



MODELO DE OPERACION DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN CIENCIA DE MATERIALES

I. ANTECEDENTES

El Centro de Investigación de Materiales Avanzados surge en Octubre 25 de 1994, como una institución interdisciplinaria con participación del Gobierno Federal, el Gobierno del Estado de Chihuahua y de la Delegación estatal de CANACINTRA en Chihuahua.

Su enfoque interdisciplinario se orienta hacia un balance entre la investigación básica y las aplicaciones industriales, concurrentemente con la formación de recursos humanos de alto nivel, en torno a los siguientes objetivos:

- Estudiar las bases físicas y químicas que caracterizan a los materiales avanzados, en particular de aquellos que tienen alguna importancia científica y/o tecnológica.
- Realizar investigación en las diferentes áreas que conforman a la Ciencia de Materiales, tales como la metalurgia, los polímeros, los cerámicos, los semiconductores, los biomateriales, los catalizadores, entre otros, así como los aspectos ambientales y ecológicos de los materiales.
- Desarrollar las bases del conocimiento científico que permitan proponer nuevos materiales y promover el desarrollo tecnológico de punta.
- Formar recursos humanos mediante posgrado, de alto nivel para realizar investigación básica con una visión práctica, en beneficio de la ciencia e industrias nacionales.
- Brindar apoyo a la industria mediante servicios, asesorías, consultorías y la generación de tecnología. Apoyar la formación de recursos humanos bien calificados. Experimentar con materiales actualmente utilizados por la industria con el objeto de profundizar en el entendimiento de sus propiedades y mejorarlas.
- Proporcionar un servicio nacional de caracterización de materiales, a través de laboratorios nacionales de microscopía y de caracterización de materiales y sus laboratorios de estudio de superficies, simulación numérica y deterioro de materiales.

La estrategia de creación del CIMAV definió desde su origen su localización fuera del Distrito Federal y correlacionó con la solicitud del Gobierno del Estado de Chihuahua que, en su Plan de Desarrollo Estatal, por lo que se estableció la prioridad de su establecimiento en la Ciudad de Chihuahua, con el fin de impulsar las actividades de desarrollo científico y tecnológico, así como de las docentes de alto nivel para beneficio de su planta productiva industrial.

Puede constatar en las escrituras notariales la creación del Centro como una Sociedad Civil. Las significativas participaciones del Gobierno del Estado de Chihuahua, así como del sector productivo industrial, a través de CANACINTRA como socios, así como la participación del Instituto Tecnológico de Chihuahua, le dio cimentación al CIMAV en el Estado de Chihuahua, como una Institución estratégica para su desarrollo.



ENTORNO EDUCATIVO

El Posgrado desarrolló sus estructuras curriculares tanto a nivel de Maestría como Doctoral con dictámenes y validaciones externas nacionales como internacionales, con la asistencia de especialistas de la Universidad de Berkeley, Ca., USA., así como de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Politécnico Nacional, de la Universidad Autónoma.

En el estado de Chihuahua se ha generado una estrecha vinculación con las Instituciones de Educación Superior, principalmente con el Sistema de Institutos Tecnológicos de Chihuahua, donde se imparten carreras afines a la Ciencia de Materiales, así como con instituciones como la Universidad Autónoma de Chihuahua, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, el Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua, entre otras.

En el año de 2000 la estructura curricular de la Maestría en Ciencia de Materiales tuvo un refinamiento que permitió enriquecerla, en aquel entonces la estructura curricular del doctorado no requirió de modificaciones sustanciales, no obstante desde el año 2004 fue configurándose una estructura definida en las líneas de Nanotecnología y de Producción de Hidrógeno y Celdas de Combustible, en virtud de lo cual se procuró en esta ocasión modificar y enriquecer, actualizando ambos planes de estudios, i. e. la Maestría y el Doctorado procediendo, en el caso de éste último a efectuar el refinamiento del mapa curricular y que explica, por un lado los Ejes curriculares que sintetizan nuestra actual estructura de investigación y precisan para cada semestre el nivel de investigación y desarrollo del programa de trabajo doctoral.

ENTORNO LABORAL

El egresado del posgrado conforme a sus perfiles de formación, tanto a nivel de maestría como de doctorado, continuará enriqueciendo las áreas de investigación, docencia, así como la productiva, contribuyendo al desarrollo del conocimiento básico y/o aplicado, con una capacidad de desarrollo de la infraestructura tecnológica productiva en las líneas de investigación y tecnología, relacionadas con los materiales.

Su campo de trabajo continúa siendo fortalecido en las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico, instituciones educativas del nivel superior afines a la Ciencia de Materiales, así como en los sectores productivos industriales del Estado de Chihuahua, así como de las entidades de la República de las cuales provienen nuestros alumnos, o bien, en las que a través de la práctica investigativa, se incorporen a nuestro doctorado.

OPCIONES EDUCATIVAS

El CIMAV continua consolidando su posgrado enriqueciendo la operación de la Maestría y el Doctorado en Ciencia de Materiales en la modalidad escolarizada, y continuará ofreciendo la alternativa, a quienes, poseedores de un nivel de maestría y que, ya insertos en la estructura investigativa, docente o productiva, deseen cursar a distancia su Doctorado en Ciencia de Materiales



El Centro cuenta con un vigorosa plan estratégico Institucional que particularmente fue el detonando de la presente actualización curricular y que se pondrá en vigor a partir del Semestre 2005/2.

II. OBJETIVO GENERAL

El plan de estudios del Doctorado en Ciencia de Materiales ofrece a sus egresados una formación de alto nivel académico, caracterizada por cinco dimensiones centrales:

- Desarrollar una formación de excelencia multidisciplinaria en el vasto campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales; que comprenda los estudios básicos de la materia, su estructura íntima, su configuración atómica, propiedades mecánicas, magnéticas o electrónicas.
- Generar en los estudiantes un profundo nivel de competencia en el dominio de las diversas metodologías analíticas, experimentales, computacionales, para el procesamiento, síntesis y caracterización de los materiales.
- Desarrollar y enriquecer una formación de competencias docentes a nivel de Educación Superior y de Posgrado;
- Vincular la formación de sus egresados a las necesidades de desarrollo del sector productivo; y
- Desarrollar investigadores de excelencia y ética, con un alto nivel de originalidad, independencia y metodología científica.

III. PERFIL DE SUS EGRESADOS

El egresado del Doctorado en Ciencia de Materiales, desarrollará las siguientes competencias, además de las señaladas para el egresado de la Maestría:

Competencias cognitivas:

- Dominio de las teorías, metodologías y tecnologías de la Ciencia de Materiales:
- Capacidades metodológicas de la investigación científica, con énfasis en el desarrollo de habilidades heurísticas;
- Conocimiento del contexto, estructura y desarrollo tecnológico del sector productivo;
- Valoración del conocimiento existente en el área de la Ciencia e Ingeniería de Materiales; y



- Generación de investigaciones básicas y aplicadas, originales e independientes, que permitan el enriquecimiento del conocimiento de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Competencias instrumentales:

- Dominio eficiente de la operación y manejo de equipo, materiales, instrumentos y laboratorios afines a la Ciencia de Materiales.
- Creación de nuevas técnicas y procedimientos de operación y manejo de equipos, materiales, instrumentos y laboratorios; y
- Desarrollo de competencias docentes para la conducción de grupos de aprendizaje de Educación Superior y Posgrado.

Competencias Valorales

- Enriquecimiento de las dimensiones valorales y actitudinales del conocimiento científico;
- Desarrollo de una conciencia ecológica en sus quehaceres de investigación y de servicio al sector productivo; y
- Caracterización de los valores éticos del quehacer científico y profesional.
- Capacidad de liderazgo en el ámbito del conocimiento de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, y
- Capacidad para participar en la formación de investigadores de alto nivel en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

IV. PERFIL DE INGRESO

Requisitos:

- a) Haber realizado sus estudios de Maestría en algún área afín de ciencias exactas, y/o ingeniería;
- b) Promedio mínimo a 8.0 o su equivalente;
- c) aprobar examen general de conocimientos con una calificación igual o superior a 8.0, o en su defecto se sujetará a las medidas remediales que se prescriban ; y
- d) carta de recomendación sobre su dedicación, responsabilidad, originalidad y capacidad de trabajo independiente



Idioma:

Poseer un nivel de dominio del idioma inglés. En el caso de estudiantes extranjeros de países cuya lengua materna no sea el inglés, deberán demostrar el dominio del idioma español.

Proceso de admisión

Todo estudiante que desee ingresar al Doctorado en Ciencia de Materiales deberá enviar su solicitud de admisión al Comité de Estudios del Posgrado debidamente llenada y con los documentos que en ella se indican, dentro del plazo indicado en el calendario de actividades docentes. En caso de ser aceptado deberá pagar la colegiatura correspondiente.

El comité de Estudios de Posgrado define las características, procedimientos, instrumentos y criterios que regirán el proceso de admisión y designará al Comité de Ingreso que lo supervisará, el cual se integrará por el Jefe de Departamento de Posgrado y un miembro de cada una de los Departamentos de investigación.

Mecanismos de admisión:

Conforme a los mecanismos que se determinen los aspirantes a ingresar a los estudios del doctorado del Centro se sujetarán a los procedimientos de admisión escritos, entrevistas personales y que aplicará el Comité de Ingreso, los resultados serán transmitidos al Comité de Estudios del Posgrado, que será el órgano que dictamine los resultados de la admisión. El estudiante que resulte aceptado se sujetará, en su caso, a las actividades propedéuticas que se determinen.

Los aspirantes al nivel del de doctorado provenientes de la Maestría en Ciencia de Materiales del **CIMAV** serán admitidos, previa presentación y defensa de su proyecto de investigación doctoral y la recomendación de su tutor, o en su caso, del comité tutorial, pero los alumnos que provengan de maestría diferente, deberán aprobar el Examen General de Conocimientos a que se refiere el Reglamento de Estudios del Posgrado en su artículo 39.

V. DESARROLLO DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO

DESARROLLO DE LAS MODALIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

a. *Práctica de Investigación.*

La práctica investigativa es un proceso de formación a través de la actividad de investigación misma, considerando, por un lado el nivel de madurez académica de un maestro en ciencias y por otro lado aplicando el principio de aprender haciendo, construyendo la teoría a partir de la práctica o viceversa, derivando en un proceso auténtico para la construcción del conocimiento, donde el sistema tutorial constituye un mediador o de acuerdo al nuevo vocabulario, un facilitador que induce al alumno al fortalecimiento del aprendizaje por descubrimiento.



El alumno del doctorado tendrá como actividad formativa central, el desarrollo de su proyecto de investigación doctoral, al través de su práctica investigativa.

El primer semestre se avocará a la definición de su anteproyecto de investigación doctoral, misma que deberá defender para su aprobación como proyecto, ante su comité tutorial, como requisito para su inscripción al segundo semestre del plan de estudios.

El Estudiante del doctorado deberá destinar una carga de 30 horas semana/mes, los cinco semestres de sus estudios, en actividades de práctica investigativa conforme a su proyecto de investigación doctoral en las instalaciones del Centro.

En el caso de los alumnos que desarrollen su práctica investigativa fuera del Centro, deberán solicitar la aprobación del Comité de Estudios del Posgrado para que se revise si existe la infraestructura donde radiquen los alumnos del doctorado, y si puedan contar con la asesoría de investigadores, que para este caso, deberán estar activos en el Sistema Nacional de Investigadores, con el nivel I como mínimo, o bien, aquel que a juicio del Comité de Estudios de Posgrado, esté lo suficientemente calificado, en todos los casos deberán avalar los reportes del alumno sobre el logro de sus objetivos y metas.

Los estudiantes entregarán cada mes y por semestre reportes académicos del avance de sus trabajos al tutor quien, en su caso lo avalará y se turnará a los miembros de comité tutorial correspondiente para que comparen lo programado contra lo realizado, estos reportes serán evaluados y sus resultados se turnarán al Comité de Estudios del Posgrado al final del semestre para su dictamen final y registro en el archivo escolar.

b. Actividades académicas de asistencia a la investigación

El plan de estudios establece que el alumno debe participar, desde el primer semestre, en actividades de asistencia a la investigación, en proyectos de los diferentes Departamentos de Investigación del CIMAV y que estén orientados a sus preferencias.

Las actividades a desarrollar en los trabajos de asistencia a la investigación, fortalecerán la formación del alumno en su trabajo científico y podrán ser muy variadas, se ajustarán flexiblemente a las necesidades del alumno, familiarizándolo con las revisiones bibliográficas, con técnicas experimentales de laboratorio o de computación.

En el caso de los alumnos que desarrollen su investigación fuera del Centro corresponderán a los servicios de asesoría o, a las facilidades que se les ofrezcan para realizar sus prácticas de laboratorios, auxiliando en los proyectos de investigación de la entidad externa anfitriona.

El Estudiante del doctorado deberá destinar una carga de 8 horas semana/mes, en actividades de asistencia a la investigación los cinco semestres de sus estudios



c. Actividades académicas de aplicación

c.1. Seminario de proyectos de investigación

En el caso de estos seminarios habrá un profesor responsable quien desde el principio de cada semestre establecerá las actividades con los alumnos participantes para la presentación de los avances de su investigación, en fechas fijadas de antemano, pudiéndose invitar a expertos relacionados con la Ciencia de Materiales, con el propósito de que los alumnos desarrollen habilidades de autocrítica, comunicación y defensa de los resultados de sus investigaciones.

En el caso de los alumnos que desarrollen su investigación fuera del Centro deberán incorporarse a un seminario en la entidad anfitriona.

La carga académica de los seminarios para los alumnos del doctorado será de una hora/semana/mes por semestre.

El profesor conductor del seminario será el responsable de evaluar a los alumnos presentando su informe escrito al Comité de Estudios del Posgrado, órgano que dispondrá lo necesario en caso de que un alumno resulte aprobado o reprobado, se registren los resultados en su archivo escolar y recomendará, en su caso, las actividades de recuperación que estime convenientes.

c.2. Participación en proyectos con aplicación tecnológica

Los estudiantes del Doctorado escolarizado tienen la obligación de participar al menos un proyecto de desarrollo de infraestructura tecnológica que desarrolle el CIMAV para centros e instituciones de producción, actividad que busca por excelencia inducir al estudiante hacia la realidad del campo productivo. Es requisito que el alumno presente un reporte de su participación o al menos una propuesta de desarrollo de infraestructura tecnológica, misma que será evaluada por su tutor o por su comité tutorial en su caso, enviando un reporte de los resultados al Comité de Estudios de Posgrado para su dictamen final y registro en el Kardex Escolar.

En el caso del alumno que desarrolle su trabajo experimental fuera del Centro, puede desarrollar su actividad de participación en proyectos aplicados en la misma entidad anfitriona.



VI. FORMA DE ORGANIZACION DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios del posgrado se orienta hacia una práctica curricular centrada en la investigación, eminentemente experimental, en un período de 5 semestres durante el cual se conduce al estudiante en un proceso, que parte de la elaboración de un anteproyecto de investigación doctoral, hasta la construcción de conocimiento de frontera, al través de la práctica investigativa en la línea de indagación que el estudiante elija.

El primer semestre el alumno se propondrá el logro de la aprobación de su proyecto de investigación doctoral y en cada uno de los cinco semestres el alumno elaborará un programa de trabajo congruente a su proyecto de investigación doctoral, bajo la supervisión de su tutor, mismo que se presentará a su comité tutorial para su evaluación, control y seguimiento.

Del segundo al quinto semestre, los objetivos semestrales, derivarán de acuerdo al proyecto de investigación que elija el alumno en lo concreto. En términos generales se pretende, al través de la práctica investigativa, conducirlo al dominio de las competencias propuestas en el perfil del egresado, en el campo específico de su área de conocimiento.

El objetivo de este enfoque educativo es tendiente a generar semestre a semestre, un auténtico proceso de aprendizaje en el que el alumno, a partir de la práctica investigativa, derive hacia la investigación teórica documental, y de ésta hacia la práctica, de acuerdo a su proyecto doctoral, siempre con la asistencia y la supervisión de su tutor.

Su participación en la asistencia en los proyectos del Plan Estratégico de Investigación del Centro concurrirá en un sentido formativo en el desarrollo de sus competencias, y, en su actividad en los Seminarios de Investigación Doctoral, se propiciarán sus capacidades de comunicación de la experiencia de su práctica investigativa, así como de los resultados de su proyecto de investigación doctoral.

El alumno que desarrolle su proyecto de investigación fuera del Centro, deberá sujetarse a la carga académica definida en el plan bajo la supervisión ya señalada insertándose como asistente en los proyectos afines de su entidad anfitriona y participando en los seminarios de investigación, de la misma, para el logro señalado en el párrafo anterior.

LINEAS DE INVESTIGACION:

Se presentan 8 líneas estratégicas de carácter institucional, y 2 mas 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:

1. **Materiales Funcionales.**
2. **Deterioro de Materiales**
3. **Integridad Mecánica y Análisis de Riesgo.**
4. **Recubrimientos**
5. **Beneficio de Minerales**
6. **Materiales Catalíticos Nanoestructurados**
7. **Materiales Compuestos Base Polimérica.**
8. **Simulación Computacional de Materiales y Procesos.**
9. **Simulación computacional de materiales nanoestructurados y bionanoestructurados.**
10. **Producción de Hidrógeno y Celdas de Combustible.**



1.- MATERIALES FUNCIONALES

Objetivo:

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

Problemática a resolver:

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

Tendencias científicas y tecnológicas 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.

Situación del mercado nacional:

OFERTA	DEMANDA
La oferta nacional de sensores, actuadores y sistemas magneto electromecánicos es limitada	Existe una variada demanda en diferentes tipos de sensores, actuadores y sistemas magneto electromecánicos industriales

Situación del mercado mundial:

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

Perspectivas de comercialización de la línea:

El desarrollo de nuevos materiales ferro -magnéticos, -eléctricos y -elásticos y sus combinaciones permitirá implementar sensores, actuadores y sistemas magneto electromecánicos 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 magneto electromecánicos.

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.

Financiamiento por agencias de apoyo a la ciencia :

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

Estrategia general para el desarrollo de la línea:

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 magneto electromecánicos.
- 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.

Estrategia general para incorporación y desarrollo de recursos materiales y humanos.

EQUIPO DISPONIBLE	EQUIPO REQUERIDO
Ver listado de equipos disponibles en página web de CIMAV	Equipos para la medición de propiedades físicas en capas ferromagnéticas y ferroeléctricas. Equipos complementarios de síntesis de materiales
PERSONAL CONTRATADO	APOYO REQUERIDO
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	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.



2.- DETERIORO DE MATERIALES

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.

Problemática 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.

Tendencias científicas y tecnológicas 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.

Situación del mercado nacional:

OFERTA	DEMANDA
<p>La oferta de herramientas tecnológicas se limita a variables convencionales dentro de 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>Es evidente que las plantas industriales están siendo obligadas a tener un mejor control de 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>

Situación 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 críticas 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>

Perspectivas de comercialización de la línea:

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 Análisis, Hartford, M.R.I.,...)

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.
- 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.

Financiamiento por agencias de apoyo a la ciencia :

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

Estrategia general para el desarrollo de la línea:

Metas a Corto Plazo (2005)

- Desarrollo de una herramientas electroquímicas para monitoreo de corrosión en línea en alta y baja temperatura.
- Desarrollo de una herramientas 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 trasportan hidrocarburos
- Caracterización electroquímica de sistemas acuosos en la industria de procesos
- Diseño e inspección en sistemas de protección catódica en tuberías
- Puesta apunto 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.

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

EQUIPO DISPONIBLE	EQUIPO REQUERIDO
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 Aleado Mecánico Laboratorio de Atomización de Metales Laboratorio de Recubrimientos	Medidores de flujo de aire y gases. Compresores de aire de alta capacidad. Equipo de computo Horno con calentamiento eléctrico Equipo de Abrasión Tacómetro digital Motores de velocidad variable



PERSONAL CONTRATADO	APOYO REQUERIDO
Dr. Alberto Martínez Villafañe Dra. Citlalli Gaona Tiburcio Dr. Facundo Almeraya Calderón Dr. Miguel Angel Neri Flores Dr. Alberto Díaz Díaz Dr. José G. Chacón Nava M.C. Víctor Orozco García M.C. Adán Borunda Terrazas M.C. Caleb Carreño G. Lic. Jair Lugo Cuevas Ing. Gregorio Vázquez Olvera	1 Técnico Académico con especialidad en protección catódica (a corto plazo) 1 Doctor en Ciencia de Materiales (Especialidad en Corrosión) 1 Técnico Académico (a mediano plazo) 2 Doctores en Ciencia de Materiales (Especialidad en Corrosión) 2 Técnicos Académicos (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.



3.- INTEGRIDAD MECANICA Y ANALISIS DE RIESGO

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.

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.

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.

Situación del mercado nacional:

OFERTA	DEMANDA
<p>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.</p>	<p>Empresas como PEMEX son las más habituadas a realizar análisis de integridad mecánica, la ESIQIE-IPN y COMIMSA les brindan este servicio.</p> <p>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.</p>

Situación del mercado mundial :

OFERTA	DEMANDA
<p>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.</p>	<p>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.</p>

Perspectivas de comercialización de la línea:

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.

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.

Estrategia general para el desarrollo de la línea:

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

Estrategia general para incorporación y desarrollo de recursos materiales y humanos.

Equipo disponible	Equipo requerido
Máquina universal mts 5 toneladas	Mordazas para pruebas de mecánica de fractura (pruebas con probetas sent: single edge notched tensile specimens)
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 corrosión electroquímica	
Personal contratado	Apoyo requerido
Dr. Alberto martínez villafañe	1 doctor en ingeniería mecánica
Dr. Facundo almeraya calderón	1 técnico académico
Dr. Miguel angel neri flores	
Dr. Alberto díaz díaz	
Dr. José g. Chacón nava	
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.



4.-RECUBRIMIENTOS

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.

Problemática 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.

Tendencias científicas y tecnológicas 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.

Situación 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.

Situación 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.

Perspectivas de comercialización de la línea :

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.

Financiamiento por agencias de apoyo a la ciencia :

Conacyt, gobierno estatal, sector empresarial.

Estrategia general para el desarrollo de la línea :

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).

Estrategia general para incorporación y desarrollo de recursos materiales y humanos.

Equipo disponible	Equipo requerido
<p><i>Laboratorio de corrosión asistida por esfuerzo</i></p> <p>Laboratorio de deterioro de materiales en alta temperatura Laboratorio de corrosión electroquímica Laboratorio de ensayos no destructivos Laboratorio de recubrimientos</p>	<p>Sistema hvof</p>
Personal contratado	Apoyo requerido
<p>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</p>	<p>1 técnico académico (a corto plazo)</p> <p>1 doctor en ciencia de materiales 1 técnico académico (a mediano plazo)</p> <p>1 técnico académico (a largo plazo)</p>

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

5.- BENEFICIO DE MINERALES

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.

Problemática 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.

Tendencias científicas y tecnológicas 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.

Situación del mercado nacional :

Oferta	Demanda
Desarrollos científicos y tecnológicos para minerales refractarios.	Fundos con minerales refractarios no explotados en el país, específicamente en estados como chihuahua, san luis potosí, zacatecas, sonora, sinaloa, guerrero y otros.

Situación del mercado mundial:

Oferta	Demanda
Desarrollos científicos y tecnológicos para minerales refractarios	Fundos 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.

Perspectivas de comercialización de la línea :

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, CINVESTAV 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.

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.

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.

Estrategia general para incorporación y desarrollo de recursos materiales y humanos.

Equipo disponible	Equipo requerido
Celda y columna de flotación, incubadoras, equipo para preparación de minerales, autoclaves, microscopios ópticos y electrónicos, equipos para metalografía, dfrx y frx, balanzas, etc.	Campana de flujo laminar, 2 celdas de flotación, zetámetro, medidor de oxígeno disuelto y conductividad, potenciómetro para ion selectivo.
Personal contratado	Apoyo requerido
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.	Un maestro en geología. Un técnico en preparación de muestras.

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.



LINEA DE INVESTIGACION: MATERIALES CATALÍTICOS NANOESTRUCTURADOS

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.

Problemática 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.

Tendencias científicas y tecnológicas 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.

Situación del mercado nacional:

Oferta	Demanda
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.	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.

Situación 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.

Perspectivas de comercialización de la línea:

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.

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.

Estrategia general para el desarrollo de la línea:

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.

Estrategia general para incorporación y desarrollo de recursos materiales y humanos.

Equipo disponible	Equipo requerido
<p>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/tpv 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>1 extrusor para preparación de catalizadores 1 autoclave para escalamiento a planta piloto 1 balanza termogravimétrica 2 hornos tubulares para síntesis de materiales</p>
Personal contratado	Apoyo requerido
<p>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>Dra. Lorena alvarez Ing. Federico cordero</p>



MATERIALES COMPUESTOS BASE POLIMÉRICA

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.

Problemática 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.

Tendencias científicas y tecnológicas 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.

Situación del mercado nacional:

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

Situación del mercado mundial:

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

Perspectivas de comercialización de la línea:

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 (vission, delphy, trw), electrónica (foxconn, philips), eléctrica (condumex, conductores del norte), de la construcción (cemex, cementos de chihuahua), minería (peñoles), etc.

c) Competidores potenciales nacionales.

Unam, ciqa, 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.

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.

Estrategia general para el desarrollo de la línea:

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.

Estrategia general para incorporacion y desarrollo de recursos materiales y humanos.

Equipo disponible	Equipo requerido
Laboratorio de reología Laboratorio de procesamiento de polímeros Laboratorio de sensores poliméricos. Laboratorio de química de polímeros. Laboratorios de química computacional y de simulación por computadora de procesos.	Microscopia de fuerza atómica. Analizador raman. Cuartos limpios. Reómetros Análisis espectroscópico. Equipo de evaluación eléctrica.
Personal contratado	Apoyo Requerido
Dr. Alfredo márquez lucero Dr. Daniel glossman mitnik Dr. Rigoberto ibarra gómez Dr. Ignacio martín domínguez Dr. Antonino perez 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	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.



6.-SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE MATERIALES Y PROCESOS

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.

Problemática 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.

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. Esto es una tendencia que lleva varias décadas desarrollándose en los países industrializados, pero que en nuestro país aun es incipiente.

Situación del mercado nacional:

Oferta	Demanda
Unam, ubep, uam, cimav	Industrias; farmacéutica, automotriz, electrónica, de la construcción, enseres domésticos, medicina, etc.

Situación del mercado mundial:

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

Perspectivas de comercialización de la línea:

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, buep, 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.

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.

Estrategia general para el desarrollo de la línea:

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.

Estrategia general para incorporación y desarrollo de recursos materiales y humanos.

Equipo disponible	Equipo requerido
Laboratorios de química computacional y de simulación por computadora de procesos.	Una infraestructura computacional más robusta.
Personal contratado	Apoyo requerido
Dr. Alfredo Márquez Lucero Dr. Daniel Glossman Mitnik Dr. Ignacio Martín Domínguez Dr. Antonino Pérez	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.



Simulación computacional de materiales nanoestructurados y bionanoestructurados

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.

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.

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 tio₂
- 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 h₂ y su aplicación directa a celdas de combustible (cc). • generación de h₂ para cc mediante procesos convencionales mas eficientes • fuentes alternas de generación de h₂ (biomasa, basura) • purificación de h₂ (h₂s, co, hcl, etc) para cc • almacenamiento eficiente de h₂ (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 h₂ - celda estas tendencias de la industria arriba mencionadas, pueden ser sintetizadas en un plan encaminado en un sistema que integre la producción de h₂, 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 h₂-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 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.

Creditos del plan de estudios.

- Doctorado 150 créditos (5 semestres)

Distribucion de las actividades academicas:

ACTIVIDADES	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	TOTAL
	I	II	III	IV	V	
PROYECTO DE INVESTIGACION DOCTORAL						1
ASISTENCIA EN PROYECTOS DE INVESTIGACION *	1	1	1	1	1	5
SEMINARIO DE PROYECTO DE INVESTIGACION *	1	1	1	1	1	5
DESARROLLO PROYECTO APLICADO *	0	0	0	0	1	1
SEMINARIO FINAL DEPARTAMENTAL *	0	0	0	0	1	1
PROYECTO DE TESIS DOCTORAL *	0	0	1	0	0	1

* estas actividades son requisito para titulación y no tienen valor crediticio

A continuación se presenta el mapa curricular **MAPA CURRICULAR**

DOCTORADO EN CIENCIA DE MATERIALES

SEMESTRE	Física y química de materiales	cerámicos y beneficio de minerales	Deterioro de materiales e integridad estructural	Metalurgia física	ingeniería y procesos de manufactura	Nano tecnología
I	PRACTICA INVESTIGATIVA I					
II	PRACTICA INVESTIGATIVA II					
III	DESARROLLO EXPERIMENTAL I					
IV	DESARROLLO EXPERIMENTAL II					
V	ELABORACION DE TESIS					

VIII: PLAN DE ESTUDIOS MODALIDAD ESCOLARIZADA

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES AVANZADOS Doctorado en ciencia y tecnología ambiental

Septiembre 2005
Vigencia

Poseer un grado equivalente a maestría en ciencias con especialidad afin a la ciencia de materiales

Antecedentes académicos de ingreso del alumno

Tipo de ciclo		<u>Semestral</u>				
		<u>18 Semanas</u>				
Duracion del ciclo (semanas efectivas de clase)						
Clave DGES:						
LISTA DE ASIGNATURAS	SERIA CION N	HORAS TEORIA	SEMANALES PRACTICA	CREDITOS	LABORATORIO	
1er. Ciclo						
Practica investigativa I	0101	0	30	30	L	
Suma semestral		0	30	30		
2o. Ciclo						
Practica investigativa II	0202	0101	0	30	L	
Suma semestral		0	30	30		
3er. Ciclo						
Desarrollo experimental I	0303	0202	0	30	L	
Suma semestral		0	30	30		
4o. Ciclo						
Desarrollo experimental II	0404	0303	0	30	L	
Suma semestral		0	30	30		
5°. Ciclo						
Elaboracion de tesis	0505	0404	0	30	L	
Suma semestral		0	30	30		
Total de creditos				150		



VIII: FLEXIBILIDAD CURRICULAR

Seminarios de proyectos

Asistencia al seminario de proyectos de investigación en ciencia de materiales cada semestre. Los alumnos que desarrollen su proyecto en laboratorios industriales, asistirán a los seminarios técnicos de dichos laboratorios. Con más de cuatro faltas recibirán amonestación y cubrirán las actividades complementarias que le asigne el coordinador del seminario.

Proyectos aplicados tecnológicos

Los alumnos del doctorado tienen como requisito participar al menos, en un proyecto de aplicación tecnológica en un centro productivo, presentando un reporte de su intervención, en el caso de no incorporarse en un proyecto de esta naturaleza, podrá presentar una propuesta de desarrollo de infraestructura tecnológica, misma que será evaluada por el comité tutorial correspondiente, presentándose los resultados al comité de estudios del posgrado.

Seminario final departamental

Los alumnos deberán, previa a la definición de una fecha para la presentación y defensa de su examen de grado, presentar ante la comunidad académica en la cual se encuentre adscrito durante su formación doctoral, un seminario final de los resultados de trabajo doctoral, donde un comité de pares lo evaluará y en caso de haberlas, formulará observaciones y recomendaciones que enriquezcan la versión final de su tesis; dependiendo de ellas, el comité de pares tendrá la autoridad para recomendar o no la presentación del examen de grado.

IX. SISTEMA TUTORAL

A cada uno de los alumnos inscritos en programas del doctorado se les asignará un comité tutorial del cual será componente el director de tesis, que lo asistirá directamente en los términos establecidos en el reglamento de estudios de posgrado.

Requisitos para tutores

Podrá ser tutor cualquier investigador del cimav o de otra institución, que sea acreditado por el comité de estudios de posgrado, en los términos establecidos en el reglamento de estudios del posgrado.

Funciones tutorales

El tutor tendrá la responsabilidad de establecer, junto con el alumno, el plan individual de actividades académicas que éste seguirá, de acuerdo con el plan de estudios, y en su caso, de dirigir la tesis de grado.



El comité tutorial tendrá las funciones establecidas en el reglamento de estudios del posgrado.

Tutor inicial

Todo alumno del posgrado tendrá en todo momento un tutor designado, al ingresar se le asignará un tutor inicial con la función de asesorar al estudiante en las decisiones que habrá de tomar al inicio de su formación.

Podrá ser el responsable de un programa de investigación o a quien designe el comité de estudios del posgrado con el objeto de guiar o sugerir al estudiante acerca de la vida académica del posgrado: los criterios académicos y calendarios que rigen las actividades, su misión, conjunta con el comité de ingreso será:

- a) Evaluar los puntos débiles y/o fuertes de la formación académica y personalidad del alumno.
- b) Asesorar al estudiante a definir su programa inicial de trabajo, seleccionar su línea de investigación de acuerdo a sus objetivos académicos, y a elegir su tutor de investigación.

Tutor y supervisor del trabajo de investigación

Al principio del segundo semestre de permanencia, el alumno presenta a la jefatura de la división del posgrado una lista de tres miembros del programa, asesorado por su tutor inicial, de entre los cuales, el coordinador del posgrado designa y se reemplaza de inmediato al tutor inicial, el alumno puede optar por su cambio en cualquier momento aunque después del cuarto semestre, anexará a su solicitud una justificación para el cambio, acatándose lo previsto en el reglamento de estudios del posgrado.

Forma de trabajo en la sesiones de tutoría

La relación alumno-tutor funcionará en base a reuniones periódicas que permitan detectar necesidades académicas y programar avances en función a los intereses y personalidad del estudiante.

X. SISTEMA DE EVALUACIÓN

El doctorado del **cimav** se caracteriza por el carácter colegiado de sus evaluaciones, el cual tiene como propósito garantizar la excelencia de sus resultados.

El comité tutorial integrará las evaluaciones de los reportes mensuales con el semestral y emitirá su recomendación al comité de estudios del posgrado, que ratificará, en su caso, o emitirá el dictamen correspondiente, para su registro en kardex, sujetándose el alumno a las medidas remediales que pudieran recomendársele realizar.

XI. NORMAS PARA LA EVALUACION CURRICULAR

La actualización de los planes y programas de estudio se realizará a partir de evaluaciones periódicas. Estas evaluaciones se realizarán mediante técnicas de valoración curricular que permitan determinar su validez interna como externa.

La jefatura departamentos del posgrado convocará cada tres años al comité de estudios del posgrado a integrar una comisión de evaluación curricular, en la que participarán alumnos egresados, profesores y asesores de otras instituciones de investigación como de la industria.

Esta comisión de evaluación curricular valorará específicamente aspectos como:

- a) Vigencia y congruencia de la fundamentación y estructura académica del plan de estudios, en relación con los avances del conocimiento y con las necesidades de la institución y del país.
- b) Congruencia entre competencias planteadas y la organización del plan de estudios.
- c) Suficiencia de los recursos con que se cuenta.
- d) Número de alumnos que ingresan con relación al número de alumnos egresados.
- e) Congruencia entre las competencias planeadas, los conocimientos y capacidades que adquirieron los alumnos que los cursaron.
- f) Operacionalidad de la metodología educativa, en lo particular de la relacionada con la práctica investigativa.
- g) Vigencia de las líneas de investigación.



PROGRAMAS DE ESTUDIO

NOMBRE DE LA ASIGNATURA :

PRACTICA INVESTIGATIVA I

CICLO, AREA O MODULO :

PRIMER SEMESTRE

CLAVE DE LA ASIGNATURA :

101

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno definirá el problema de su objeto de investigación, a partir del cual asentará las bases de su proyecto de investigación doctoral, cumpliendo los requisitos de pertinencia, originalidad e innovación.

TEMAS Y SUBTEMAS :

- El protocolo de investigación
- Identificación, delimitación y definición del problema de investigación
- El marco teórico de la investigación

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE :

El alumno desarrollará en este semestre el inicio de su proyecto de investigación con una profunda y exhaustiva revisión documental de su objeto de estudio, tendiente a la elaboración de su protocolo de investigación.

Seleccionará, identificará e iniciará la definición de la problemática de investigación que será objeto de su proyecto de investigación

Elaborará al término del semestre su informe de avance en el desarrollo de su protocolo de investigación.

MODALIDADES DE EVALUACION DE LA ASIGNATURA :

El comité tutorial que supervisa permanentemente el desarrollo del proyecto de investigación del estudiante evaluará su desempeño contrastando los resultados de su actividad semestral contra el plan de trabajo semestral que presenten los alumnos al inicio de semestre debidamente avalados por su tutor personal.

BIBLIOGRAFIA :

La bibliografía estará asociada a la línea de investigación en la que se ubique el proyecto de investigación doctoral, siendo supervisada por el comité tutorial y en su caso ampliada y actualizada según el avance actual del estado del arte en cada objeto de conocimiento.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA :

PRACTICA INVESTIGATIVA II

CICLO, AREA O MODULO :

SEGUNDO SEMESTRE

CLAVE DE LA ASIGNATURA :

202

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno realizara la presentación y defensa de su proyecto de investigación doctoral ante su comité tutorial.

TEMAS Y SUBTEMAS :

- Formulación del protocolo de investigación doctoral
- Formulación de hipótesis de investigación
- Estrategias metodológicas
- Selección de procesos experimentales

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE :

El estudiante culminara con el proceso de definición de su problemática de investigación, integrara de su revisión documental el estado del arte asociado a su problemática de investigación, formulara sus hipótesis de investigación así como determinara las estrategias metodológicas y experimentales de su proyecto y presentará debidamente calendarizado el plan de trabajo completo para el desarrollo de su protocolo de investigación.

MODALIDADES DE EVALUACION DE LA ASIGNATURA :

El comité tutorial que supervisa permanentemente el desarrollo del proyecto de investigación del estudiante evaluara su desempeño contrastando los resultados de su actividad semestral contra el plan de trabajo semestral que presenten los alumnos al inicio de semestre debidamente avalados por su tutor personal

BIBLIOGRAFIA :

La bibliografía estara asociada a la línea de investigación en la que se ubique el proyecto de investigación doctoral, siendo supervisada por el comité tutorial y en su caso ampliada y actualizada según el avance actual del estado del arte en cada objeto de conocimiento.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA :

DESARROLLO EXPERIMENTAL I

CICLO, AREA O MODULO :

TERCER SEMESTRE

CLAVE DE LA ASIGNATURA :

303

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno desarrollara la infraestructura experimental y/o modelos teoricos para el estudio de su objeto de conocimiento, asegurando la obtención de los datos que le permitan evaluar sus diferentes hipotesis de investigacion basica y aplicada.

TEMAS Y SUBTEMAS :

- Integracion de la infraestructura experimenta y o modelos teoricos originales, basados en el diseño, construccion e instrumentación del proyecto.
- Selección, adquisición, diseño de equipos, prototipos, instrumentos.
- Definicion de las estrategias de muestreo.
- Validacion del equipo experimental propuesto.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE :

Conforme a su protocolo de investigacion, el estudiante realizara la preparacion de su infraestructura experimental y/o de su modelo teorico, seleccionara los equipos, prototipos e intrumentos que utilizara en su fase experimental, en su caso diseñando aquellos que por las características de su propuesta de investigación se requieran. Utilizara las herramientas estadísticas pertinentes a su proyecto, para la determinacion de la confiabilidad de sus datos experimentales. Aplicara las tecnicas de muestreo necesarias, asegurando la validez en la medicion de sus datos experimentales. Realizara las pruebas de puesta a punto de su equipo experimental.

Iniciara el desarrollo de su fase experimental y preparará al termino del semestre su informe para el comité tutorial, acerca del avance de su proyecto de investigacion.

MODALIDADES DE EVALUACION DE LA ASIGNATURA :

El comité tutorial que supervisa permanentemente el desarrollo del proyecto de investigacion del estudiante evaluara su desempeño contrastando los resultados de su actividad semestral contra el plan de trabajo semestral que presenten los alumnos al inicio de semestre debidamente avalados por su tutor personal

BIBLIOGRAFIA :

La bibliografia estara asociada a la linea de investigación en la que se ubique el proyecto de investigacion doctoral, siendo supervisada por el comité tutorial y en su caso ampliada y actualizada según el avance actual del estado del arte en cada objeto de conocimiento.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA :

DESARROLLO EXPERIMENTAL II

CICLO, AREA O MODULO :

CUARTO SEMESTRE

CLAVE DE LA ASIGNATURA :

404

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El estudiante culminara la fase experimental de su proyecto de investigación, asegurando la validez y confiabilidad de los datos recolectados en la misma.

TEMAS Y SUBTEMAS :

- Desarrollo experimental
- Observacion de sus pruebas experimentales
- Observacion de las corridas de modelos teoricos
- Contrastacion de datos experimentales contra datos teoricos (pruebas parametricas)
- Estudio de la influencia de condiciones de operación sobre el proceso de estudio.
- Integración de datos para la interpretacion

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE :

El estudiante continuara con su fase experimental, variando los parámetros operativos de interés para establecer el comportamiento de del proceso de estudio y lograr una mejor comprensión fundamental del mismo, realizara las pruebas paramétricas a partir de sus datos experimentales y teóricos. Determinara la repetitividad y confiabilidad de sus datos para asegurar la validez de la metodología experimental.

Integrara la presentacion y organización de sus datos para una posterior interpretación de los mismos

MODALIDADES DE EVALUACION DE LA ASIGNATURA :

El comité tutorial que supervisa permanentemente el desarrollo del proyecto de investigacion del estudiante evaluara su desempeño contrastando los resultados de su actividad semestral contra el plan de trabajo semestral que presenten los alumnos al inicio de semestre debidamente avalados por su tutor personal

BIBLIOGRAFIA :

La bibliografia estara asociada a la linea de investigación en la que se ubique el proyecto de investigacion doctoral, siendo supervisada por el comité tutorial y en su caso ampliada y actualizada según el avance actual del estado del arte en cada objeto de conocimiento.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA :

ELABORACION DE TESIS

CICLO, AREA O MODULO :

QUINTO SEMESTRE

CLAVE DE LA ASIGNATURA :

505

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El estudiante redactara su tesis doctoral para su presentación y defensa.

TEMAS Y SUBTEMAS :

Interpretacion de los datos experimentales
Interpretacion de los datos del modelo teorico
Determinacion de las contribuciones originales e innovadoras del estudio.
Formulacion de las conclusiones de la investigacion
Establecimiento de los alcances, limitaciones y recomendaciones.
Redaccion del trabajo de tesis

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE :

El estudiante realizara la interpretacion de sus datos experimentales y/o del modelo teorico, comparandolos con su acervo documental. Establecera las contribuciones originales e innovadoras derivadas de los hallazgos cientificos y tecnologicos . Formulara las conclusiones de los resultados de su proyecto de investigacion doctoral estableciendo los alcances y limitaciones del mismo, asi como presentando las recomendaciones pertinentes de estudios posteriores.
Redactara su tesis y la presentara a los miembros de su jurado para las observaciones correspondientes.

MODALIDADES DE EVALUACION DE LA ASIGNATURA :

El comité tutorial que supervisa permanentemente el desarrollo del proyecto de investigacion del estudiante evaluara su desempeño contrastando los resultados de su actividad semestral contra el plan de trabajo semestral que presenten los alumnos al inicio de semestre debidamente avalados por su tutor personal

El comité tutorial autorizara, en su caso, al alumno la presentacion de su tesis ante los jurados designados por el comité de estudios del posgrado para su evaluacion final.

BIBLIOGRAFIA :

La bibliografia estara asociada a la linea de investigación en la que se ubique el proyecto de investigacion doctoral, siendo supervisada por el comité tutorial y en su caso ampliada y actualizada según el avance actual del estado del arte en cada objeto de conocimiento