guel	Apoyo requerido 2 investigadores 1 Técnico académico

Así mismo, se dará énfasis a la formación de recursos humanos (licenciatura, maestría y doctorado) de alto nivel en Ciencia de Materiales, Ciencia y Tecnología Ambiental.



## DETERIORO DE MATERIALES

### 1. OBJETIVO:

Ofrecer proyectos de investigación básica, de desarrollo y aplicación de resultados en las áreas de comportamiento de materiales sometidos a procesos de corrosión por gases y sales fundidas en alta temperatura y corrosión electroquímica en medios acuosos en baja temperatura, así como el desarrollo de equipos y servicios de monitoreo e inspección en línea que garanticen y optimicen un aumento en la disponibilidad de los equipos industriales y una mejora en las metodologías aplicables de acuerdo con el análisis de la normatividad nacional e internacional.

### 2. PROBLEMATICA A RESOLVER:

Las decisiones de operación y mantenimiento en la planta industrial del sector energético u otras empresas de producción, se realizan frecuentemente en base a la experiencia y/o de manera empírica, así como en base a datos obtenidos de forma no continua. En la actualidad existe una gran variedad de situaciones donde las herramientas tecnológicas disponibles no permiten medir, calcular o monitorear el total de las variables críticas que tienen una influencia directa en los procesos operativos. El conocimiento del comportamiento de materiales frente a corrosión en un medio dado, la disponibilidad, extensión de vida útil, eficiencia y calidad de los procesos, son considerados hoy en día como problemas fundamentales que deben ser resueltos en industrias del sector energético, de igual forma que en otras industrias de bienes de capital. Las herramientas tecnológicas que se desarrollan tienen que cumplir con una serie de requisitos impuestos por las características específicas de las instalaciones mexicanas, tomando en cuenta el diseño, la calidad de la materia prima y la operación, así como las prácticas de mantenimiento.

### 3. TENDENCIAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS MUNDIALES:

Se percibe en el mundo tecnológico un interés muy elevado en obtener información de las variables esenciales y críticas de los procesos operativos. Es evidente que el conocimiento del comportamiento de materiales en ambientes agresivos utilizando nuevos métodos y equipos de análisis, el desarrollo nuevos materiales así como de sensores y sistemas de monitoreo e inspección en línea va acompañado de un empuje importante dado por el acelerado crecimiento de los recursos de computo e instrumentación industrial. Conforme los procesos industriales son más sofisticados con miras a mejorar la operación y productividad, se hace cada vez más importante y necesario conocer con mayor frecuencia las condiciones reales en las cuales esta operando un determinado equipo o sistema. Así, en la actualidad el desarrollo de nuevos y mejores materiales que resistan condiciones de operación mas demandantes, y los sistemas de monitoreo de corrosión e inspección "en línea" son actualmente la punta del desarrollo tecnológico.

### 4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL:

Oferta	Demanda
La oferta de herramientas tecnológicas se limita a variables convencionales dentro de	Es evidente que las plantas industriales están siendo obligadas a tener un mejor control de



<p>límites normales de operación. Debido a los requerimientos específicos del sector energético e industrial de producción, muchos de estos equipos no son capaces de satisfacer la necesidad del cliente, y por otro lado debido a las prácticas "convencionales" de operación el cliente no ha generado en forma abierta estas necesidades.</p>	<p>sus procesos, ya sea para aumentar la disponibilidad, eficiencia, vida útil o para reducir su impacto ambiental. La demanda esta orientada a productos y materiales que satisfagan las condiciones reales de operación, las cuales normalmente están muy alejadas de las especificadas por el fabricante. También las plantas industriales paulatinamente están siendo obligadas a cumplir requisitos cada vez mas fuertes de normatividad en sus procesos de operación y producción, lo que necesariamente implica la necesidad de contar con sistemas de monitoreo e inspección que permitan conocer el comportamiento de sus variables mas importantes, y estar en condiciones de predecir la ocurrencia de problemas de deterioro por corrosión.</p>
---	---

5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL:

Oferta	Demanda
<p>Existen laboratorios especializados que ofrecen algunas de las herramientas arriba mencionadas. Algunos institutos del extranjero ofrecen el desarrollo de sistemas de medición y monitoreo. Así mismo, algunas casas comerciales importantes ofrecen su desarrollo y adaptación. Un factor limitante en muchas ocasiones son los altos costos encontrados.</p>	<p>Debido a presiones para el aumento de la disponibilidad y eficiencia de las centrales eléctricas y otras del sector energético a nivel latinoamericano y mundial, el desarrollo de nuevos materiales y el uso de herramientas para el monitoreo de variables criticas se ve como un mercado de alta demanda en el futuro cercano. Se presentan oportunidades en empresas del sector energético que utilizan combustibles iguales o similares al nuestro, Muchos tipos de industrias tales como la de procesos químicos, petrolera, metalúrgica, alimentos, cementos, nuclear, etc.. están en creciente demanda de nuevos materiales y las herramientas de monitoreo e inspección mencionadas.</p>

6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA:

**a) Productos y servicios a proporcionar.**

- Evaluación del comportamiento de materiales y recubrimientos avanzados en condiciones de deterioro en alta y baja temperatura.
- Sistemas de medición e inspección no destructiva.
- Medición de flujos de calor y temperaturas de metal y gases corrosivos en hornos y calderas.



- Sistemas de monitoreo electroquímico de corrosión en línea.
- Diseño de sistemas de protección catódica y monitoreo
- Evaluación de propiedades de superficie y térmicas de materiales.
- Análisis y evaluación del efecto de procesos químicos industriales en el deterioro de sus equipos.
- Determinación de vida útil de materiales.
- Estudios de Corrosión Asistida por Esfuerzo en diversas Aleaciones
- Caracterización electroquímica de sistemas acuosos
- Diseño e inspección en sistemas de protección catódica
- Evaluación de sistemas de protección catódica por la técnica DCVG
- Estudios de corrosión electroquímica en el sistema Acero-Concreto

**b) Clientes Potenciales.**

- Empresas del Sector Energético (CFE y PEMEX).
- Empresas industriales que usen hornos y calderas grandes.
- Industria de proceso en general.
- Industrias de la Construcción
- Industria Cementera (Apasco y CEMEX)
- Industria Maquiladora
- Empresas eléctricas extranjeras.
- Empresas petroquímicas extranjeras.
- Diseñadores y fabricantes de equipo industrial de proceso.
- Empresas dedicadas al mantenimiento y rehabilitación de equipos.

**c) Competidores Potenciales Nacionales.**

Laboratorios, Universidades, institutos y empresas nacionales (Compañía Mexicana de Investigación en Materiales, Instituto Mexicano del Petróleo, Universidad Nacional Autónoma de México, Empresas de Inspección Mexicanas, Lapem, IIE., Universidad Autónoma de Campeche, Cinvestav Unidad Mérida, CIDETEQ, Universidad Autónoma Metropolitana )

**d) Competidores Potenciales Internacionales**

Laboratorios y empresas extranjeras (Mitsubishi, EPRI, SRI, Siemens, G.E., Failure Analysis, Hartford, M.R.I.,...)

**e) Estrategia General de Comercialización y Transferencia Tecnológica**

La estrategia básica esta relacionada con nuestra habilidad para resolver problemas, de forma tal que los resultados de desarrollos y proyectos planteados tengan una aplicación formal. Para lograr lo anterior debemos continuar trabajando en equipo, la especialización y actualización de los investigadores.

- Se promoverá hacia el sector industrial un esquema dinámico de difusión mediante un folleto electrónico en Internet e impreso, explicando en detalle las capacidades de la línea.



- Se incrementará la interacción con algunos clientes esporádicos y se reafirmará la comunicación con clientes más habituales.
- Se incrementará la comunicación con la C.F.E. y en general con el sector industrial.
- Se continuará con cursos teórico-prácticos para especialistas de la C.F.E. y de otras industrias.
- La participación del Departamento de Vinculación del Cimav será muy relevante para concretar los puntos anteriores.

#### 7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA :

CONACyT, Gobierno Estatal, Agencias del Extranjero (N.S.F.)

#### 8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LINEA:

##### **Metas a Corto Plazo (2005) :**

- Desarrollo de una herramienta electroquímica para monitoreo de corrosión en línea en alta y baja temperatura.
- Desarrollo de una herramienta de inspección no destructiva in situ para monitoreo de corrosión y desgaste de materiales en calderas, tanques y ductos.
- Determinación de la incertidumbre de medición de temperaturas con termopares recubiertos.
- Desarrollo de un laboratorio de desgaste de materiales.
- Desarrollo de herramientas avanzadas de software para el cálculo de vida útil de materiales sometidos a presión y temperaturas elevadas, manejo de bancos de datos y fallas por computadora.
- Implementación de técnicas para monitoreo de sistemas de protección catódica.
- Estudio de la problemática de corrosión asistida por esfuerzo.
- Estudios de Corrosión Asistida por Esfuerzo de tuberías que transportan hidrocarburos
- Caracterización electroquímica de sistemas acuosos en la industria de procesos
- Diseño e inspección en sistemas de protección catódica en tuberías
- Puesta a punto de la técnica DCVG para sistemas de protección catódica
- Desarrollo de Estudios de corrosión electroquímica en el sistema Acero-concreto aplicado a puentes
- Formación de Recursos Humanos.

##### **Metas a Mediano Plazo (año 2007)**

- Desarrollo de instrumentos para medición de características térmicas integración de monitoreo térmico con modelado de calderas.
- Sistema integrado para la inspección automatizada de materiales.
- Inicio del monitoreo de corrosión por métodos electroquímicos y medición de temperaturas de metal en un sistema integrado.
- Consolidación del laboratorio de desgaste de materiales.
- Sistema estandarizado para la determinación de vida residual de tubería de calderas.
- Aplicación de técnicas para monitoreo de sistemas de protección catódica.
- Caracterización electroquímica de sistemas acuosos en la industria de procesos mediante sensores de corrosión

- Diseño e inspección en sistemas de protección catódica en tuberías
- Diagnostico y evaluación de sistemas de protección catódica en tuberías por la técnica DCVG
- Monitoreo de corrosión a distancia en puentes de concreto reforzado
- Formación de Recursos Humanos.

**Metas a Largo Plazo (año 2009)**

- Sistema para el monitoreo de variables térmicas y de corrosión.
- Sistema integrado de monitoreo térmico, modelado, inspección no destructiva y estimación de vida residual de calderas.
- Sistemas flexibles de inspección empleando tecnología GSM.
- Aplicación industrial de sistemas.
- Sistema integral para el monitoreo de corrosión por diversas técnicas electroquímicas
- Inspección automatizada en sistemas de protección catódica en tuberías empleando la técnica DCVG
- Monitoreo de corrosión a distancia en puentes de concreto reforzado
- Formación de Recursos Humanos.

9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.

Equipo Disponible	Equipo Requerido
Laboratorio de Corrosión Asistida por Esfuerzo	Medidores de flujo de aire y gases. Compresores de aire de alta capacidad.
Laboratorio de Deterioro de Materiales en Alta Temperatura	Equipo de computo Horno con calentamiento eléctrico
Laboratorio de Corrosión Electroquímica	Equipo de Abrasión
Laboratorio de Ensayos No Destructivos	Tacómetro digital
Laboratorio de Aleado Mecánico	Motores de velocidad variable
Laboratorio de Atomización de Metales	
Laboratorio de Recubrimientos	

Personal Contratado	Apoyo requerido
Dr. Alberto Martínez Villafañe	1 Técnico Académico con especialidad en
Dra. Citlalli Gaona Tiburcio	protección catódica
Dr. Facundo Almeraya Calderón	(a corto plazo)
Dr. Miguel Angel Neri Flores	



Dr. Alberto Díaz Díaz	1 Doctor en Ciencia de Materiales
Dr. José G. Chacón Nava	(Especialidad en Corrosión)
M.C. Víctor Orozco García	1 Técnico Académico
M.C. Adán Borunda Terrazas	(a mediano plazo)
M.C. Caleb Carreño G.	
Lic. Jair Lugo Cuevas	2 Doctores en Ciencia de Materiales
Ing. Gregorio Vázquez Olvera	(Especialidad en Corrosión)
	2 Técnicos Académicos
	(a largo plazo)

## INTEGRIDAD MECÁNICA Y ANALISIS DE RIESGO

### 1. OBJETIVO

El propósito de esta línea de investigación es el desarrollo de un plan para evaluar y controlar la integridad mecánica mediante criterios de confiabilidad y de análisis de riesgo. La integridad mecánica es la condición que guarda una estructura o componente de un equipo de proceso en relación a su capacidad de desempeñar la función para la que fue diseñado y cumplir con su tiempo esperado de vida.

### 2. PROBLEMÁTICA A RESOLVER

La falla de componentes de un equipo o planta industrial puede representar un peligro para la comunidad aledaña y para el medio ambiente. Por lo tanto, es necesario monitorear e inspeccionar regularmente la estructura para evitar cualquier falla. La inspección, el monitoreo y el mantenimiento son costosos y se deben planear pertinentemente. Este planeamiento requiere de la determinación de la causa de falla más probable, del componente (los componentes) del sistema que representa (n) mayor riesgo, del tamaño de defecto máximo permisible, de la resistencia residual del sistema estructural y de su esperanza de vida.

### 3. TENDENCIAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS MUNDIALES

El análisis de riesgo es una disciplina relativamente reciente que se está desarrollando y aplicando cada vez más en muchos campos. Para el control de integridad estructural, el análisis de riesgo representa hoy una herramienta muy útil para planear correctamente el mantenimiento, y la inspección de equipos y estructuras. El análisis de riesgo conjugado con un análisis de integridad identifica las causas de falla más probables y los componentes de mayor riesgo y permite así concentrar los esfuerzos de inspección, monitoreo y



mantenimiento en zonas y en momentos estratégicos. Un ejemplo de lo anteriormente dicho es la planeación del control de integridad de ductos para el transporte de hidrocarburos.

Una vez que se realiza una inspección es necesario tratar los datos y llevar a cabo cálculos mecánicos (mecánica de fractura) que permitan estimar una nueva resistencia residual, un nuevo tamaño de defecto admisible y una esperanza de vida. Estos cálculos suelen integrar factores de incertidumbre pues las propiedades mecánicas del material evolucionan heterogéneamente a través del tiempo de uso. Con los cálculos se puede reprogramar una nueva inspección, un nuevo mantenimiento o bien se puede determinar si es necesario reemplazar o reparar un componente.

La mecánica de fractura es entonces una herramienta indispensable para el análisis de integridad estructural. En nuestras investigaciones existe un particular interés en modelar los mecanismos de fractura y simular la aparición y el crecimiento de grietas en estructuras hechas principalmente de materiales metálicos o compuestos, y esto tomando en cuenta los diferentes tipos de comportamiento que pueden presentar los materiales.

#### 4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL:

Oferta	Demanda
En México son pocos los centros que pueden realizar análisis de integridad estructural, análisis de riesgo y cálculos de mecánica de fractura. Entre éstos se encuentra el ESIQIE-IPN (enfocado a la industria), COMIMSA y la UNAM.	Empresas como PEMEX son las más habitadas a realizar análisis de integridad mecánica, la ESIQIE-IPN y COMIMSA les brindan este servicio. En la mayoría de las empresas hay máquinas y equipos muy costosos que están prácticamente al final de su tiempo de vida. Estas empresas se ven entonces en la necesidad de integrar el análisis de riesgo y planes de integridad mecánica estructural en su funcionamiento para evitar paros forzados y fuertes pérdidas económicas.

#### 5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL :

Oferta	Demanda
En los países desarrollados, son varios los centros de investigación y de consultoría que ofrecen sus servicios para asegurar la integridad estructural en las industrias.	En los países desarrollados la planeación de la integridad estructural es común en las industrias. Las empresas solicitan a centros de investigación y de consultoría que planeen las acciones necesarias para asegurar la integridad estructural. En los países en vías de desarrollo ocurre lo mismo que en México.



## 6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA:

### **a) Productos y servicios a proporcionar.**

- Análisis de riesgo
- Análisis de integridad mecánica
- Análisis de factibilidad económica
- Análisis y peritaje de fallas
- Evaluación de integridad en ductos
- Asesoría técnica
- Optimización de geometrías de piezas para resistencia y rigidez
- Cálculo de resistencia mecánica
- Inspección de equipos
- Proyectos de desarrollo tecnológico

### **b) Clientes potenciales.**

- Cualquier tipo de industria.
- Por ejemplo: Copamex, PEMEX, industrias químicas y petroquímicas, etc.

### **c) Competidores Potenciales Nacionales**

- IMP,
- IPN,
- COMIMSA,
- CIDETEQ,
- UNAM

### **d) Competidores Potenciales Internacionales.**

- Compañías de desarrollo tecnológico en Integridad mecánica de países como Canadá, Japón, Estados Unidos de América. (POWERTECH, WKM Consultancy, The Hendrix Group, etc.)

### **e) Estrategia General de Comercialización y Transferencia de Tecnología**

- La estrategia básica esta relacionada con nuestra habilidad para resolver problemas, de forma tal que los resultados de desarrollos y proyectos planteados tengan una aplicación formal. Para lograr lo anterior debemos continuar trabajando en equipo, la especialización y actualización de los investigadores.
- Se promoverá hacia el sector industrial un esquema dinámico de difusión mediante un folleto electrónico en Internet e impreso, explicando en detalle las capacidades de la línea.
- Se incrementará la interacción con algunos clientes esporádicos y se reafirmara la comunicación con clientes más habituales.
- Se incrementará la comunicación con la C.F.E. y en general con el sector industrial.

## 7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA :

Convocatorias del CONACYT, Secretarías relacionadas con el área y de Estados con una actividad preponderante en minería.



8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LINEA:

**Metas a Corto Plazo (2005):**

- Puesta en práctica de un plan de integridad estructural en una industria.
- Promoción de los planes de integridad estructural en las industrias más importantes del país
- Adaptar las metodologías de análisis de riesgo al estudio de integridad estructural de industrias petroleras.
- Iniciar el desarrollo de un software que permita planear la inspección de equipos industriales

**Metas a Mediano Plazo (año 2007)**

- Puesta en práctica de un plan de integridad estructural en una industria petrolera (PEMEX u otra en el extranjero)
- Desarrollo de un software que permita planear la inspección de equipos industriales
- Implementar en ese software las nuevas teorías de mecánica de fractura y de deterioro de materiales

**Metas a Largo Plazo (año 2009)**

- Ser líderes en nuestro país en cuanto a planeación de la integridad estructural en plantas industriales
- Tener especialistas de mecánica de fractura y deterioro de materiales reconocidos mundialmente por sus investigaciones

9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.

<p>Equipo disponible</p> <p>Máquina Universal MTS 5 toneladas</p> <p>Laboratorio de Corrosión Asistida por Esfuerzo</p> <p>Laboratorio de Deterioro de Materiales en Alta Temperatura</p> <p>Laboratorio de Corrosión Electroquímica</p> <p>Laboratorio de Ensayos No Destructivos</p> <p>Laboratorio de Corrosión Electroquímica</p>	<p>Equipo requerido</p> <p>Mordazas para pruebas de mecánica de fractura (pruebas con probetas SENT: Single Edge Notched Tensile specimens)</p>
---	---

<p>Personal contratado</p> <p>Dr. Alberto Martínez Villafañe</p> <p>Dr. Facundo Almeraya Calderón</p> <p>Dr. Miguel Angel Neri Flores</p> <p>Dr. Alberto Díaz Díaz</p> <p>Dr. José G. Chacón Nava</p>	<p>Apoyo requerido</p> <p>1 Doctor en Ingeniería Mecánica</p> <p>1 Técnico académico</p>
---	--



M.C. Víctor Orozco García M.C. Adán Borunda Terrazas M.C. Caleb Carreño G. Lic. Jair Lugo Cuevas Ing. Gregorio Vázquez Olvera	
---	--

Así mismo, se dará énfasis a la formación de recursos humanos (licenciatura, maestría y doctorado) de alto nivel en Ciencia de Materiales, Ciencia y Tecnología Ambiental.

## RECUBRIMIENTOS

### 1. OBJETIVO:

Ofrecer proyectos de investigación básica, de desarrollo y aplicación de resultados en recubrimientos metálicos y no metálicos obtenidos y aplicados por diversas técnicas, para el mejor funcionamiento materiales y equipos sometidos a una amplia gama de condiciones de operación, optimizando la operación y funcionalidad de componentes en cada caso particular.

### 2. PROBLEMATICA A RESOLVER:

Existe un gran acervo de información sobre las enormes pérdidas materiales y económicas ocasionadas por diversos fenómenos de corrosión y desgaste de superficies metálicas y no metálicas. La utilización de sistemas de protección basados en tecnologías de recubrimientos ofrece atractivas alternativas de solución, mediante el desarrollo y aplicación de materiales empleando métodos y técnicas tales como: recubrimientos orgánicos, inorgánicos, electroless, electrodeposición, sputtering, CVD, PVD, y recubrimientos por termorociado (flama, arco eléctrico, detonación, plasma, y HVOF).

Aumentar la eficiencia de sistemas sometidos a esfuerzos en la industria metal-mecánica mediante el estudio de superficies e interfaces de recubrimientos duros a base de nitruros y carburos

Desarrollar sistemas multicapas para su aplicación en sensores y/o actuadores así como el desarrollo de tecnologías para películas magnéticas.

### 3. TENDENCIAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS MUNDIALES:

El avance tecnológico de sistemas avanzados de recubrimientos esta en total expansión, dada las necesidades de protección de materiales y equipos para optimizar procesos, evitar fallas y reducir paros de producción no programados. Por ejemplo, haciendo una comparación de sistemas tradicionales de modificación de superficies, las técnicas de termorociado ofrecen ventajas respecto al manejo de espesor requerido sin restricciones de geometría de aplicación, pueden ser aplicadas in situ y producen una cantidad mínima de desechos al medio ambiente. Las altas temperaturas alcanzadas permiten la depositación de



materiales con muy altos puntos de fusión en un sustrato relativamente frío. Tan solo en sistemas de termorociado, actualmente el mercado global es de 1,350 millones de dólares.

#### 4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL:

Oferta	Demanda
En México hay muy pocos centros que pueden realizar estudios y servicios en recubrimientos, entre ellos, la UNAM, el IIE y algunas empresas privadas.	Empresas del sector energético como la CFE y Pemex emplean diversos tipos de recubrimientos para protección anticorrosiva y desgaste, pero en la industria en general se han detectado importantes núcleos para aplicación de recubrimientos.

#### 5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL:

Oferta	Demanda
Existen laboratorios especializados universidades y empresas privadas que ofrecen desarrollos y servicios en recubrimientos	La demanda de recubrimientos metálicos y no metálicos para aplicaciones de ingeniería es cada vez mayor en un amplio rango de industrias. Para una competitividad económica y un menor impacto ambiental, se esta desviando la atención hacia procesos que usen un mínimo de fuentes. Entre otras, la técnica de termorociado es muy atractiva por la amplia variedad de materiales que pueden ser depositados y sus aplicaciones en general.

#### 6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA :

Esta línea de investigación tiene una perspectiva de comercialización muy buena, dado el trabajo desarrollado previamente por investigadores del Cimav.

##### **a) Productos y servicios a proporcionar.**

- Análisis y caracterización química de sistemas de recubrimientos
- Caracterización de propiedades mecánicas y de superficie
- Análisis y caracterización de fallas de recubrimientos
- Análisis de resistencia a corrosión en medios diversos
- Tribología de recubrimientos
- Optimización de aplicación de recubrimientos
- Aplicación y evaluación a nivel laboratorio y en campo
- Asesorías técnicas
- Proyectos de desarrollo tecnológico



- Proyectos de investigación aplicada
- Estudios de nuevos materiales depositados como películas delgadas
- Medición de propiedades ópticas de películas delgadas
- Medición de microdureza de recubrimientos duros
- Fabricación de sistemas magnéticos
- Fabricación de recubrimientos con propiedades anticorrosivas con espesores de hasta 20 nm

**b) Clientes Potenciales**

- Comisión Federal de Electricidad (Generación Termoeléctrica e Hidroeléctrica), Pemex (Gas y Refinación), Empresas Privadas de Generación de Energía Eléctrica, Industria Automotriz y de Procesos (Química, Metalúrgica, Cementos, Alimentos)

**c) Competidores Potenciales Nacionales.**

- UNAM, IIE, ININ, Empresas Privadas.

**d) Competidores Potenciales Internacionales.**

- Termal Spray Lab (SUNY), Center of Plasma Processing (Drexel University), Plasma Processing Laboratory (Univ. Idaho), A&A Company, Inc., Ceramic Coating, Inc, Chromalloy N.Y., CVD Equipment, Co., Flame Spray Coating, Inc, Microcoat Technologies, Inc., Nanomaterials Research Corp, Praxair Surface Technologies, Inc., Sulzer Metco, Inc., Ulvac Technologies, Inc., Triumph Thermal Processing Co.

**e) Estrategia General de Comercialización y Transferencia de Tecnología**

- La estrategia básica esta relacionada con nuestra habilidad para resolver problemas, de forma tal que los resultados de desarrollos y proyectos planteados tengan una aplicación formal. Para lograr lo anterior debemos continuar trabajando en equipo, la especialización y actualización de los investigadores.
- Se promoverá hacia el sector industrial un esquema dinámico de difusión mediante un folleto electrónico en Internet e impreso, explicando en detalle las capacidades de la línea.
- Se incrementará la interacción con algunos clientes esporádicos y se reafirmara la comunicación con clientes más habituales.
- Se diseñaran cursos teórico-prácticos para especialistas de la CFE y Pemex, y se incrementará la comunicación con el sector industrial.

**7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA :**

CONACyT, Gobierno Estatal, Sector Empresarial.



8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LINEA :

**Metas a Corto Plazo (2005):**

- Puesta en práctica de un plan de aplicación de recubrimientos por plasma en la industria eléctrica.
- Promoción de aplicación de recubrimientos por plasma en importantes industrias de proceso del país
- Promoción de aplicación de recubrimientos por plasma en la industria petrolera del país.
- Iniciar el desarrollo de un software (sistema experto) para selección de sistemas de recubrimientos por termorociado en equipos industriales.
- Calibración y puesta a punto del laboratorio de recubrimientos de termorociado por plasma.

**Metas a Mediano Plazo (año 2007)**

- Consolidación del laboratorio de recubrimientos.
- Implementar la aplicación de un sistema experto para selección de sistemas de recubrimientos por termorociado en equipos industriales.
- Formación de Recursos Humanos (1 Maestro en Ciencias, 1 Doctor en Ciencia de Materiales).

**Metas a Largo Plazo (año 2009)**

- Ser un grupo líder de especialistas en diseño, selección y aplicación de recubrimientos por termorociado.
- Diseño de aleaciones y materiales para recubrimientos.
- Ser el Centro Nacional de excelencia en el estudio de las propiedades físico-químicas de superficies e interfaces que resuelva problemas de ciencia básica y aplicados al sector productivo
- Formación de Recursos Humanos (2 Maestros en Ciencias, 2 Doctores en Ciencia de Materiales).

9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.

Equipo Disponible Laboratorio de Corrosión Asistida por Esfuerzo Laboratorio de Deterioro de Materiales en Alta Temperatura Laboratorio de Corrosión Electroquímica Laboratorio de Ensayos No Destructivos Laboratorio de Recubrimientos	Equipo Requerido Sistema HVOF
---	----------------------------------



Personal Contratado	Apoyo Requerido
Dr. Alberto Martínez Villafañe Dr. José G. Chacón Nava Dr. Alberto Duarte Möller Dr. José Guadalupe Murillo Dr. Carlos Domínguez Ríos Dr. Miguel Angel Neri Flores Dr. Facundo Almeraya Calderón Dra. Citlalli Gaona Tiburcio Dr. Mario Miki M.C. Víctor Orozco García M.C. Adán Borunda Terrazas M.C. Caleb Carreño G. M.C. Roal Torres Lic. Jair Lugo Cuevas	1 Técnico Académico (a corto plazo)  1 Doctor en Ciencia de Materiales 1 Técnico Académico (a mediano plazo)  1 Técnico Académico (a largo plazo)

Así mismo, se dará énfasis a la formación de recursos humanos (licenciatura, maestría y doctorado) de alto nivel en Ciencia de Materiales.

### **BENEFICIO DE MINERALES**

#### 1. OBJETIVO:

Recuperación de minerales y metales de importancia económica, a partir de minerales no metálicos y metálicos, mediante flotación, biolixiviación, lixiviación ácida y técnicas tradicionales.

#### 2. PROBLEMATICA A RESOLVER:

Desarrollo de ciencia y tecnología para el beneficio de minerales refractarios, mediante la innovación de técnicas de metalurgia extractiva; situación provocada por el agotamiento de menas susceptibles de tratarse con métodos de beneficio tradicionales.

#### 3. TENDENCIAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS MUNDIALES:

Existe una tendencia a desarrollar métodos de beneficio de minerales refractarios con metales preciosos, industriales y aquellos relacionados con actividades artesanales, esencialmente para resolver problemas de inclusión y separar minerales con arsénico y antimonio de los valiosos.

#### 4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL :

Oferta	Demanda
Desarrollos científicos y tecnológicos para minerales refractarios.	Fondos con minerales refractarios no explotados en el país, específicamente en estados como Chihuahua, San Luis Potosí, Zacatecas, Sonora, Sinaloa, Guerrero y otros



5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL :

Oferta	Demanda
Desarrollos científicos y tecnológicos para minerales refractarios	Fondos con minerales refractarios no explotados o subexplotados en países latinoamericanos, africanos y asiáticos con potencial para producir minerales de interés industrial, con técnicas de extracción inapropiadas.

6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA :

Existen algunos desarrollos ya implementados en minerales refractarios con oro y plata, falta implementar en la industria métodos de beneficio modernos para el aprovechamiento de minerales con cobre, zinc, etc., contaminados con arsénico y antimonio.

**a) Productos y servicios a proporcionar.**

- Asesoría técnica, evaluación geoquímica de yacimientos, proyectos de desarrollo tecnológico y análisis de factibilidad económica.

**b) Clientes Potenciales.**

- Pequeños mineros, consorcios minero-metalúrgicos y asociaciones y cámaras de mineros.

**c) Competidores Potenciales Nacionales.**

- Instituciones de Educación Superior como UASLP, U. de Guanajuato, CINEVESTAV Saltillo y algunos otros.

**d) Competidores Potenciales Internacionales.**

- Compañías de desarrollo tecnológico en metalurgia de países como Canadá, Japón, Australia, Sudáfrica, Chile y probablemente España.

**e) Estrategia General de Comercialización y Transferencia de Tecnología.**

- Análisis de mercados, evaluación integral del yacimiento a beneficiar en laboratorio, puesta a punto en planta piloto y apoyo para la implementación a nivel industrial.

7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA:

Convocatorias Nacionales del CONACYT, Secretarías relacionadas con el área y de Estados con una actividad preponderante en minería.

8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LÍNEA :



**Metas a Corto Plazo (2005):**

- Evaluar a nivel laboratorio minerales refractarios para desarrollar métodos de beneficio nuevos o alternativos.
- Formar recursos humanos.
- Generar artículos científicos y tecnológicos.

**Metas a Mediano Plazo (año 2007)**

- Transferir mediante contrato el conocimiento generado en CIMAV, para el beneficio de un yacimiento en particular, con posibilidades de ser implementado a nivel industrial.
- La formación de un doctor y un maestro en ciencias.
- 4 artículos publicados.
- 2 presentaciones en congreso internacional.

**Metas a Largo Plazo (año 2009)**

- Dos doctores en ciencias, dos maestros, dos tesis de licenciatura.
- Al menos 4 artículos más en relación a 2007.
- La cesión mediante contratos de los desarrollos científicos y tecnológicos generados para implementarlos a nivel industrial.

9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.

<p style="text-align: center;"><b>Equipo Disponible</b></p> <p>Celda y columna de flotación, incubadoras, equipo para preparación de minerales, autoclaves, microscopios ópticos y electrónicos, equipos para metalografía, DFRX y FRX, balanzas, etc</p>	<p style="text-align: center;"><b>Equipo Requerido</b></p> <p>Campana de flujo laminar, 2 celdas de flotación, Zetámetro, medidor de oxígeno disuelto y conductividad, potenciómetro para ion selectivo.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Personal Contratado</b></p> <p>Tres doctores en ciencias con especialidad en Biohidrometalurgia, metalurgia extractiva y procesos de lixiviación. Un maestro en geología. Un ingeniero metalurgista con experiencia en planta.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Apoyo Requerido</b></p> <p>Un maestro en geología. Un técnico en preparación de muestras.</p>

Así mismo, se dará énfasis a la formación de recursos humanos (licenciatura, maestría y doctorado) de alto nivel en Ciencia de Materiales, Ciencia y Tecnología Ambiental.

**MATERIALES CATALÍTICOS NANOESTRUCTURADOS**



1. OBJETIVO:

Consolidar el potencial de investigación que CIMAV tiene para investigación en Catálisis. La consolidación se realizará a través de la transferencia de tecnología en síntesis y aplicación de catalizadores nanoestructurados para procesos químicos que demanda la industria y la preservación de un medio ambiente libre de contaminantes.

2. PROBLEMATICA A RESOLVER:

Se pretende atender los problemas del Sector Químico Industrial y de Protección del Medio Ambiente referentes a la ausencia de catalizadores altamente eficientes para sus procesos productivo y/o de control de contaminantes en emisiones y efluentes.

3. TENDENCIAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS MUNDIALES:

A nivel mundial existe una revolución en la concepción de los catalizadores. Esta revolución se desprende del planteamiento de que los materiales nanoestructurados tienen propiedades diferentes que el mismo material con tamaño de partícula fuera de la escala nanométrica. Un material nanoestructurado puede orientar reacciones de tal manera que la selectividad hacia un producto sea superior a los estándares convencionales, con lo que se logra minimizar la generación de subproductos o bien reducir consumo energético. En ambos casos se logra reducir el impacto de la actividad industrial en el medio ambiente.

De igual forma, en el desarrollo de tecnología para eliminación de contaminantes, los procesos en que el catalizador es diseñado utilizando el concepto de nanoestructura logran mejores resultados que con tecnologías de la generación previa.

4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL:

Oferta	Demanda
<p>En México existen Centros de Investigación que trabajan en el área de catálisis, sin embargo no están orientados hacia la atención del sector industrial, y su enfoque es principalmente académico</p>	<p>Existe la necesidad de tecnología en el área de catálisis, aunque no es lo convencional utilizar tecnología desarrollada en México. Además de la demanda del sector industrial, tanto en procesos de producción como en procesos para su control de emisión de contaminantes, existe una gran oportunidad en PEMEX, aunque para ello hay que sensibilizar a los estrategas de la empresa de que es importante desarrollar proveedores locales de tecnología. Actualmente CIMAV cuenta con el desarrollo a escala semi-piloto de un catalizador para el proceso más importante de la refinación del petróleo, la eliminación de azufre. Este catalizador nanoestructurado está al nivel de los desarrollos internacionales y aunque la demanda existe, se trabaja en encontrar el canal adecuado para su utilización en PEMEX.</p>



## 5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL :

Oferta	Demanda
Existe un gran número de empresas dedicadas a la comercialización de catalizadores que ya trabaja en el rediseño de éstos para aprovechar las ventajas de los materiales nanoestructurados. Sin embargo, en CIMAV en ésta línea de investigación se cuenta con desarrollos que están al mismo nivel que aquellos que se ofrecen a escala mundial. Para lograra el acceso a los mercados mundiales debería de formarse una empresa comercializadora de los desarrollo de CIMAV.	Mas del 60 % de los productos químicos, incluyendo polímeros, que conforman la base de bienestar de nuestra sociedad son obtenidos a través de proceso catalíticos. De igual forma, en el control de la contaminación los procesos catalíticos tienen un lugar primordial. De acuerdo con un estudio reciente (McWilliams, 2004), se proyecta un mercado mundial de 3,700 MM de dólares para nanocatalizadores en el 2004 y de 5,000 MM para el 2009.

## 6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA:

Actualmente se encuentra adelantado ya el proceso de dos proyectos de esta línea para su transferencia al sector industrial que serían apoyados por la iniciativa "Avance" que promueve CONACYT. En estos casos existe una empresa interesada en ser receptora de la tecnología y formar una planta para su aprovechamiento y comercialización. Sin embargo, el cuello de botella para aumentar el número de casos de éxito sobre un desarrollo en laboratorio que culmine en un producto comercial es precisamente la identificación del usuario que tenga la convicción para dar un uso comercial a los desarrollos. De hecho el tiempo que se emplea por parte del personal académico para buscar el usuario, convencerlo y luego buscar mecanismos de financiamiento es tan largo que termina por no ser considerado siquiera como una de las alternativas.

Sin duda las perspectivas serían mayores si se desarrolla en México un Centro de transferencia de tecnología en Catálisis (o en procesos químicos en general) de tal manera que la parte de comercialización de los desarrollos está a su cargo. De esta forma se evitaría tener a personal académico aplicado en áreas que no son de su dominio como es todo lo que involucra a la comercialización de desarrollos.

Como se mencionó antes, PEMEX en el ámbito nacional podría ser el gran receptor de las tecnologías que se desarrollan en esta línea de investigación. A nivel mundial los proceso de refinación y petroquímicos asociados a la industria del petróleo consumieron mas del 38 % de los catalizadores comercializados, seguidos de procesos químicos/farmacéuticos, procesamiento de alimentos y remediación de problemas del medio ambiente.

### **a) Productos y servicios a proporcionar.**

- Se pretende transferir la tecnología para la producción de Carbón Activado, la de producción de un catalizador para control de emisiones, la de síntesis de catalizadores para control de azufre en fracciones del petróleo y aplicaciones en fotocatalisis para control de contaminación.

- Se formará de forma permanente a estudiantes en maestría y Doctorado de Ciencia de Materiales y Ciencia e Ingeniería Ambiental a través de la tutoría de alumnos así como la impartición de clases en esta especialidad.

**b) Clientes Potenciales.**

- El cliente potencialmente más importante es PEMEX, particularmente en el desarrollo que se tiene actualmente de catalizadores para control de azufre. En general la industria química es un cliente potencial ya que depende del uso de catalizadores en sus procesos de producción. En una de las aplicaciones de fotocatalisis el sector cerámico es también un cliente potencial importante, ya que se pretende desarrollar esmaltes cerámicos antibacteriales para uso en hospitales, sanitarios y áreas de comedor.

**c) Competidores Potenciales Nacionales.**

- Como se mencionó antes, debido a la gran dificultad que representa comercializar un desarrollo, prácticamente no existen competidores potenciales nacionales, y aquellos que pueden hacer desarrollos equivalentes a los de CIMAV no están interesados en comercializar.
- Los competidores fuertes en lo que concierne a la formación de recursos humanos son el Instituto Mexicano del Petróleo, la Facultad de Química de la UNAM, ESIQUE en el IPN, la UAM, la unidad de Materia Condensada de la UNAM en Ensenada y el Instituto Tecnológico de Cd. Madero.

**d) Competidores Potenciales Internacionales.**

A escala mundial existe alrededor de quince grandes empresas que tienen el control de la comercialización de catalizadores, entre ellas destacan:

- Akzo Nobel Chemicals BV - BU Catalysts
- Air Products and Chemicals, Inc.
- ARCO Chemical Europe, Inc.
- Engelhard Ltd
- Exocat S.A.R.L
- Eurecat SA
- Degussa
- Haldor Topsoe A/S(Catalyst Division)
- Mobil Catalysts
- W.R. Grace Davison
- Zeolyst International

En referencia a la oferta para formación de recursos humanos, ésta es muy amplia y destacan Universidades de Estados Unidos y Europa en un número superior a cien.

**e) Estrategia General De Comercialización y Transferencia de Tecnología.**

En principio se está utilizando la plataforma generada por CONACYT en el sistema AVANCE para impulso de proyectos que se encuentran en el status de "última



milla". Se encuentra en firma un convenio con PEMEX para presentar una oferta de servicios y productos y se trata directamente con empresas que pueden ser usuarios potenciales de los diferentes desarrollos que se han generado y se generan en esta línea de investigación. CIMAV cuenta con un área de Vinculación que tiene como función promover los productos y servicios de CIMAV, y el área es el eje motriz en ésta actividad de transferencia de tecnología.

#### 7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA :

CONACYT ha impulsado a través de convocatorias para Ciencia Básica los proyectos que originaron desarrollos que ahora a través del mismo CONACYT (en modalidades como AVANCE) se encuentran en transferencia a las empresas. Actualmente se encuentran bajo apoyo en las modalidades de fondos mixtos o fondos sectoriales los proyectos que serán transferidos a mediano plazo.

#### 8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LINEA:

##### **Metas a Corto Plazo (2005):**

- Para finales de 2005 se espera haber transferido al menos uno de los desarrollos tecnológicos, generar una patente en esta línea de investigación y haber formado tres estudiantes de Maestría y dos de doctorado. Se espera seguir participando en los foros nacionales e internacionales de Catálisis para consolidar la fortaleza del grupo y el reconocimiento académico del mismo. Se espera obtener apoyo en convocatorias nacionales para al menos un proyecto dentro de la línea de investigación.

##### **Metas a Mediano Plazo (año 2007)**

- A finales del 2007 se espera haber transferido ya tres de los desarrollos tecnológicos, haber obtenido dos patentes y tener un acumulado de seis estudiantes de Maestría y cinco de doctorado. La meta en la consecución de recursos vía proyectos por convocatoria es de tres proyectos aprobados.

##### **Metas a Largo Plazo (año 2009)**

- Para 2009 se espera contar con cinco transferencias de desarrollos tecnológicos al sector industrial, se espera además contar con cuatro patentes y tener un acumulado de diez estudiantes de Maestría y siete de doctorado. La meta acumulada en proyectos financiados por convocatorias de fondos concurrentes o fondos mixtos es cuatro.

#### 9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.



<p><b>Equipo Disponible</b> El grupo de trabajo cuenta con: 4 Sistemas de Evaluación de Catalizadores 2 Sistemas para medir propiedades texturales de sólidos 1 Sistema para análisis TPD/TPR 1 Equipo HPLC 1 Equipo para análisis FTIR 1 Equipo para análisis UV/Vis 1 Sistema de evaluación de actividad fotocatalítica Equipo de Análisis Térmico DSC, TGA, TMA</p>	<p><b>Equipo Requerido</b> 1 Extrusor para preparación de catalizadores 1 autoclave para escalamiento a planta piloto 1 balanza termogravimétrica 2 Hornos tubulares para síntesis de materiales</p>
<p><b>Personal Contratado</b> Dr. Gabriel Alonso Dr. Alejandro López Dr. Mario Miki Dr. Francisco Espinosa Dr. Francisco Paraguay M.C. Alejandro Robau M.C. Manuel Román M.C. Virginia Collins Ing. Carlos Ornelas Ing. Wilber Antúnez Ing. Luis de la Torre Ing. Daniel Lardizábal Dr. Alfredo Aguilar (Coordinador)</p>	<p><b>Apoyo Requerido</b> Dra. Lorena Alvarez Ing. Federico Cordero</p>

## **MATERIALES COMPUESTOS BASE POLIMÉRICA**

### 1. OBJETIVOS:

- Preparar innovadores compuestos con propiedades autorregulables.
- Desarrollar procesos avanzados de preparación de compuestos inteligentes.
- Desarrollar métodos de caracterización de estos compuestos.
- Proponer su uso a la industria nacional y extranjera.
- Asesorar a empresarios que vislumbren convertirse en proveedores de materiales avanzados.

### 2. PROBLEMATICA A RESOLVER:

El CIMAV está situado en un lugar privilegiado para desarrollar materiales compuestos que sean útiles, tanto a la industria de nuestro país. Para lograr este objetivo, es necesario contar con la infraestructura más completa, tanto física como humana. Esta línea intenta progresar hacia el desarrollo de materiales compuestos inteligentes, integrando la



experiencia de un grupo multidisciplinario de investigadores del CIMAV y de la industria circundante.

Es importante señalar que línea nos permitiría incursionar e innovar en ámbitos de tecnología de punta; como es la nano-tecnología y la opto-electrónica. Asimismo, es importante mencionar que el CIMAV está particularmente habilitado para el desarrollo de esta área ya que es una de las pocas instituciones que cuenta con un equipo multidisciplinario, que tiene como factor común el desarrollo de nuevos materiales. Es por esto, que esta institución puede convertirse en un centro líder en esta área.

En base a lo anterior, se observa que una de las mayores necesidades que puede resolver este proyecto es la falta de proveedores para la industria automotriz, electrónica y de auto domésticos de nuestro país, así como mejorar las actividades médicas y biológicas. Por ejemplo; es importante destacar que actualmente la industria maquiladora solo emplea el 2.5% de suministros locales, mientras que con la producción de materiales innovadores este porcentaje podría aumentar muy significativamente, lo que traería como consecuencia un mayor empleo, con mejores salarios, así como la creación de una especialización en este ramo de la tecnología.

### 3. TENDENCIAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS MUNDIALES:

Existe una amplia literatura sobre los materiales compuestos propuestos (a la excepción de los elastómeros con propiedades ópticas), siendo de hecho, su desarrollo, una de las principales corrientes a nivel internacional en la ciencia de los materiales. Es muy importante que nuestro país no siga quedándose rezagado en este importante tema. Asimismo, cabe señalar que por ser un tema muy nuevo, existen innumerables nichos tecnológicos donde poder innovar.

Como se mencionó anteriormente, el CIMAV está situado en un área donde confluye una gran diversidad de empresas de alta tecnología. Estas empresas requieren de materiales cada vez más sofisticados. En especial, las industrias automotriz, electrónica y electrodoméstica, requieren de materiales inteligentes que minimicen la cantidad de piezas necesarias y el costo requerido para fabricar sus productos. Estos materiales pueden ser desarrollados y probados por el CIMAV, sin embargo se requiere de una infraestructura mas completa que la actual.

La posibilidad de que productores regionales fabriquen este tipo de materiales, permitirá a la región poder ser más competitiva internacionalmente en diversas ramas de la industria, aprovechando al máximo la ventaja competitiva de tener varios productores extranjeros ya instalados en la región.

Es importante mencionar que la región norte de México cuenta con una gran cantidad de industrias maquiladoras, sin embargo estas industrias sólo hacen uso de la mano de obra barata que ofrece nuestro país y muy poco de los insumos locales que pudieran aprovechar. Esto se debe al muy bajo nivel tecnológico y de calidad de tales insumos. El proyecto planteado se propone desarrollar materiales que tengan un componente autómatas (de ahí su denominación de "inteligentes"), que puedan ser integrados a las industrias de alta tecnología.



La producción local de este tipo de materiales permitiría seriamente desarrollar proveedores de los mismos para la industria nacional y extranjera. Es importante señalar que el valor agregado de estos materiales es muy superior a las materias primas que actualmente se usan en su fabricación y por lo tanto representa una importante fuente de ingresos.

#### 4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL:

Oferta	Demanda
UNAM, CIOA, UAM	Industrias; automotriz, electrónica, de la construcción, enseres domésticos, medicina, etc.

#### 5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL:

Oferta	Demanda
Universidades y centros de investigación	Industrias; automotriz, electrónica, eléctrica, de la construcción, medicina, etc.

#### 6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA:

Esta línea de investigación esta ya actualmente comercializándose. Se espera, sin embargo, que su impacto se incremente con el fortalecimiento de las líneas encaminadas a desarrollar la nanotecnología.

##### **a) Productos y servicios a proporcionar.**

- Asesorías, transferencia de tecnología, cursos de capacitación, etc.

##### **b) Clientes Potenciales.**

- Industrias; automotriz (Vistion, Delphy, TRW), electrónica (Foxconn, Philips), eléctrica (Conдумex, Conductores del Norte), de la construcción (Cemex, Cementos de Chihuahua), minería (Peñoles), etc.

##### **c) Competidores Potenciales Nacionales.**

- UNAM, CIOA, UAM

##### **d) Competidores Potenciales Internacionales.**

- Universidades y centros de investigación

##### **e) Estrategia General De Comercialización y Transferencia De Tecnología.**



- La estrategia general de comercialización será definida en común acuerdo con la División de vinculación del CIMAV, evaluando cada caso especial según su mercado potencial y su importancia comercial.

7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA :

Esta línea ya ha sido financiada por varias agencias, tales como; CONACYT e IMP. Esperamos en el futuro poder conseguir financiamiento de la Comunidad Económica Europea, NRC, NRCC, y la cuenca del Pacifico.

8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LINEA:

**Metas a Corto Plazo (2005)**

- Desarrollo de Materiales Compuestos de matriz polimérica con partículas piezoeléctricas y magnéticas.
- Materiales compuestos de matriz polimérica con fibras naturales.
- Materiales compuestos elastoméricos con propiedades ópticas.
- Materiales compuestos de matriz metálica con una fase dispersa de cerámica o de metal.
- Recubrimientos metálicos.

**Metas a Mediano Plazo (año 2007)**

- Materiales Compuestos nanoestructurados.
- Materiales Compuestos de matriz polimérica con fibras manométricas.
- Reología aplicada a las dispersiones manométricas.
- Recubrimientos ultra finos.

**Metas a Largo Plazo (año 2009)**

- Desarrollo de micro y nanodispositivos.
- Desarrollo de técnicas de micro y nanofabricación.

9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.

Equipo Disponible	Equipo Requerido
Laboratorio de reología	Microscopia de fuerza atómica.
Laboratorio de procesamiento de polímeros	Analizador Raman.
Laboratorio de sensores poliméricos.	Cuartos limpios.
Laboratorio de química de polímeros.	Reómetros
Laboratorios de química computacional y de	Análisis Espectroscópico.



simulación por computadora de procesos.	Equipo de evaluación eléctrica.
<b>Personal Contratado</b> Dr. Alfredo Márquez Lucero Dr. Daniel Glossman Mitnik Dr. Rigoberto Ibarra Gómez Dr. Ignacio Martín Domínguez Dr. Antonino Pérez Dr. Armando Zaragoza Contreras Dr. Sergio Flores Gallardo Dr. Carlos Domínguez Ríos Ing. Mónica Mendoza Duarte Ing. Cesar Leyva Porras Ing. Iván Templeton Olivares Ing. Claudia Hernández Ing. Roal Torres	<b>Apoyo Requerido</b> 1 Doctor en química 2 Doctores en electrónica. 1 Doctor en Mecánica. 5 Técnicos académicos.

Así mismo, se dará énfasis a la formación de recursos humanos (licenciatura, maestría y doctorado) de alto nivel en Ciencia de Materiales.

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: *SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE MATERIALES Y PROCESOS***

#### 1. OBJETIVOS:

Especializarse en el manejo y desarrollo simulación computacional de materiales y procesos de manufactura de piezas y dispositivos, así como de predicción de propiedades de compuestos y sustancias químicas.

#### 2. PROBLEMATICA A RESOLVER:

Simulación Computacional de Materiales y Procesos, usando las modernas tecnologías computacionales, permite ahorrar una gran cantidad de tiempo y recursos económicos en el desarrollo de nuevas técnicas de; fabricación, síntesis y diseño de una gran variedad de sustancias y objetos.

#### 3. TENDENCIAS CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS MUNDIALES:

Modernamente las técnicas de fabricación y síntesis de objetos y sustancias, se diseñan por computadora antes de pasar a los laboratorios. Esto es una tendencia que lleva varias décadas desarrollándose en los países industrializados, pero que en nuestro país aun es incipiente.

#### 4. SITUACION DEL MERCADO NACIONAL:

Oferta	Demanda
UNAM, UBEP, UAM, CIMAT	Industrias; farmacéutica, automotriz, electrónica, de la construcción, enseres domésticos, medicina, etc

#### 5. SITUACION DEL MERCADO MUNDIAL:

Oferta	Demanda
Universidades y centros de investigación	Industrias; farmacéutica, automotriz, electrónica, eléctrica, de la construcción, medicina, etc

#### 6. PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACION DE LA LINEA:

Esta línea normalmente sirve de apoyo a una más rápida comercialización de líneas básicas de investigación, facilitando y acelerando la velocidad con la cual se puede llegar a obtener prototipos y sustancias comercialmente viables.

##### **a) Productos y servicios a proporcionar.**

- En esencia se puede ofrecer una basta variedad de análisis de factibilidad técnica sobre diversos tipos de procesos. Asimismo, se puede pronosticar con mucha precisión las propiedades de determinada sustancia, aun antes de sintetizarla en el laboratorio,

##### **b) Clientes Potenciales.**

- Los principales clientes potenciales son los propios investigadores de CIMAV, así como los de otros Centros de investigación y universidades.

##### **c) Competidores Potenciales Nacionales.**

- UNAM, BUPE, UAM

##### **d) Competidores Potenciales Internacionales.**

- Universidades y centros de investigación



**e) Estrategia General de Comercialización y Transferencia de Tecnología.**

- La estrategia general de comercialización será definida en común acuerdo con la División de vinculación del CIMAV, evaluando cada caso especial según su mercado potencial y su importancia comercial.

**7. FINANCIAMIENTO POR AGENCIAS DE APOYO A LA CIENCIA :**

Esta línea ya ha sido financiada por varias agencias, tales como; CONACYT e IMP. Esperamos en el futuro poder conseguir financiamiento de la Comunidad Económica Europea, NRC, NRCC, y la cuenca del Pacífico.

**8. ESTRATEGIA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE LA LINEA:**

**Metas a Corto Plazo (2005)**

- Desarrollo de la química computacional.
- Desarrollo de análisis térmico, eléctrico y estructural por métodos numéricos.
- Desarrollo de una infraestructura computacional operativa.

**Metas a Mediano Plazo (año 2007)**

- Desarrollo de herramientas para simular la inyección y extrusión de plásticos.
- Desarrollo de técnicas de enseñanza,

**Metas a Largo Plazo (año 2009)**

- Diseño en CIMAV de paquetes computacionales.

**9. ESTRATEGIA GENERAL PARA INCORPORACION Y DESARROLLO DE RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.**

Equipo Disponible Laboratorios de química computacional y de simulación por computadora de procesos	Equipo Requerido Una infraestructura computacional más robusta
Personal Contratado Dr. Alfredo Márquez Lucero Dr. Daniel Glossman Mitnik Dr. Ignacio Martín Domínguez Dr. Antonino Pérez	Apoyo Requerido 3 Doctores en química computacional 2 Doctores en mecánica con experiencia en simulación numérica

Así mismo, se dará énfasis a la formación de recursos humanos (licenciatura, maestría y doctorado) de alto nivel en Ciencia de Materiales.



## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE MATERIALES NANOESTRUCTURADOS Y BIONANOESTRUCTURADOS

### 1. OBJETIVOS:

Simular por computadora la estructura y las propiedades moleculares de nanomateriales y bionanomateriales, así como de los procesos de síntesis y caracterización de los mismos, que puedan ser de interés tanto académico, como para la solución de problemas industriales.

### 2. TENDENCIAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS MUNDIALES:

Modernamente las técnicas de fabricación y síntesis de objetos y sustancias, se diseñan por computadora antes de pasar a los laboratorios de reales. Esto es una tendencia que lleva varias décadas desarrollándose en los países industrializados, pero que en nuestro país aun es incipiente.

### 3. PROBLEMÁTICA A RESOLVER:

La simulación numérica, usando las modernas tecnologías computacionales, permite ahorrar una gran cantidad de tiempo y recursos económicos en el desarrollo de nuevas técnicas de fabricación, síntesis y diseño de una gran variedad de sustancias y objetos.

La problemática que se intenta resolver está reflejada a través de las proyectos de investigación:

- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de compuestos antichagásicos basados en el anillo tiadiazólico
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de inhibidores de corrosión orgánicos
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de flavonoides derivados de la manzana
- Simulación computacional de la estructura y propiedades de materiales moleculares potencialmente útiles para la fabricación de dispositivos fotovoltaicos y celdas solares
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares potenciales precursores de esteroides obtenibles de la papa
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de derivados del anillo tiadiazólico
- Desarrollo de modelos teóricos en el campo de la Teoría de los Funcionales de la Densidad Conceptual
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de iniciadores de reacción de polimerización
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de pequeños péptidos
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de compuestos antituberculosis asociados con nanotubos de carbono



- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de agregados de Ag, Cu y Au
- Simulación computacional de la estructura y propiedades moleculares de nanoalambres de Ag y Si
- Simulación computacional de nuevos cromóforos para su utilización en pinturas
- Simulación computacional de nanopartículas de TiO<sub>2</sub>
- Bionanotecnología: Modelado molecular de proteínas
- Bionanotecnología: Modelado molecular de nanosensores para el virus de la tuberculosis

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Producción de Hidrogeno y Celdas de combustible

### OBJETIVOS:

Estudiar y conocer tecnologías de producción de hidrogeno, tipos de celdas de combustible y su aplicación a la generación de energía limpia así como los fenómenos físicos y químicos de los procesos involucrados en su funcionamiento a fin de que se encaminen en el desarrollo e investigación de nuevos materiales en estas áreas tecnológicas emergentes.

### TENDENCIAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS MUNDIALES

Hasta el momento los esfuerzos dedicados al desarrollo de materiales nano-estructurados con aplicaciones específicas en celdas de combustible han sido escasos en el país. Esto aunado al gran auge internacional que la nano-tecnología ha despertado en la comunidad científica, abre una amplia gama de posibilidades de desarrollo en investigación, tanto en ciencia básica como en tecnologías para la obtención de novedosos materiales nano-estructurados con aplicaciones directas en celdas de combustible. Las tendencias de la industria marcan las siguientes áreas de oportunidad: • Transporte, producción y almacenamiento de H<sub>2</sub> y su aplicación directa a celdas de combustible (CC). • Generación de H<sub>2</sub> para CC mediante procesos convencionales mas eficientes • Fuentes alternas de generación de H<sub>2</sub> (Biomasa, Basura) • Purificación de H<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>S, CO, HCl, etc) para CC • Almacenamiento eficiente de H<sub>2</sub> (hidruros metálicos, nanotubos de carbón, tamices moleculares) • Nuevos Materiales (bajo costo, alta eficiencia y durabilidad) en celdas de combustible tipo PEM, SOFC y MCFC • Integración del sistema energía H<sub>2</sub> - celda Estas tendencias de la industria arriba mencionadas, pueden ser sintetizadas en un plan encaminado en un sistema que integre la producción de H<sub>2</sub>, la purificación, el almacenamiento y la utilización de la celda de combustible hasta su disposición eficiente como energía eléctrica. En el ámbito nacional hay poco trabajo de investigación encaminado a la integración del sistema H<sub>2</sub>-celda de combustible.

### PROBLEMÁTICA A RESOLVER

La economía del hidrógeno esta ya en marcha en el plano internacional con aplicaciones móviles que han provocado que casi todas las compañías automotrices cuenten con prototipos en fase de demostración, En aplicaciones estacionarias las celdas de combustible se han convertido en un atractivo esquema de generación de energía eléctrica debido a su



Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.



---

alta eficiencia comparada con los procesos tradicionales basados en la quema de combustibles fósiles. En México hace falta un planes educativos que se sirvan de estrategia para desarrollar, demostrar y obtener experiencia para prepararse a los cambios de mercado que esta tecnología implica y hacer frente a los retos competitivos en el ámbito nacional y e internacional en las tecnologías emergentes a partir de la economía del hidrogeno.