

UNIVERSIDAD DE SONORA

**UNIDAD REGIONAL CENTRO  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**RESUMEN DEL PROYECTO DEL  
PROGRAMA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA:**

**BIOTECNOLOGÍA  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

**HERMOSILLO, SONORA**

**ABRIL 1998**

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto representa el esfuerzo del personal académico y directivo de la División de Ingeniería y, muy especialmente, de la planta docente del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, y de los integrantes de la Comisión de Asuntos Académicos del Consejo Divisional (1994-1996).

El proyecto de posgrado en ciencias de la ingeniería surge en el seno del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, con el objetivo de ofrecer una estructura curricular flexible de los planes de estudio, la cual permita un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles (tanto físicos como humanos), además de lograr un alto grado de interrelación entre los distintos grupos de investigación que conforman las academias del departamento.

Al analizar el proyecto la Comisión de Asuntos Académicos del Consejo de la División de Ingeniería, propuso que este modelo fuera tomado no solo por el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, sino que fuera aplicado para toda la División de Ingeniería. La propuesta fue discutida en el pleno del Consejo Divisional y aprobada en reunión celebrada el 28 de febrero de 1995.

Las ventajas de este modelo de organización son evidentes, destacando entre ellas las siguientes:

- 1) Integración de las líneas de investigación de la división en un proyecto común, lo cual favorece el desarrollo de proyectos de carácter multidisciplinario, conjugando los recursos humanos, materiales y de infraestructura que poseen los distintos departamentos de la División. De esta manera, se tiene una estructura identificada con el cultivo y desarrollo de las disciplinas y ramas que integran el conocimiento y no con las profesiones universitarias, tal y como a la letra lo señala el Estatuto General de la Universidad de Sonora.
- 2) Disminuye significativamente el aspecto administrativo del posgrado. De acuerdo a las perspectivas de crecimiento de la División, dentro del término de 2 a 3 años se tendrían de 5 a 6 programas de posgrado operando de manera individual, con el consecuente aumento del personal de apoyo: secretarías, conserjes, auxiliares, etcétera, además de un coordinador para cada programa.
- 3) Se cumple de mejor manera con los requerimientos de CONACYT y del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad, en cuanto a los requisitos de personal académico con el perfil adecuado, al número de alumnos inscritos en el programa y al equipamiento de los laboratorios.
- 4) Se pueden incorporar nuevas Áreas de Investigación sin las dificultades implicadas en el inicio de un nuevo posgrado.

## **ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS DEL POSGRADO**

### **Objetivos Generales:**

#### En las Especializaciones:

- Profundizar en disciplinas estratégicas de la Ingeniería, proporcionando conocimientos amplios en un área determinada.

#### En la Maestría en Ciencias:

- Conducir a la formación de docentes, investigadores y cuadros profesionales con un alto nivel académico.

El **Programa de Maestría** ha sido diseñado considerando una estructura modular que comprende:

- ◆ Un módulo llamado de materias de formación de investigador, integrado por las materias Investigación y los Seminarios, con las cuales se pretende contribuir a dotar al estudiante con las herramientas que le permitan elaborar el diseño y análisis de un experimento. Las materias consideradas en este módulo serán de carácter obligatorio.
- ◆ Un segundo módulo llamado de materias de formación de ingeniero (**básicas**) con el cual se pretende que toda estudiante tenga una base fuerte complementaria a sus conocimientos de licenciatura en materias básicas de ingeniería.
- ◆ El tercer módulo lo constituyen las materias optativas que serán las que complementen el programa. La selección de estas materias dependerá del proyecto de tesis, así como de los intereses particulares del alumno, y se hará de común acuerdo con el tutor académico, tal y como lo señala el artículo 22 del Reglamento de posgrado.

El programa de maestría se constituirá con un mínimo de tres materias básicas que se seleccionarán de acuerdo al área de interés del estudiante y con tres materias optativas que podrán ser consideradas dentro del paquete ofrecido por la División o bien, en función de lo establecido en los artículos 77 y 78 del Reglamento de Estudios de Posgrado. Se requiere además, cursar las materias de formación de investigador, que consisten en tres seminarios, las materias de investigación el trabajo de tesis.

El posgrado contempla también el **Programa a nivel de Especialización**, para aquellos aspirantes que así lo soliciten al momento de su ingreso. En aquellos programas donde existen intereses comunes entre la especialización y una de las líneas de investigación de la Maestría, **las materias optativas ofrecidas en la Maestría para esa línea formarán parte del paquete de materias de la especialización.**

Además de la posibilidad de cursar materias comunes con los estudiantes de maestría, los alumnos inscritos en los Programas de Especialización deberán llevar el Seminario I, el cual es de carácter obligatorio para todos los alumnos inscritos en el posgrado, tanto para los de Maestría como los de Especialización.

## LINEAS DE INVESTIGACIÓN

Toda Línea de Posgrado Emergente, para ser reconocida en el programa, deberá estar asociada a un grupo de investigación activo o que inicie sus actividades simultáneamente con la línea de posgrado de interés. En ambos casos se deberá de contar con proyectos de investigación debidamente aprobados. Las líneas de posgrado emergentes, así como los programas de las materias, deberán ser aprobados por una comisión académica integrada por el Coordinador de Programa de Posgrado y al menos tres académicos que participen en el mismo.

## ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA

El programa consiste de un total de 102 créditos, que normalmente deberán ser cursados en cuatro semestres, tal y como se indica en el cuadro siguiente:

<b>SEMESTRE I</b>		<b>SEMESTRE II</b>	
<u>Materia</u>	<u>Créditos</u>	<u>Materia</u>	<u>Créditos</u>
BASICA	6	BASICA	6
BASICA	6	OPTATIVA	6
SEMINARIO I	2	SEMINARIO II	2
INVESTIGACIÓN I	<u>10</u>	INVESTIGACIÓN II	<u>10</u>
	24		24
<b>SEMESTRE III</b>		<b>SEMESTRE IV</b>	
<u>Materia</u>	<u>Créditos</u>	<u>Materia</u>	<u>Créditos</u>
OPTATIVA	6	TESIS	25
OPTATIVA	6		
SEMINARIO III	2		
INVESTIGACIÓN III	<u>15</u>		
	29		

## CARACTERÍSTICAS

Las materias investigación I, II y III tienen como finalidad que el alumno inicie su trabajo experimental desde el primer semestre. La idea central es que el alumno dedique obligatoriamente las horas indicadas en la materia al trabajo de laboratorio, bajo la supervisión de su tutor y/o su director de tesis.

La investigación del primer semestre generalmente tendrá como objetivo que el alumno se familiarice con los procesos y técnicas analíticas que utilizará en su proyecto. Sin embargo, puede darse el caso de alumnos que dominen dichos procesos, por lo que pudieran iniciar desde el primer semestre con el trabajo de tesis. Para el segundo y tercer semestres el alumno deberá desarrollar la mayor parte del trabajo de laboratorio o de campo, y el cuarto semestre se dedicará exclusivamente a la tesis, otorgándose a ésta un valor de 25 créditos.

En el Seminario del semestre I se cubrirán tópicos relacionados con los problemas de comunicación científica que incluyen aspectos de organización de la información para presentaciones orales y escritas, selección de material para presentación con ayuda audiovisual y preparación de material para presentación en forma escrita en artículos científicos.

El Seminario del semestre II contempla la elaboración de la antepropuesta de tesis por el estudiante.

El Seminario del semestre III pretende la interrelación con otras áreas del conocimiento vía conferencias, presentaciones de tesis, etc.

Las características de las materias básicas y de las optativas se describieron en las páginas anteriores.

El programa requiere de la elaboración de tesis individual, en la que se muestre un esfuerzo global coherente de investigación, siguiendo una metodología científica. La tesis tiene un valor de 25 créditos .

De acuerdo a lo anterior, el número de créditos se distribuye de la siguiente manera:

Investigación: 35, Seminarios: 6, Básicas 18, Optativas: 18, Tesis 25

En el presente esquema solo las materias Investigación I, II y III; los Seminarios I, II y III, y la tesis son consideradas como obligatorias. De hecho, una de las ventajas es la flexibilidad en la selección de materias dependiendo de la línea de investigación seleccionada y de los intereses particulares del alumno.

Los únicos requisitos de seriación son para las materias de Investigación y los seminarios. Incluso materias como Biotecnología I y Biotecnología II, no se encuentran seriadas necesariamente, ya que dependiendo de la licenciatura cursada y/o de la experiencia académica o profesional, un alumno puede cursar Biotecnología II sin necesidad de haber cursado Biotecnología I.

Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, es obligatorio cursar un mínimo de tres materias básicas y tres materias optativas. Ambos tipos de materias se seleccionarán en acuerdo con el tutor académico.

## **ALTERNATIVAS PARA MATERIAS BÁSICAS**

**El listado de estas materias podrá modificarse en caso de que así lo considere la Comisión Académica del Posgrado, de acuerdo a los Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes y Programas de Estudio.**

- DISEÑO DE EXPERIMENTOS
- PROCESOS DE SEPARACIÓN
- MATEMÁTICAS AVANZADAS
- CINÉTICA AVANZADA
- MÉTODOS NUMÉRICOS EN ING.
- TERMODINÁMICA AVANZADA
- FENÓMENOS DE TRANSPORTE
- MODELACIÓN MATEMÁTICA
- INGENIERÍA DE REACT. CATALÍTICOS
- FÍSICOQUÍMICA DE SUPERFICIES E INTERFASES

## ALTERNATIVAS PARA MATERIAS OPTATIVAS

Estas son las materias optativas considerando la apertura de las líneas de investigación: Biotecnología e Ingeniería Ambiental. La incorporación de nuevas líneas y, por lo tanto, de nuevas materias optativas estará en función de lo dispuesto por el H. Colegio Académico. El listado de estas materias podrá modificarse en caso de que así lo considere la Comisión Académica del Posgrado, de acuerdo a los Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes y Programas de Estudio.

- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
- ABASTECIMIENTO DE AGUAS Y ALCANTARILLADO
- MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL
- SISTEMA DE ALCANTARILLADO
- BIOLOGÍA MOLECULAR
- BIOPROCESOS
- BIOTECNOLOGÍA II
- FUNDAMENTOS DE CULTIVO CELULAR II
- TOXICOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE RIESGOS
- BIOQUÍMICA
- ANÁLISIS QUÍMICO AVANZADO
- QUÍMICA AMBIENTAL
- LEGISLACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL
- MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS
- SOCIOECONOMÍA AMBIENTAL
- INGENIERÍA METABÓLICA
- BIOSEPARACIONES
- BIOTECNOLOGÍA I
- FUNDAMENTOS DE CULTIVO CELULAR I
- BIORREMEDIACION
- INGENIERÍA GENÉTICA
- MICROBIOLOGÍA
- QUÍMICA

## ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

SEMESTRE I		SEMESTRE II	
<u>Materia</u>	<u>Créditos</u>	<u>Materia</u>	<u>Créditos</u>
OPTATIVA	6	OPTATIVA	6
OPTATIVA	6	OPTATIVA	6
PRACTICAS DE LAB. O DE CAMPO I	8	PRACTICAS DE LAB. O DE CAMPO II	8
SEMINARIO I	<u>2</u>	SEMINARIO II	<u>2</u>
	30		30

## CARACTERÍSTICAS

Se requiere cubrir un total de 60 créditos de los cuales 24 corresponden a materias optativas, 4 a seminarios y 32 a prácticas de campo o de laboratorio.

Se requiere además de presentar y aprobar un trabajo terminal individual el cual debe estar relacionado con el desarrollo de una metodología, un diseño, un trabajo experimental concreto o la implementación de un sistema experimental de apoyo a la docencia.

Las materias de seminario tienen una carga teórica de 1 hora/semana/mes, con un valor de 2 créditos cada una.

En el Seminario del I semestre se cubrirán tópicos relacionados con los problemas de comunicación científica que incluyen aspectos de organización de la información para presentaciones orales y escritas, selección de material para presentación con ayuda audiovisual y preparación de material para presentación en forma escrita en artículos científicos. Además, contempla la elaboración de la propuesta de trabajo terminal por el estudiante.

El Seminario del semestre II contempla el desarrollo del trabajo terminal.

Las materias optativas tienen una carga teórica de tres horas/semana/mes, con un valor de 6 créditos cada una.

Las prácticas de laboratorio o de campo tienen una carga de 8 horas/semana/mes, con un valor de 8 créditos en cada uno de los semestres.

### **ALTERNATIVAS PARA MATERIAS OPTATIVAS PARA LA ESPECIALIZACIÓN**

- PRODUCCIÓN LIMPIA
- DESARROLLO SUSTENTABLE
- REINGENIERÍA EN EL DESARROLLO SUSTENTABLE
- ECONOMÍA EN EL DESARROLLO SUSTENTABLE
- SISTEMAS DE COSTOS EN EL DESARROLLO SUSTENTABLE
- ADMINISTRACIÓN EN EL DESARROLLO SUSTENTABLE

### **EQUIVALENCIAS EN LOS PROGRAMAS DE MAESTRÍA Y ESPECIALIZACIÓN**

Debido a las características propias de las líneas de investigación del programa de posgrado, así como de los posgrados existentes en la Universidad de Sonora, es conveniente que las equivalencias con otros programas se establezcan en forma particular para cada línea de investigación que se integre al programa, considerando el contenido de las materias a evaluar, la profundidad con que se cubrieron las mismas, el enfoque teórico o práctico y la línea de investigación que cada estudiante desea. El análisis específico de cada caso deberá realizarse en el seno de La Comisión Académica de Posgrado, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Estudios de Posgrado.

## ***OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

### ***Área de Ingeniería Ambiental y Desarrollo Sustentable.***

El control de la contaminación ambiental es un aspecto de primordial importancia para conservar el equilibrio ecológico y el compromiso entre desarrollo económico y protección del medio ambiente, de tal manera que los planes y proyectos, tanto del gobierno, como de las instituciones Públicas y Privadas lo consideran dentro de las áreas prioritarias. Como consecuencia de lo anterior los objetivos en esta área son:

1. Responder a los retos de vinculación con el entorno que demanda solución a una gran cantidad de problemas relacionados con la conservación del ambiente, mediante el desarrollo de proyectos, principalmente en:
  - a) Ingeniería Ambiental (Diseño de Procesos)
  - b) Plantas de Tratamiento
  - c) Remediación
2. Contribuir a las acciones demandadas en los Encuentros Nacionales relacionados con la Capacitación de Profesionistas ante la Problemática Ambiental.

### ***Área de Biotecnología***

Las perspectivas de aplicación de la biotecnología son bastante prometedoras en los diversos sectores de mayor importancia económica, a saber: agropecuario, alimentario, combate a la contaminación, químico, farmacéutico y de salud. Sin embargo, uno de los factores limitantes para el desarrollo de la investigación biotecnología es la escasa disponibilidad de recursos humanos. De acuerdo a lo anterior, los objetivos en esta área son:

1. Capacitar a profesionistas relacionados con la Biotecnología para el desarrollo de tecnología avanzada.
2. Desarrollo de proyectos de investigación en Biotecnología, particularmente en:
  - a) Bioingeniería: Bioprocesos, Bioseparaciones y Bioreactores.
  - b) Biotecnología: Ambiental, Fermentaciones y Evaluación de Recursos Naturales.
  - c) Sistemas Biológicos: Microbiología Industrial, Ingeniería Genética e Ingeniería Metabólica

## FACTIBILIDAD

### *1. Recursos Humanos.*

#### *Área Básica del Programa de Maestría*

Nombre	Grado	Tiempo de dedicación
Oswaldo Landavazo Gracia	Maestría	50%
Manuel Balcázar Meza	Maestría	100%
Rafael Cabanillas López	Maestría	100%
Ronaldo Herrera Urbina	Doctorado	100%
Victor M. Sanchez Corrales	Doctorado	50%
Francisco Montoy Norzagaray	Doctorado	100%
Guillermo Tiburcio Munive	Maestría	100%
Salvador Aguayo Salinas	Doctorado	100%

#### *Área de Biotecnología del Programa de Maestría*

Benjamín Ramirez W.	Doctorado	15%
Armando Tejada M.	Maestría	40%
Haydeé Yeomans R.	Maestría	100%
Arturo Ruiz M.	Maestría	100%
Esther Carrillo P.*	Especialidad	100%
Marco A. Nuñez E**.	Especialidad	100%
Arturo Aguilar A.***	Especialidad	100%

\* Técnico académico

\*\* Estudiante de Doctorado; se reincorpora en junio de 1998.

\*\*\*Estudiante de Doctorado; se reincorpora en diciembre de 1999.

#### *Materias del área de Ingeniería Ambiental del Programa de Maestría*

Jaime Varela Salazar	Maestría	100%
Gilberto García Navarrete*	Maestría	100%
José María del Castillo A.	Maestría	50%
Arturo Ojeda de la Cruz	Maestría	50%
Manuel de Jesús Sortillón V.	Maestría	50%
Francisco Muñoz Arreola	Maestría	50%

\* Actualmente se encuentra realizando su tesis doctoral.

***Materias de la Especialización en Desarrollo Sustentable.***

Luis Eduardo Velázquez C.	Maestría	100%
Rafael Pérez Ríos	Maestría	100%
Nora Elba Munguía V.	Maestría	100%
Yna M. Dávila Rascón.	Maestría	100%
Miguel Romo Salazar	Maestría	100%
Samuel Galaviz M	Doctorado	20%

***2. Antecedentes Académicos del Programa.***

Las áreas de Ingeniería Ambiental, Desarrollo Sustentable y Biotecnología son consideradas prioritarias para la División de Ingeniería y cuentan con una trayectoria importante en *Investigación y en la Formación de Recursos Humanos*: numerosas Publicaciones Nacionales e Internacionales, Ponencias en Congresos, Organización de Diplomados y Cursos de Actualización, Proyectos de Investigación realizadas, Dirección de Tesis Profesionales. La referencia completa de estas actividades esta disponible en el documento que sustenta la propuesta.

***3. Infraestructura Disponible***

- Biotecnología cuenta con dos laboratorios equipados: Bioprocesos y Bioseparaciones.
- Ambiental y Desarrollo Sustentable tienen los laboratorios del BTU (Bufete Tecnológico Universitario), además de las instalaciones de otros departamento que también cuentan con un área de Ambiental como es el DICTUS.

El equipamiento de estos laboratorios se encuentra enlistado en el documento que sustenta la propuesta del proyecto.

La bibliografía especializada para el programa está integrada a la biblioteca de posgrado del Departamento que recibe 40 publicaciones periódicas y cuenta con un acervo de dos mil volúmenes.

***4. Relaciones con otras Instituciones.***

Actualmente, en estas áreas se tienen relaciones específicas con la Universidad Tecnológica de Michigan, con la Universidad de Arizona, Instituto Tecnológico de Mexicali, UNAM , UAM-Iztapalapa y CINVESTAV.