



Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.



## **MODELO DE OPERACION DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL**

### **I. ANTECEDENTES**

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

Su enfoque interdisciplinario se orienta en un balance entre la investigación básica, las aplicaciones industriales, así como la formación de recursos humanos de alto nivel, que en este Doctorado cuenta ya con un contexto de Líneas de investigación en curso, infraestructura experimental, así como vínculos con el Sector Productivo.

#### **ENTORNO EDUCATIVO**

En el estado de Chihuahua se analizaron los planes de estudios del Doctorado en Ciencias Ambientales de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en su Instituto de Ciencias, de carreras de licenciatura antecedentes al Doctorado propuesto, tanto en la Universidad Autónoma de Chihuahua, como en el Instituto Tecnológico de Chihuahua, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Chihuahua, la Universidad Regional del Norte, estableciéndose los niveles de formación de los alumnos potenciales, como marco referencial para la definición de los cursos propuestos; así mismo, se analizaron los programas de Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Chihuahua; el de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental opción en Prevención y Control y la opción en Evaluación e Impacto del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey; cabe señalar que el programa de la Universidad Autónoma de Chihuahua se orienta hacia estudios de biorestauración, en tanto que el programa del ITESM, que se imparte en la modalidad de Universidad Virtual, esto es a distancia, se enfoca a estudios de ingeniería particularmente.

La propuesta de este programa de Doctorado del CIMAV integra una concepción global, innovadora, con una infraestructura experimental que asegura la formación de alto nivel, de investigadores aplicados no solo en el campo de la Ingeniería Ambiental sino también en Ciencias Químico-Biológicas y Ciencias de la Combustión, por lo que su oferta educativa ofrece una visión amplia de la comprensión de los procesos ambientales, así como del impacto de la industria sobre el medio, con una alta capacidad de solucionar problemáticas mediante la generación de tecnologías de prevención, control y técnicas de caracterización, modelación y monitoreo de especies contaminantes, en cualquiera de los medios que estos se encuentran.

A partir de una experiencia de integración de 8 Centros SEP-CONACyT, que inició en mayo de 1996 para la creación de un programa a nivel de Doctorado en Ciencias Ambientales, con la participación del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Instituto de Ecología (INECOL), Instituto de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), y el Centro de Investigación en



Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV), se logró enriquecer con un marco de referencia nacional para el desarrollo del Plan de Estudios de este Doctorado y asimismo, con el fin de crear un programa de Posgrado original con impacto Nacional en su propuesta.

## ENTORNO LABORAL

El egresado del Doctorado podrá incorporarse estratégicamente en las áreas de investigación, docencia, así como en el sector productivo, contribuyendo al desarrollo del conocimiento tanto básico como aplicado, con una capacidad de desarrollo de la infraestructura tecnológica que apoye las diferentes áreas ambientales encaminadas a controlar y/o reducir la generación de contaminantes que impacten al ecosistema en cualquiera de sus medios.

Su campo de trabajo se ubica en las siguientes áreas: Consultoría Independiente, Empresas especializadas en estudios y proyectos ambientales, Departamentos y áreas de Ecología y Medio Ambiente de industrias, maquiladoras y empresas de la región Norte, Dependencias Gubernamentales, Universidades y Centros de Investigación. Cabe señalar que una de las características actuales del Estado de Chihuahua es su creciente desarrollo en la industria y en la maquila, lo cual representa una demanda urgente de profesionistas altamente especializados, que se incorporen al aparato productivo, asegurando un desarrollo sustentable en la región.

La Ciencia Ambiental por su naturaleza contribuye al conocimiento, control, evaluación, prevención y predicción de los fenómenos asociados con la formación y el impacto de especies contaminantes que afectan al medio ambiente, la salud y la calidad de vida de la sociedad. Todo ello es resultado de la generación desmedida de descargas y/o residuos industriales, urbanos o rurales y compuestos nocivos derivados de los diversos procesos productivos.

La tecnología ambiental contribuye no solamente con aplicaciones derivadas de la Ciencia Ambiental sino también con el desarrollo de sistemas y equipos de laboratorio para la medición y control con el fin de definir estrategias que prevengan y abatan escenarios críticos de contaminación en aguas, suelos y aire.

Así mismo, el conocimiento avanzado de la tecnología de combustibles impulsa el desarrollo de nuevas ideas que optimicen la eficiencia de los procesos de obtención de energía a partir de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, minimizando las emisiones contaminantes al medio ambiente.

Con lo anterior, se ponen en evidencia las significativas repercusiones después de haberse analizado la oferta educativa del medio así como el entorno laboral en que, los egresados del posgrado podrán incidir en su campo de trabajo, integrándose interdisciplinariamente para el desarrollo de una tecnología autosuficiente y de punta en la región, así como con una alta capacidad de movilidad geográfica.



## II. OBJETIVO GENERAL

El plan de estudios del Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental ofrece a sus egresados una formación de alto nivel académico, caracterizada por cinco aspectos centrales:

- Evaluar y estudiar los fenómenos asociados con la producción, emisión-inmisión y descarga de especies contaminantes para su prevención, evaluación y control, buscando mitigar su impacto al ambiente.
- Generar en los estudiantes un profundo nivel de competencia en el dominio de diferentes metodologías analíticas, experimentales y computacionales, para la caracterización, monitoreo y control de una gran diversidad de contaminantes.
- 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 del sector productivo asegurando el desarrollo sustentable de la región; y
- Formar investigadores con un nivel de originalidad, independencia y metodología científica.

## III. PERFIL DE SUS EGRESADOS

El egresado del Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental deberá adquirir el dominio de las siguientes:

### Competencias cognitivas:

- Dominio de las teorías, metodologías y tecnologías de las Ciencias Ambientales;
- Capacidades metodológicas de la investigación científica, con énfasis en el desarrollo de habilidades heurísticas;
- Conocimiento del contexto, estructura y desarrollo tecnológico del sector productivo y su impacto ambiental;
- Valoración del conocimiento existente en el área de las Ciencias Ambientales: y
- Generación de investigaciones básicas y aplicadas, originales, independientes e interdisciplinarias, que permitan el enriquecimiento de conocimiento de las Ciencias Ambientales

### Competencias instrumentales:

- Dominio eficiente de la operación y manejo de equipo, materiales, instrumentos y laboratorios afines a las Ciencias Ambientales;



- Creación de nuevas técnicas y procedimientos de operación y manejo de equipos, materiales, instrumentos y laboratorios;
- Desarrollo de competencias docentes para la conducción de grupos de aprendizaje de Educación Superior y Posgrado; y
- Desarrollo de nuevas metodologías y tecnologías para la investigación científica en el campo de la Ciencia Ambiental.

#### **Competencias valorales:**

- Enriquecimiento de las dimensiones en valores y actitudes respecto del conocimiento científico;
- Desarrollo de una conciencia ecológica en los quehaceres de investigación y de servicio al sector productivo, con una clara concepción del desarrollo sustentable de la región;
- Caracterización de los valores éticos del hacer científico y profesional;
- Capacidad de liderazgo en el ámbito del conocimiento de los objetos de la Ciencia Ambiental; y
- Capacidad para participar en la formación de investigadores de alto nivel en el campo de la Ciencia Ambiental.

#### **IV. PERFIL DE INGRESO**

##### **Requisitos:**

- a) Haber realizado sus estudios de Maestría en algún área afín de ciencias básicas y/o ingeniería;
- b) Promedio mínimo de 8.5 o su equivalente;
- c) Dos cartas de recomendación sobre su dedicación, responsabilidad, originalidad y capacidad de trabajo independiente; y
- d) Aprobar el procedimiento de admisión que establezca el Comité de Estudios del Posgrado.

##### **Idioma:**

Poseer un nivel de dominio del idioma inglés. En el caso de estudiantes extranjeros, deberán demostrar el dominio del idioma español.

## V. DESARROLLO DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO

### DESARROLLO DE LAS MODALIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Distribución de las actividades académicas:

ACTIVIDADES	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	TOTAL
	I	II	III	IV	V	
PROYECTO DE INVESTIGACION DOCTORAL (PRACTICA INVESTIGATIVA)		1				1
ASISTENCIA EN PROYECTOS DE INVESTIGACION *	1	1	1	1	1	5
SEMINARIO DE PROYECTO DE INVESTIGACION *	1	1	1	1	1	5
PROYECTOS APLICADOS EN EL SECTOR PRODUCTIVO *	0	0	0	0	1	1
PROYECTO DE TESIS DOCTORAL *			1			1

\*Estas actividades son requisito para titulación y no tienen valor en créditos

#### a. *Práctica investigativa.*

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

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

Durante el primer semestre se abocará a la definición de su anteproyecto de investigación doctoral, el cual deberá defender para su aprobación como proyecto, ante su comité tutorial, como requisito para su inscripción al tercer 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 pueden contar con la asesoría de investigadores, que para este caso, deberán estar activos en



el Sistema Nacional de Investigadores, con el nivel I, o bien, que a juicio del Comité de Estudios del Posgrado, estén lo suficientemente calificados, quienes además, avalarán los reportes periódicos del alumno sobre sus avances investigativos.

Los estudiantes entregarán cada mes y por semestre reportes académicos del avance de sus trabajos al tutor quien, en su caso lo avalará para ser turnado a los miembros del 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 kardex 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 dentro del proyecto del Departamento de Medio Ambiente y Energía del CIMAV que esté orientado a la realización de la tesis doctoral.

Las actividades a desarrollar en los trabajos de asistencia a la investigación, fortalecerán la formación del alumno en su práctica investigativa 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. Todas estas actividades deben ser incluidas dentro de los trabajos de investigación conducentes a su tesis para optar por el grado de Doctor.

En el caso de los alumnos que desarrollen su práctica investigativa 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 durante 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 calendarizadas con los alumnos participantes para la presentación de los avances de la investigación, pudiéndose invitar a expertos relacionados con la Ciencia Ambiental, 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 práctica de 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 dos horas/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 kardex escolar y recomendará, en su caso, las actividades de recuperación que estime convenientes.

### ***c.2. Participación en proyectos aplicados en el sector productivo***

Los estudiantes del Doctorado tienen la obligación de participar al menos en un proyecto aplicado en el Sector Productivo que desarrolle el CIMAV en diversos 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 comité tutorial, enviando un reporte de los resultados al Comité de Estudios del Posgrado para su dictamen final y registro en el Kardex Escolar.

En el caso del alumno que realice su práctica de investigación fuera del Centro puede desarrollar su actividad de participación en proyectos de desarrollo de infraestructura en la misma entidad anfitriona.



## **VI. VINCULOS DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION INSTITUCIONAL Y EL PLAN DE ESTUDIOS**

El programa de investigación del CIMAV de acuerdo a su visión y misión, constituye un espacio cuya orientación y objetivo es ofrecer proyectos de investigación básica orientada y aplicada para la formación de recursos humanos de alto nivel, generación de conocimiento novedoso así como de apoyo al desarrollo científico y tecnológico del país.

Dentro del CIMAV, se tienen tres líneas de investigación principales asociadas al programa de posgrado en ciencia y tecnología ambiental: estudios atmosféricos, restauración ambiental y energía. De estas tres líneas primarias se derivan seis áreas, que representan uno de los criterios de definición de los ejes curriculares, mediante los cuales se da la especialización de los alumnos en una rama concreta de la Ciencia y Tecnología Ambiental. En este sentido, los seis ejes curriculares que se fijan para la presente actualización provienen esencialmente de las tres líneas institucionales de investigación fijadas en el plan estratégico 2005 – 2009 del Centro.

En concreto, la línea de investigación estudios atmosféricos da lugar al eje curricular del mismo nombre relacionándose también con el eje curricular radiactividad ambiental.

En cuanto a la línea de investigación restauración ambiental esta da origen a los ejes curriculares contaminación del agua y manejo integral de residuos, coincidiendo también con aspectos del eje curricular radiactividad ambiental.

Finalmente, la línea de investigación en energía está enfocada en el Centro al estudio de la tecnología de los combustibles a la par que también se hace investigación en eficiencia energética térmica en procesos industriales y edificaciones así como la simulación, el diseño y la optimización de sistemas térmicos. Debido a ello se derivaron los ejes curriculares en tecnología de los combustibles y en eficiencia energética.

A continuación se presentan todas las líneas de investigación que se desarrollan con éxito en el CIMAV dentro del Departamento de Medio Ambiente y Energía las cuales provienen de las tres líneas de investigación institucionales, a la par que dan origen a los seis ejes curriculares propuestos en la presenta actualización del Plan de Estudios de la maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental.

### **LINEA: CARACTERIZACION, MONITOREO Y CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.**

#### **Objetivo:**

Estudiar los fenómenos asociados con la producción y emisión de contaminantes para su prevención, evaluación y control con el fin de mitigar su impacto al medio ambiente.

#### **Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:**

Se están desarrollando metodologías de medición de concentración de contaminantes en emisiones, así como modelos matemáticos de la dispersión de las mismas.



El desarrollo de instrumentación para el monitoreo continuo y para evaluación de contaminantes a nivel de piso son constantemente actualizados buscando una confiabilidad y retroalimentación al sistema de operación.

La modelación matemática está incursionando en la utilización de modelos que incluyen la química atmosférica y los efectos de turbulencia en los balances diferenciales de masa, cantidad de movimiento, energía y simulación de la formación de material atmosférico articulado.

Se están elaborando inventarios de emisiones que conlleven a la creación de historiales ambientales en la zona de interés.

Se están desarrollando tecnologías y procesos para el tratamiento de productos de combustión que son contaminantes.

#### **Problemática a resolver:**

La problemática de emisiones contaminantes y su impacto en el medio ambiente que se genera vía diversos procesos de combustión en el sector industrial al utilizar combustibles fósiles como fuente primaria de energía (ejemplos., centrales eléctricas, refinerías, producción de cemento, producción de ladrillos, etc.).

#### **LÍNEA: RADIATIVIDAD AMBIENTAL**

#### **Objetivo:**

Estudiar la radiactividad en el aire, agua de consumo humano y suelo para localizar las áreas con altos registros de radiactividad en las zonas pobladas, evaluar la dosis que recibe la población por distintas causas a través de las diferentes formas de incorporación de radioisótopos, y proponer métodos de remoción de los excesos de radionúclidos en agua, aire y suelo.

#### **Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:**

La Vigilancia Radiológica Ambiental (VRA) se lleva a cabo en primera instancia en los alrededores de las instalaciones nucleares, donde comúnmente se descargan isótopos al medio ambiente. Muchos países realizan la VRA y hacen estudios de reactividad ambiental, con el objeto de establecer los inventarios de radionúclidos presentes como consecuencia de las precipitaciones globales, la extracción de minerales de altos contenidos de elementos radiactivos y para protección de la población en general.

Por otra parte, se desarrollan metodologías de medición de concentración de contaminantes radiactivos en emisiones de las instalaciones nucleares, así como modelos matemáticos de la dispersión de las mismas. Se elaboran inventarios de emisiones que conlleven a la creación de historiales ambientales radiactivos en las zonas de interés. El



estudio y control de la concentración de radón en el aire en locales cerrados forma parte de la estrategia de VRA de todos los países desarrollados.

Así mismo, se desarrollan tecnologías y procesos para el tratamiento de aguas con altas concentraciones de radioisótopos para posibilitar su consumo sin peligro para la salud. También se desarrollan metodologías para la descontaminación de territorios afectados por la minería, las descargas de plantas productoras de combustibles y armas nucleares, y para la reducción de las altas concentraciones de radón en el aire de locales cerrados.

### **Problemática a resolver:**

En las regiones de geología uranífera, y en general en las áreas con gran actividad minera en el presente o en el pasado, así como en industrias de procesamiento de materiales, como puede ser la producción de yeso, suelen presentarse altos contenidos de radioisótopos en el medio ambiente, que pueden afectar a la población a través de la inhalación de gases radiactivos, ingestión de agua, o a través de la cadena alimentaria. Una de las zonas afectadas por estos fenómenos en México es la ciudad de Chihuahua y sus alrededores. En las instalaciones de producción, utilización y disposición de radioisótopos se vierten ciertas cantidades al medio ambiente, que hay que vigilar para proteger a la población. También hay potencialmente actividades ilegales de movilización de desechos radiactivos. Los estudios de radiactividad ambiental y la vigilancia radiológica ambiental se dedican a conocer la contribución de los procesos naturales y artificiales al inventario de radionúclidos para evaluar los posibles daños a la población y sugerir formas de mitigación de los mismos.

### **LÍNEA: CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

#### **Objetivo:**

Identificar problemáticas de contaminación del agua en los diferentes entornos (urbano, rural e Industrial) y desarrollar tecnologías para dar alternativas de prevención y control de contaminantes. Así como fomentar la reutilización y el reciclado aplicando tecnologías convencionales y de punta para lograr un uso sustentable del recurso hídrico.

#### **Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:**

La investigación y desarrollo de tecnologías para tratamiento de agua se esta orientando hacia la aplicación de procesos naturales, biológicos y fisicoquímicos para el tratamiento y reutilización de agua. Dentro de los procesos naturales para la remoción de contaminantes, la fitoremediación a través de humedales artificiales, es una tecnología emergente que se está aplicando con éxito y tiene un gran potencial en el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales y en la remediación de acuíferos. Particularmente su aplicación se está enfocando a la remoción de compuestos recalcitrantes orgánicos e inorgánicos, entre ellos: pesticidas, herbicidas, arsénico, plomo, PCB's, MTBE, etc.

Otra de las tecnologías con las que se ha logrado optimizar la remoción de contaminantes del agua, son los reactores con membranas (microfiltración,



ultrafiltración, osmosis inversa). Estos sistemas acoplados a procesos biológicos (lodos activados y biopelículas) están siendo desarrollados y utilizados ampliamente para el tratamiento de agua residual. La principal ventaja de estas tecnologías es que permiten recuperar agua de alta calidad a través de sistemas compactos.

Dentro de los procesos de desinfección de agua, el uso de la radiación UV de la luz del sol es una alternativa que se esta aplicando actualmente en zonas rurales y marginadas de difícil acceso que carecen de energía eléctrica. Pero requiere mayor investigación para la diversificación de su aplicación y desarrollo tecnológico.

### **Problemática a resolver:**

Las actividades humanas en conjunto con las industriales han generado contaminación de los cuerpos de agua, propiciando con ello una disminución en la calidad del agua disponible. Aunado a esto, los bajos presupuestos económicos asignados por las autoridades para la construcción de plantas para tratamiento de agua potable y aguas residuales ha hecho que la problemática incremente día con día. Por ello es imprescindible desarrollar tecnologías eficientes y de bajo costo que permitan obtener la calidad del agua requerida para contribuir al saneamiento de cuencas.

La carencia de personal calificado para desarrollar nuevas tecnologías hace necesaria la formación de recursos humanos que analicen y propongan alternativas viables a las diferentes problemáticas de contaminación, y uso eficiente del agua en los diferentes sectores socioeconómicos.

El desarrollo económico requiere de satisfactores de avanzada tecnología (fármacos, hormonas, pesticidas) que generan contaminación del agua con compuestos cada vez mas tóxicos, recalcitrantes y persistentes. Por lo que el tratamiento convencional no tiene la capacidad de degradarlos, haciéndose imprescindible la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que puedan minimizarlos y evitar su descarga a los cuerpos receptores.

### **LINEA: MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

#### **Objetivo:**

Analizar problemáticas para el diseño de planes de manejo integral de los residuos. Enfocándose en la investigación para desarrollar alternativas tecnológicas que permitan la minimización, el reuso y el reciclado de los mismos.

#### **Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:**



La nueva filosofía internacional en el manejo de residuos está orientada a evitar en lo posible, la disposición de cualquier tipo de residuo, por lo que es necesario desarrollar tecnologías que permitan minimizarlos, reutilizarlos o reciclarlos en su totalidad. Ello permitirá reducir los espacios requeridos para estos fines y minimizar la contaminación de cuerpos de agua subterránea, suelo y aire generados por la lixiviación de los residuos.

Actualmente se desarrollan estrategias para el manejo integral de cada tipo de residuo con el objeto de lograr una mejor gestión y aprovechamiento de los materiales residuales y con ello lograr la optimización en el aprovechamiento de los recursos y tener un desarrollo sostenible.

El aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos, industriales y agropecuarios como fuentes alternas para la generación de energía es una de las alternativas de desarrollo que actualmente tiene gran importancia a nivel mundial. En particular, se está buscando el uso de procesos térmicos bajo condiciones de operación adecuadas para utilizar residuos tales como neumáticos y aceites lubricantes usados, para su aprovechamiento energético y recuperación de materiales.

El desarrollo de tecnologías para la remediación de sitios contaminados, producto de una mala disposición de los residuos principalmente, es una prioridad a nivel nacional e internacional para la recuperación de suelo y agua.

#### **Problemática a resolver:**

Se cubrirá la falta de personal calificado para el manejo adecuado de residuos en el país conforme a los criterios nacionales e internacionales. Paralelamente, con la formación de jóvenes científicos orientados al desarrollo de tecnologías para la minimización, el reuso y el reciclado de residuos, será posible encaminarse hacia el desarrollo sostenible que exige la sociedad actual.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos como fuente alterna de energía, será un aspecto que se abordará con los estudios de esta línea ya que actualmente el desarrollo de tecnología es incipiente en esta área.

La remediación de sitios contaminados es imprescindible para la recuperación de suelos y acuíferos. Por lo que la investigación se enfocará al discernimiento y desarrollo de nuevas técnicas que permitan optimizar los procesos y tiempos de tratamiento así como los costos involucrados.

#### **LÍNEA: EFICIENCIA ENERGÉTICA**

##### **Objetivo:**

Estudiar los diversos equipos y procesos que utilizan, transforman o transportan energía térmica en la industria, para determinar los factores que influyen en su eficiencia



energética. Desarrollar diseños o modificaciones que incrementen la eficiencia energética de los sistemas de proceso industrial.

Estudiar la factibilidad técnica y económica de sustituir el uso de combustibles fósiles mediante el uso de calor de proceso obtenido directamente del sol.

Estudiar el comportamiento térmico y el confort alcanzado en edificaciones, resultantes de la interacción del mismo con el medio ambiente y sus ocupantes.

Desarrollar modelos que permitan simular el comportamiento físico y económico de dispositivos termo mecánicos interconectados formando sistemas.

### **Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:**

Dada la importancia actual de usar eficientemente los recursos energéticos, en todos los países desarrollados, o en vías de desarrollo, se trabaja activamente a nivel gubernamental, académico e industrial para desarrollar nuevas tecnologías, procesos y sistemas que permitan reducir el consumo energético en la industria.

Actualmente se trabaja en laboratorios de numerosos países en el desarrollo de tecnologías que permitan aprovechar la energía solar en formas más confiables y eficientes, incorporándola a diferentes procesos industriales.

Debido a la importante fracción que representan las edificaciones en el uso global de energía, el estudio del comportamiento energético de edificios es actualmente de interés mundial. La tendencia mundial es hacia el uso de materiales de construcción aislantes, sistemas de acondicionamientos ambientales más eficientes y correctamente seleccionados, utilización de técnicas pasivas para mejorar el comportamiento térmico de las edificaciones (arquitectura bio-climática) y hacia la utilización de energías renovables para suministrar agua caliente y acondicionamiento climático.

En la actualidad el diseño de sistemas térmicos para uso industrial, comercial o doméstico se lleva a cabo mediante simulación en computadora. Para ello se requieren desarrollar modelos de los dispositivos mecánicos a utilizarse, algoritmos de cómputo para la resolución de los sistemas de ecuaciones no-lineales o diferenciales que resultan.

Actualmente se está trabajando en la aplicación de nuevas metodologías para los análisis de los sistemas térmicos, tales como el análisis energético y la "Tecnología Pinch", derivados ambos de la Segunda Ley de la Termodinámica. También se recurre a la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial para la optimización de sistemas térmicos.

### **Problemática a resolver:**

Existe una gran diversidad en los equipos y sistemas utilizados en la industria, y diferentes tipos de industrias. Se requiere sistematizar las metodologías utilizadas para el análisis de los procesos energéticos que ocurren en diferentes ramos industriales. Se deben considerar simultáneamente aspectos no solo técnicos, sino económicos, logísticos y ambientales al buscar soluciones factibles.



Determinación de la tecnología más adecuada para los diferentes procesos industriales. Evaluación de la factibilidad técnica de utilización del calor solar en diferentes procesos y localidades geográficas. Diseño de sistemas que permitan acoplar adecuadamente el suministro de energía a la demanda impuesta por el proceso, debido a la variabilidad de ambos y al posible desfase en el tiempo. Evaluación de la rentabilidad de utilizar calor solar en un proceso industrial y en una localidad dada.

Obtención de modelos confiables de comportamiento térmico de edificios. Simulación horaria de las condiciones climáticas de diferentes localidades geográficas, que permitan evaluar las interacciones del edificio y el medio ambiente por periodos extendidos de tiempo. Evaluación de los flujos de energía resultantes y de los costos por acondicionamiento climático. Evaluación de las condiciones de confort térmico resultantes en los edificios.

Se requiere desarrollar modelos robustos del comportamiento físico de diferentes dispositivos. Desarrollar modelos del comportamiento económico de los sistemas. Desarrollar algoritmos de cómputo para la simulación física y económica de los sistemas, mediante la resolución simultánea de los sistemas de ecuaciones resultantes de los modelos individuales. Se requiere la utilización de métodos de optimización matemática para encontrar el diseño óptimo.

## **LÍNEA: TECNOLOGÍA DE LOS COMBUSTIBLES**

### **Objetivo:**

Estudiar los fenómenos fundamentales de los procesos de conversión de la energía química de los combustibles a energía eléctrica y térmica para poder optimizar, diagnosticar y diseñar sistemas que tengan un impacto mínimo en el medio ambiente.

### **Tendencias tecnológicas mundiales en esta línea:**

No cabe duda que por un largo tiempo, los combustibles fósiles continuarán siendo la principal fuente de energía tanto para el transporte como para las necesidades de nuestra sociedad en general. La combustión, por lo tanto, siendo uno de los procesos más prácticos para extraer la energía de los combustibles, continuará siendo utilizada por un largo tiempo. El problema es que la combustión es el proceso que más contribuye a la contaminación atmosférica. El cambio climático ha creado una fuerte demanda para proponer alternativas que reduzcan las emisiones a la atmósfera, y en particular del CO<sub>2</sub>. Tal es la esencia del protocolo de Kyoto, el cual entró en vigor el 16 de febrero del 2005 y que además requiere:

- I. del fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;
- II. de la investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;



- III. de medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte; y
- IV. de la limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía;

Entre otras cosas, a nivel mundial estos compromisos están propiciando investigación y creciente uso de combustibles alternativos y de celdas de combustible tendientes hacia una economía basada en energía ambientalmente amigable.

Problemática a resolver:

Hacer más eficientes los sistemas de combustión, incluyendo adaptación de sistemas existentes a combustibles alternativos. Contribuir mediante desarrollo tecnológico a la disminución de emisiones atmosféricas provenientes de procesos de combustión. Optimizar la eficiencia del uso de los combustibles, por ejemplo mediante la investigación en celdas de combustible.

## **VII. FORMA DE ORGANIZACIÓN 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 (Practica Investigativa I y II) , hasta la construcción de conocimiento de frontera, al través de la formulación y aplicación metodológica (Desarrollo Experimental I y II) en la especialidad que el estudiante elija, finalmente el último semestre integrara su trabajo de investigación (Elaboración de su Tesis de Grado Doctoral).

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 concreto. En términos generales se pretende, a 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, de la práctica investigativa, derivará a la investigación teórica documental, y de ésta hacia la investigación experimental y de campo, de acuerdo a su proyecto doctoral, siempre con la asistencia y la supervisión de su tutor.



Su participación en la asistencia en los proyectos de Investigación del Centro concurrirá en un sentido formativo en el desarrollo de sus competencias, y en su actividad dentro de 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 práctica 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. Los alumnos egresados del Doctorado podrán desempeñarse en las siguientes aplicaciones:

- Tecnologías de control de la contaminación del aire
- Tecnologías de control de la contaminación del agua
- Tecnologías de tratamiento y disposición de residuos sólidos
- Readecuación de sistemas de combustión en fuentes industriales
- Modelación de procesos industriales para eficientarlos energéticamente
- Sistemas de biotecnología para restauración de sitios contaminados
- Certificación de equipos de caracterización ambiental

A continuación se presenta el mapa curricular MAPA CURRICULAR

#### DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL

SEMESTRE	ESTUDIOS ATMOSFÉRI COS	RADIATIVI DAD AMBIENTAL	CONTAMINA CIÓN DEL AGUA	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS	EFICIENCIA ENERGÉTIC A	TECNOLOGÍ A DE LOS COMBUSTIB LES
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 tecnologia ambiental

Septiembre 2005
Vigencia

Poseer un grado equivalente a maestria en cualquiera de las ciencias basicas y areas afines a la ciencia ambiental

Antecedentes academicos de ingreso del alumno

Tipo de ciclo: Semestral
Duracion del ciclo (semanas efectivas de clase): 18 Semanas
Clave DGES:

Table with columns: LISTA DE ASIGNATURAS, SERIACION, HORAS TEORIA, SEMANALES PRACTICA, CREDITOS, LABORATORIO. Rows include 1er. Ciclo, 2o. Ciclo, 3er. Ciclo, 4o. Ciclo, 5o. Ciclo, and Total de creditos.



## **IX: FLEXIBILIDAD CURRICULAR**

### **Seminarios de proyectos de investigación**

Asistencia al seminario de proyectos de investigación en Ciencia y Tecnología Ambiental cada semestre. Los alumnos que desarrollan 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 en el sector productivo.**

Los alumnos del Doctorado tienen como requisito participar al menos, en un proyecto aplicado en el sector productivo, presentando un reporte de su intervención, en el caso de no incorporarse en un proyecto de esta naturaleza, podrá presentar una propuesta de aplicación en el campo de la producción, misma que será evaluada por el comité tutorial correspondiente, presentándose los resultados al Comité de Estudios del Posgrado.

### **Titulación**

Deberá preparar la presentación de su tesis de grado ante el Jurado aprobado por el Comité de Estudios de Posgrado, para recibir su grado de Doctor en Ciencia y Tecnología Ambiental.

## **X. SISTEMA TUTORAL**

A cada uno de los alumnos inscritos en el programa de Doctorado se les asignará un tutor en los términos establecidos en el Reglamento de Estudios del Posgrado, así como al Comité Tutorial que lo supervisará durante todo el desarrollo del plan de estudios.

### **Requisitos para tutores**

Podrá ser tutor cualquier investigador del CIMAV o de otra institución, que sea acreditado por el Comité de Estudios del 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 este seguirá, de acuerdo con el plan de estudios, así como de dirigir la tesis de grado.

El Comité Tutorial tendrá las funciones establecidas en el Reglamento de Estudios del Posgrado.



## Forma de trabajo en las 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.

## XI. SISTEMA DE EVALUACIÓN

El Posgrado del **CIMAV** se caracteriza por el carácter **Departamental de sus evaluaciones**, el cual tiene como propósito garantizar la excelencia de sus resultados.

Son objeto de evaluación:

- El aprendizaje del alumno
- El desempeño de los tutores
- El plan de estudios

## XII. 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 tanto su validez interna como externa.

La Jefatura del Departamento 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.



## 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 bibliografía 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 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

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

**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