

UNIVERSIDAD DE SONORA

UNIDAD REGIONAL CENTRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**PROYECTO DE ADECUACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS
DEL POSGRADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA:
INGENIERÍA QUÍMICA**

HERMOSILLO, SONORA

MARZO 2017

Elaborado por:

Dr. Jesús Fernando Hinojosa Palafox

Dr. Manuel Pérez Tello

Dr. Francisco Javier Almendariz Tapia

Dr. Martín Antonio Encinas Romero

Dr. Rafael Enrique Cabanillas López

Dr. Juan Antonio Noriega Rodríguez

CONTENIDO

	Página
PRESENTACION	4
1.0 Antecedentes y Diagnóstico del Programa Actual	6
1.1 Antecedentes	7
1.2 Diagnóstico del Programa Actual	7
2. 0 Proyecto de adecuación Curricular del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería	15
2.1 Relevancia Social y Académica	14
2.2 Pertinencia Teórico-Práctica de la Estructura Curricular y de sus Objetivos	16
2.3 Demanda Social	18
2.4 Ocupación Futura de los Egresados	18
2.5 Líneas y Proyectos de Investigación Asociados al Programa	27
2.6 Número de Alumnos a Atender	28
2.7 Recursos Existentes	29
3.0 Programa de Estudios	40
3.1 Adscripción y Servicios Docentes del Programa	41
3.2 Nombre del Programa	41
3.3 Diplomas y Grados que se Otorgan	41
3.4 Objetivos Generales	42
3.5 Perfil de Ingreso y Egreso de los Estudiantes	42
3.6 Estructura del Plan de Estudios	45
3.7 Número de Créditos por Semestre	54
3.8 Asignaturas	54
3.9 Valor en Créditos del Plan de Estudios	57
3.10 Requisitos y Modalidades de Seriación	57
3.11 Tabla de Equivalencias Respecto al Plan Anterior	59
3.12 Duración Normal del Programa y Duración Máxima	59
3.13 Requisitos de Idiomas	60
3.14 Servicio Social	61
3.15 Modalidades de Titulación	61
3.16 Antecedentes Académicos Requeridos	63
3.17 Sistema de Tutorías	65
3.18 Dirección de Tesis y Jurados de Examen	66
3.19 Requisitos Académicos Particulares del Programa	66

Anexo I: Listado de Asignaturas.

PRESENTACION

El presente documento corresponde al Proyecto de adecuación del plan de estudios del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química con Áreas Disciplinarias en a) Biorremediación y química ambiental, b) Bioprocesos, c) Ingeniería de materiales, d) Metalurgia extractiva y e) Energías renovables.

El presente proyecto de revisión curricular se deriva de las observaciones dadas por los evaluadores designados por Conacyt en las convocatorias de renovación de la pertenencia de la Maestría y el Doctorado al PNP. Este compromiso responde a la necesidad de establecer un programa de posgrado que permita una mayor flexibilidad y que otorguen al estudiante la oportunidad de realizar interacciones con programas similares, en la institución o en otras instituciones nacionales e internacionales.

El Proyecto se estructura en tres apartados generales, uno introductorio que establece los antecedentes de la propuesta, otro referente al fundamento académico y social que constituye el proyecto de revisión curricular y el tercer apartado que comprende todos los aspectos esenciales el programa de estudios propuesto.

Para la elaboración del Proyecto de Revisión Curricular de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería se siguió la política de formar una comisión para guiar la formulación, evaluación y análisis de consistencia de los objetivos y estrategias del programa de posgrado con las establecidas en el ámbito divisional y con las políticas institucionales establecidas en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI). Dicha comisión estuvo integrada por el coordinador del programa de posgrado y académicos de tiempo completo adscritos al programa. Los nombres de los comisionados son los siguientes: Dr. Jesús Fernando Hinojosa Palafox, Coordinador del Programa de Posgrado en Ciencias de las Ingeniería, y los académicos: Dr. Manuel Pérez Tello, Dr. Francisco Javier Almendariz Tapia, Dr.

Martín Antonio Encinas Romero, Dr. Rafael Enrique Cabanillas López y Dr. Juan Antonio Noriega.

El plan estratégico para la elaboración de este proyecto consistió de las siguientes etapas:

1. El Coordinador del Programa de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería instaló la comisión de trabajo integrada por académicos del programa, quienes realizaron reuniones periódicas durante el proceso de elaboración del proyecto.
2. La comisión de trabajo acordó en primer instancia tomar como referencia para la elaboración del proyecto los siguientes documentos:
 - Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes y Programas de Estudio de la Universidad de Sonora.
 - Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora.
 - Proyecto vigente del programa de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería.
 - Manual para la Evaluación de los Programas de Posgrado del CONACYT.
 - Proyecto de Reestructuración del Posgrado de la División de Ingeniería.
 - Lineamientos Generales para un Modelo Curricular de la Universidad de Sonora
3. La comisión de trabajo acordó socializar con los académicos de los núcleos académicos básico y complementario el proyecto de adecuación del plan de estudios.
4. Presentar a la comisión académica del programa el nuevo proyecto.

1.0 ANTECEDENTES Y DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA ACTUAL

1.1 ANTECEDENTES

El Posgrado en Ciencias de la Ingeniería inició su operación en 1998 ofreciendo la Maestría en Ciencias de la Ingeniería con las áreas terminales de Biotecnología e Ingeniería Ambiental.

Con el propósito de mejorar la calidad de los programas de posgrado, recientemente el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia ha venido participando en diversas acciones tendientes a contribuir a mejorar la estructura y funcionamiento del programa de posgrado de la División de Ingeniería.

Como parte de este esfuerzo, y conscientes de la necesidad de homogenizar e integrar los programas de posgrado de la División de Ingeniería, en el año 2002 se participó en la elaboración del “Proyecto de Reestructuración del Posgrado en la División de Ingeniería”. Colateralmente se elaboró el proyecto PIFOP con el objeto de que este programa quedara incluido dentro del padrón del posgrado nacional de calidad. El plan de estudios vigente se aprobó en el año 2007 para cumplir con compromisos institucionales derivados de la evaluación por PIFOP.

Considerando que el plan de estudios actual está próximo a cumplir 10 años y a que ha recibido observaciones durante las evaluaciones para pertenecer al PNPC, se plantea la presente adecuación del plan de estudios. Por un lado se modifican algunos aspectos que darán más flexibilidad y facilidad de operación a los programas de posgrado y se establecen las características que deben de cumplir los profesores-investigadores que pertenecerán a los núcleos académicos básicos y complementarios.

1.2 DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA ACTUAL

Análisis del Programa de Estudio (PE) de Posgrado

En la operación del programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería participan el Coordinador del Programa y la Comisión Académica. Además, las actividades del

posgrado están reguladas por la normatividad vigente derivada de la Ley 4 a través del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora. Asimismo el Consejo Divisional vigila que las acciones derivadas de las decisiones tomadas por la Comisión Académica sean consistentes con los objetivos y estrategias divisionales. Finalmente, el programa se rige en su operatividad en la normatividad específica del programa aprobado por el H. Colegio Académico.

Existen algunos mecanismos e instrumentos institucionales que se utilizan para evaluar las actividades académicas del programa, entre los que se pueden señalar al Comité de Evaluación, indicadores de admisión, evaluación de los profesores por los estudiantes del programa, por el Jefe de Departamento y las academias, la tasa de titulación, entre otros.

Con referencia a los mecanismos e instrumentos para evaluar el proceso de aprendizaje, los profesores adscritos al programa utilizan normas, criterios, indicadores y mecanismos claros para evaluar las actividades de los estudiantes durante sus estudios y al término de los mismos.

La selección de alumnos se realiza atendiendo a una convocatoria, los aspirantes entregan los documentos solicitados en dicha convocatoria para posteriormente ser evaluados en una entrevista por profesores del programa. Una vez dentro del programa el estudiante es supervisado por su tutor y/o director de tesis y su comportamiento se evalúa de acuerdo a sus resultados en exámenes, avance de trabajo de tesis y desempeño semestral. Esto permite detectar con oportunidad problemas que puedan derivar en rezago, abandono de los estudios o a la graduación fuera del tiempo previsto.

Existen evaluaciones semestrales de los profesores del programa por parte de sus alumnos, el Jefe del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia y de la academia a la que el profesor está adscrito.

Análisis de la Planta Académica del PE de Posgrado

Los programas de maestría y doctorado cuentan con un núcleo académico básico de 10 profesores de tiempo completo (PTC) cada uno, todos miembros del SNI.

El núcleo básico de profesores cuenta con amplia experiencia de impartir cursos tanto a nivel Licenciatura como Maestría en temas relacionados con la Ingeniería Química, Metalurgia Extractiva, Ingeniería de Materiales, Biorremediación, Química Ambiental, Bioprocesos y Energías Renovables. Poseen también una amplia experiencia en dirección y realización de proyectos de investigación en colaboración con instituciones tanto nacionales como internacionales. Esto ha permitido una permanente interacción con académicos de otras instituciones lo cual ha favorecido el intercambio de ideas, mejoramiento en el nivel de exigencia de los cursos de los programas, así como asegurar una actualización continua en el manejo de los distintos temas que se ofrecen a los estudiantes y las perspectivas de desarrollo que se proporcionan a los graduados.

Análisis del Plan de Estudios del PE de Posgrado

El plan de estudios del Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería consiste de un total de 100 créditos, que son cursados normalmente en cuatro semestres, mientras que el programa de doctorado consiste de 200 créditos que son cursados en ocho semestres y contemplan las áreas terminales en a) Biorremediación y química ambiental, b) Bioprocesos, c) Ingeniería de materiales, d) Metalurgia extractiva y e) Energías renovables. Como resultado de la autoevaluación se observa que el plan de estudios es adecuado, ya que es pertinente, idóneo, con líneas de investigación claras, congruente, y transparente en cuanto a criterios y mecanismos de evaluación tanto del desempeño docente como estudiantil.

El plan de estudios fue diseñado con una perspectiva integral e interdisciplinaria, el programa es presencial y orientado a investigación. Está soportado por un diagnóstico socioeconómico y el estado del arte en los campos del conocimiento de ingeniería química con áreas disciplinarias en: a) Biorremediación y química ambiental, b) Bioprocesos, c) Ingeniería de materiales, d) Metalurgia extractiva y e) Energías renovables .

Estudios de Seguimiento de Egresados, Estudiantes y Empleadores

Existen mecanismos para el tránsito de la licenciatura al posgrado. A partir del ingreso del programa de posgrado al PNP se ha establecido un programa de seguimiento de

egresados, estudiantes y empleadores. Los resultados de estudios de seguimiento de egresados también sugieren que la evolución del programa es pertinente y su impacto en la planeación estratégica del mismo es positivo. Además, los resultados de estudios de seguimiento de egresados muestran una consistencia en cuanto al campo ocupacional y la formación adquirida en el programa; el análisis de estos resultados ayuda a tomar decisiones estratégicas importantes para la planeación del programa. .

Condiciones para la Impartición del PE de Posgrado

La institución cuenta con una Dirección de Investigación y Posgrado que se encarga de organizar, promover, apoyar y regular la operación de los programas de posgrado. En la operación del programa de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería participan el Coordinador del Programa y la Comisión Académica. Además, las actividades del posgrado están reguladas por la normatividad vigente, derivada de la Ley Orgánica No. 4, a través del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora. Asimismo, el Consejo Divisional vigila que las acciones derivadas de las decisiones tomadas por la Comisión Académica sean consistentes con los objetivos y estrategias divisionales. Finalmente, el programa se rige en su operatividad, en la normatividad específica del programa aprobado por el H. Colegio Académico.

Se cuenta con una infraestructura física en la institución considerada adecuada para el desarrollo del posgrado. El posgrado obtiene ingresos extraordinarios a través de aplicar a concursos o fondos especiales disponibles para la educación superior, entre los que destacan la aplicación anual al Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE), proyectos de investigación con financiamiento externo (Convocatoria de Ciencia Básica, Fondos Mixtos de CONACyT, de atención a problemas nacionales, fortalecimiento de infraestructura científica, etc).

Se tiene acceso además a la biblioteca de investigación y posgrado de la División de Ingeniería, auditorios y otros servicios como Internet.

Recursos Financieros para la Operación del PE de Posgrado

Los Programas de Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias están reconocidos en el Padrón Nacional de Posgrado de CONACyT como consolidado y en consolidación respectivamente. Con estos reconocimientos se cuenta con becas para estudiantes y apoyos extraordinarios para infraestructura de investigación.

Ordinariamente se dispone de una partida presupuestal divisional para el programa y se cuenta también con el apoyo de recursos ordinarios del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia.

Principales Fortalezas y Problemas del PE de Posgrado

Fortalezas. Como resultado de la autoevaluación, el programa de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería tiene las siguientes fortalezas:

- Pertinencia de la planta académica. Se cuenta con una planta docente de alto nivel, que cumple con los criterios establecidos por el PNPC para cada línea de investigación que se tiene en el programa. Además, la planta docente del posgrado atiende también al programa de Licenciatura en Ingeniería Química.
- Los profesores asociados o colaboradores del programa son profesores de tiempo completo de la institución. Esto permite una mayor diversificación e interrelación del profesorado y alumnado del posgrado. Además, la planta académica tiene una amplia experiencia en investigación básica y aplicada de alto nivel.
- Existencia de un plan de estudios flexible. Los alumnos pueden optar por un conjunto de cursos afines al área de investigación seleccionada.
- Infraestructura de espacios físicos adecuada. Se cuenta con infraestructura física en la institución considerada adecuada para el desarrollo del posgrado.

Problemas. Los problemas detectados durante la autoevaluación, se han venido resolviendo con la implementación de programas adecuados de evaluación y seguimiento:

- Aun cuando se reconocen algunas limitaciones presupuestarias, la diversificación del presupuesto a través de una mayor obtención de recursos complementarios por medio de proyectos específicos y convenios de colaboración permitirá solucionar este problema.
- El tiempo de graduación de los estudiantes se requiere reducir, para lo cual se están implementando distintas acciones como son el programa de seguimiento de estudiantes y egresados, y una mayor coordinación de las actividades tendientes a lograr la titulación en tiempo de los egresados.
- Se continuará el fortalecimiento de los académicos del posgrado a través de un programa de evaluaciones periódicas con sus pares correspondientes a nivel nacional. Se buscará además avanzar en los índices que el PNPC requiere referente a miembros del SNI de la planta académica.
- Se establecerá un programa de movilización tanto de estudiantes como de académicos sustentado en esta revisión curricular que coadyuve en la actualización de las actividades del posgrado.
- Se establecerá un programa de actualización de infraestructura que permita planear la adquisición de equipo de laboratorio, necesario para el desarrollo de investigación de vanguardia, en las líneas de trabajo del programa.

2. 0 Proyecto de Adecuación Curricular del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería

2.1 RELEVANCIA SOCIAL Y ACADÉMICA

La creación de la carrera de Ingeniería Química en la Universidad de Sonora, en la década de los sesenta, es considerada, según publicación de la Academia Mexicana de Ingeniería, como uno de los esfuerzos nacionales importantes para contribuir a sostener el creciente desarrollo industrial del país.

A nivel estatal, tanto la creación de la carrera de Ingeniería Química como del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, ambos en la Escuela de Ciencias Químicas, formaron parte de un plan de industrialización promovido por el gobierno del Lic. Luis Encinas Johnson en 1962.

De esta época y hasta 1984, los planes de enseñanza se concentraron a nivel Licenciatura; sin embargo, desde su inicio se contempló la importancia de la función investigación, de tal suerte que una gran cantidad de proyectos fueron instrumentados y desarrollados.

A partir de la creación del CONACYT en 1972, un buen número de egresados decidió realizar estudios de posgrado y aunque esto se hizo en forma aislada, los recursos humanos formados fueron un gran soporte para la carrera.

Parte de estos recursos humanos respondieron constituyendo diferentes grupos de investigación, completamente consolidados en la actualidad; sin embargo, por diferentes razones se separaron de la Escuela de Ciencias Químicas. Otra parte de los recursos humanos se dedicó a consolidar la carrera de Ingeniería Química, la cual desde su nacimiento hasta la fecha ha experimentado siete planes de estudios, existiendo en la actualidad una nueva propuesta en proceso de aprobación.

A partir de 1984 se incursiona en la enseñanza a nivel de posgrado, creándose primeramente la Maestría en Metalurgia Extractiva y posteriormente la Especialidad en Biotecnología. Sin duda, estos dos programas incentivaron el nacimiento de otras áreas, de tal forma que en la actualidad se cuenta con el programa de Ciencias de la Ingeniería con áreas terminales en Biotecnología e Ingeniería Ambiental e interés por Procesos, Energía, Materiales y Metalurgia.

En la normatividad definida por la Ley Orgánica 4 de la Universidad de Sonora, el Departamento es la organización académica básica de las Divisiones, constituido fundamentalmente para la investigación en disciplinas específicas o en conjuntos homogéneos de éstas, así como para desarrollar actividades de docencia y extensión en esas disciplinas. Está constituido por academias que tienen como propósito fundamental apoyar las funciones del departamento.

La Ley 4 señala que los cambios mundiales sin precedentes requieren de una transformación de la institución para responder con oportunidad, calidad y pertinencia a los retos que enfrenta la entidad por su posición geográfica estratégica en las vertientes de inserción de nuestro país en la economía mundial.

Es en este contexto de necesidad de cambios hacia la modernidad en educación y desarrollo, así como de crisis económica, que el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, en su empeño de fomentar la investigación y el posgrado así como la generación de nuevos conocimientos, se ve obligado a buscar esquemas de organización y de trabajo que respondan con la mayor eficacia posible al uso de los recursos económicos, humanos y físicos.

Esta filosofía, difundida a través de las áreas del mismo Departamento, es producto de largas sesiones de trabajo, así como de un cúmulo de experiencias logradas en muy diversos proyectos compartidos al interior. Tal conjunto de ideas centradas en la interacción, la interdisciplinariedad y el beneficio compartido, nos lleva a reorganizar las aspiraciones de desarrollo de todas nuestras áreas Departamentales, estableciendo en forma precisa nuestro crecimiento cualitativo futuro y resultando en una situación organizacional nueva.

La región Noroeste del país ha estado íntimamente ligado a la industria minero-metalúrgica, alimenticia y de manufactura. A diferencia de sus primeros años de operación con una economía cerrada, con la globalización estas industrias han requerido incrementar su competitividad para poder sobrevivir en el mercado. Asimismo, las nuevas regulaciones demandan a dichas empresas que sus procesos cumplan con criterios más estrictos en materia de protección al ambiente. Las recientes reformas estructurales del Estado Mexicano donde el sector energético fue desregularizado originan condiciones

para el surgimiento de empresas dedicadas al ramo y la industria energética, por lo que se demandará personal calificado tanto para el diseño como para la construcción y operación de plantas. Dadas las condiciones climáticas y de ubicación, Sonora presenta un gran potencial en energía solar y otras fuentes renovables que deberán ser aprovechadas para mejorar tanto la disponibilidad de energía, bajar costos de producción, así como integrarse al plan mundial de transición energética que tiene como fin disminuir sustancialmente la generación de CO₂ evitando los efectos de recrudescimiento del efecto invernadero causante del calentamiento global. En este sentido, el programa es pertinente al aportar al sector productivo regional y mundial de recursos humanos con una sólida formación en los principios básicos de la ciencia y la ingeniería, capaces de plantear alternativas con bases teóricas y de acuerdo a una metodología científica. Algunas líneas de aplicación del programa están frecuentemente asociadas con la solución de problemas específicos de los sectores productivo o social de la región (orientación profesionalizante). Sin embargo, en el programa también se realiza investigación sobre temas de vanguardia que representan el futuro de la tecnología mundial; tal es el caso de los procesos biotecnológicos, el aprovechamiento de la energía solar, la síntesis de nuevos materiales, y la optimización de procesos por técnicas avanzadas de supercómputo, entre otras. Tales temas constituyen la materia de trabajo de la orientación a la investigación.

2.2 PERTINENCIA TEÓRICO-PRÁCTICA DE LA ESTRUCTURA CURRICULAR Y DE SUS OBJETIVOS

El Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, consciente de la situación descrita con anterioridad y considerando:

- (a) que la Ley orgánica 4 vigente en la Universidad de Sonora configura al departamento académico como la unidad donde habrá de realizarse la investigación y la docencia a todos los niveles, incluido el posgrado;
- (b) que debido al creciente interés en el surgimiento de nuevas áreas de investigación y posgrado en la Universidad y la necesidad de dar cabida a las creatividades sobre tales nuevas áreas, se requiere racionalizar su desarrollo promoviendo un nacimiento ordenado y sustentable de las mismas, y
- (c) que ante la globalización y la competencia mundial incluso en la educación superior, frente a otras regiones, estados y países, se requieren estructuras de organización

del posgrado que resulten competitivas en costos y en resultados con calidad, manteniendo estándares de excelencia, se ha decidido establecer un conjunto de lineamientos a seguir y políticas a aplicar, específicamente para la instauración de futuros posgrados relacionados al campo de conocimiento de Ingeniería Química. En dichos lineamientos se incluyen las áreas que establezcan sus academias presentes y futuras. Estos lineamientos conducen a la integración de un proyecto de posgrado único Departamental, acorde con el modelo estructural de la División de Ingeniería.

Desde el punto de vista organizacional, el proyecto de posgrado posee las siguientes características y ventajas:

- Capacidad de incorporación de toda actividad de investigación y posgrado ligada al presente proyecto.
- La flexibilidad del posgrado para incorporar nuevas áreas de interés, siendo el grado de incorporación función de su grado de desarrollo.
- El uso compartido y planeado de bibliotecas, aulas, laboratorios, centros de cómputo y toda infraestructura para investigación y posgrado.
- La planta de profesores que puede apoyar el posgrado es más amplia debido a que puede ser compartida con otros campos del conocimiento, lo cual además estimula la interdisciplinariedad.
- En general los recursos económicos y materiales dan mayor rendimiento y la planeación misma se facilita.
- Uso efectivo del personal administrativo asignado al posgrado, evitando duplicidad de funciones.

Desde el punto de vista del estudiante las principales características son:

- Flexibilidad para personalizar su currícula.
- Posibilidad de selección de alternativas de especializaciones atractivas y modernas, pudiendo orientarse hacia la investigación o bien hacia la profesionalización.
- Facilidad para avanzar en los estudios de Especialidad hacia Maestría o bien de Maestría a Doctorado.
- Atención individualizada para el alumno durante todo el programa.
- Disponibilidad amplia de la infraestructura del Departamento y la División.

- Facilidad para la realización y revalidación de actividades académicas en otros posgrados dentro y fuera de la institución.

2.3 DEMANDA SOCIAL

Para este apartado se consideró como universo de estudio la región Noroeste de la ANUIES; es decir los estados de Sinaloa, Sonora, Baja California, Baja California Sur y Chihuahua.

En esta región se imparten 9 programas de Licenciatura en Ingeniería Química o afines (Tabla I). Considerando el número de egresados promedio de los programas de Ingeniería Química, y la experiencia obtenida durante la operación del programa se estima que la demanda sea de alrededor de 10 estudiantes por año. Este número constituye además aquel que puede manejarse adecuadamente con el núcleo académico existente y se ajusta al recomendado por CONACYT y SEP. Ellos constituirán el mercado potencial de este posgrado.

Por otro lado, revisando el padrón del Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad posgrados del CONACYT se observa que en la región Noroeste no existe ningún programa de posgrado para satisfacer esta demanda potencial.

2.4 OCUPACIÓN FUTURA DE LOS EGRESADOS

Los avances científicos, los retos tecnológicos y los aspectos económicos marcarán la pauta en los próximos años para la formación de un nuevo modelo de Ingeniería Química, así como lo que el profesionista, dependiendo del grado académico que ostente, tendrá que desarrollar.

En este proceso evolutivo marca una gran influencia el desarrollo de nuevos materiales que competirán en el mercado mundial en las próximas décadas. La industria biotecnológica, electrónica o la de materiales de alto rendimiento producirán artículos que dependerán críticamente de la estructura y diseño a nivel molecular. Estos productos requerirán procesos de manufactura que puedan controlar precisamente su composición química y su estructura. Estas demandas crearán nuevas oportunidades para los Ingenieros Químicos en el diseño de productos y la innovación de procesos.

**Tabla I. Programas de Licenciatura en Ingeniería Química
o Afines de la Región Noroeste de México**

Institución	Localización	Programa	No. Egresados Anuales*
Universidad Autónoma de Baja California	Baja California	Ing. Química	20
Instituto Tecnológico de Tijuana	Baja California	Ing. Química	10
Instituto Tecnológico de Chihuahua	Chihuahua	Ing. Química	25
Instituto Tecnológico de Parral	Chihuahua	Ing. Química	20
Universidad Autónoma de Chihuahua	Chihuahua	Ing. Química	15
Instituto Tecnológico de Los Mochis	Sinaloa	Ing. Química, Ing. Bioquímica	20
Universidad Autónoma de Sinaloa	Sinaloa	Ing. Química, Ing. Bioquímica	20
Instituto Tecnológico de Sonora	Sonora	Ing. Química	40
Universidad de Sonora	Sonora	Ing. Química	20
* Fuente: comunicación telefónica con cada institución			

Una segunda influencia que contribuirá a las nuevas tendencias de la Ingeniería Química es la creciente competencia que hay en los mercados donde la calidad del producto está siendo cada vez más importante. Si una compañía o país quiere mantenerse competitivo en el mercado químico, debe encontrar nuevas formas de bajar los costos y mejorar la calidad y consistencia del producto. La clave para alcanzar estos objetivos es la innovación en el diseño de procesos, control y operaciones de manufactura.

La tercera influencia que moldeará el futuro de la Ingeniería Química, es la creciente conciencia de la sociedad con respecto a los riesgos de la salud y el impacto ambiental

que tienen la fabricación, transporte, uso y desecho de compuestos químicos. Esta será una importante fuente de retos para el ingeniero químico. La sociedad moderna no tolera la presencia de incidentes como la contaminación de ciudades, ríos, lagos y mares por industrias que manejan compuestos químicos. Esta parte de la profesión deberá actuar como guardián de los productos químicos asegurando su uso seguro.

La cuarta y más importante influencia en el desarrollo de la ingeniería química del mañana es la curiosidad científica de los propios ingenieros químicos. Los investigadores crean nuevos conocimientos y herramientas que influenciarán profundamente el entrenamiento y práctica de la siguiente generación de ingenieros químicos.

El enfoque de la ingeniería química siempre ha sido hacia los procesos industriales que cambian el estado físico o la composición química de los materiales. Los ingenieros químicos están involucrados en las síntesis, diseño, pruebas, operación, control y optimización de estos procesos. El nivel tradicional de tamaño y complejidad de los procesos se conoce con el término de mesoescala. Ejemplos de esta escala incluyen reactores y equipo para operaciones y procesos simples (operaciones unitarias) y combinaciones de operaciones unitarias en plantas de manufactura. Las investigaciones futuras en la mesoescala serán soportadas en forma creciente por los estudios de los fenómenos que tienen lugar a nivel molecular (micro escala) y a nivel de sistemas extremadamente complejos (macro escala).

Los ingenieros químicos del futuro se integrarán a un rango más amplio de escalas que cualquier rama de la ingeniería. Por ejemplo, algunos probablemente trabajen para relacionar la macroescala del medio ambiente con la mesoescala de los sistemas de combustión y la microescala de las reacciones moleculares y de transporte. Otros quizá trabajarán para relacionar la macroescala de un comportamiento de un compuesto con la mesoescala del reactor químico en el cual fue formado.

Así los ingenieros químicos concebirán y rigurosamente resolverán problemas de una serie de escalas cuyo rango será de la microescala a la macroescala. Traerán nuevas herramientas y puntos de vista a la investigación y la práctica, de otras disciplinas: biología molecular, química, física del estado sólido, ciencia de materiales e ingeniería

eléctrica. Harán un uso creciente de las computadoras, inteligencia artificial y sistemas avanzados en resolución de problemas, diseño de productos, procesos y manufactura.

Como parte de esta disciplina se tendrá dos importantes desarrollos:

- 1) Los ingenieros químicos estarán involucrados profundamente en el diseño de productos, como complemento del diseño de procesos. Mientras las propiedades de un producto en funcionamiento se vayan ligando a la manera en el cual fue procesado, se eliminará la distinción tradicional entre el diseño de procesos y el diseño de productos. Habrá un reto especial en industrias establecidas e industrias emergentes que producen artículos bajo especificaciones exactas de funcionamiento. Estos productos son caracterizados por la necesidad de innovación constante, ya que son rápidamente desplazados en el mercado por productos nuevos.
- 2) Los ingenieros químicos participarán en esfuerzos de investigación interdisciplinarios. La posición de la ingeniería química es ventajosa como aquella disciplina de la ingeniería con fuertes lazos con las ciencias moleculares, ya que esas ciencias, como la biología molecular, la química, biomedicina y la física de estado sólido proveen la semilla para la tecnología del mañana. La ingeniería química tiene un futuro brillante como la "disciplina artificial" que será el puente entre la ciencia y la tecnología en ambientes multidisciplinarios donde estas nuevas tecnologías serán puestas en marcha.

Sin embargo, algunas cosas no cambiarán. La filosofía de cómo entrenar ingenieros químicos, enfatizando principios básicos que son relativamente inmunes a cambios en el campo de aplicación, deben permanecer constantes si los ingenieros químicos quieren dominar el amplio espectro de problemas que encontrarán. Al mismo tiempo, la forma en la cual esta filosofía encuentra una expresión correcta en sus requerimientos debe responder a las situaciones y necesidades cambiantes.

Los ingenieros químicos tienen un rol importante que desempeñar, que consiste en traer nuevas tecnologías que sean comercialmente fructíferas. Estas tecnologías tienen su origen en descubrimientos científicos a nivel atómico y molecular. Los ingenieros químicos entienden el mundo molecular y tienen habilidad en integrar los diseños de productos y de

procesos, el control de estos mismos y su optimización. Sus habilidades son necesarias para desarrollar la ingeniería genética como una herramienta de manufactura para crear nuevos dispositivos biomédicos, y para diseñar nuevos productos y procesos de manufactura para materiales avanzados y dispositivos para almacenamiento y manejo de información.

La ingeniería química muestra su enfoque hacia nuevas ramas del conocimiento que marcan la pauta para el desarrollo de las futuras generaciones de profesionistas. Algunas de estas líneas de investigación se mencionan a continuación:

a) Biomedicina y Biotecnología.

Si una empresa o país quiere obtener el máximo beneficio de su inversión en investigación biológica, ya sea con el mejoramiento de la salud, de la agricultura o del medio ambiente, o una producción más eficiente de productos químicos, debe asumir una posición prominente en ingeniería bioquímica y biomédica.

La comercialización de proyectos en biotecnología requerirá un nuevo tipo de ingenieros químicos, con fundamentos sólidos en las ciencias de la vida, así como en principios de ingeniería de procesos. Este ingeniero químico estará capacitado para traer soluciones innovadoras y económicas a problemas en servicios de salud y de implementación de avances en biología molecular a gran escala.

El ingeniero químico orientado a la biología se enfocará en áreas que van desde sistemas biológicos moleculares y celulares (biotecnología) a procesos que involucran órganos vitales o el cuerpo entero (biomedicina). Los ingenieros bioquímicos se enfocarán en problemas de ingeniería para adaptar la biotecnología a la producción comercial de productos terapéuticos, de diagnóstico y alimenticios. Los ingenieros biomédicos aplicarán las herramientas de modelación y análisis de ingeniería química al estudio de funcionamiento y respuestas de órganos y sistemas corporales, clarificar el sistema de transporte de sustancias en el cuerpo; diseño de órganos, tejidos y prótesis artificiales.

b) Equipos y materiales eléctricos y fotónicos.

El carácter de la industria y la sociedad mundial ha cambiado dramáticamente en las pasadas tres décadas, mientras pasamos a la "era de la información". Nuevas tecnologías de información han sido posibles gracias a materiales y dispositivos cuya estructura y propiedades pueden ser controladas con gran precisión. Este control es logrado usando reacciones químicas durante el proceso de manufactura.

Las tecnologías de información no serían posibles sin el uso de circuitos integrados, fibras ópticas, medios magnéticos, dispositivos de interconexión eléctrica y dispositivos fotovoltaicos. En el futuro, estas tecnologías pueden sufrir otra revolución si los superconductores se pueden usar en dispositivos para almacenamiento y manejo de información. Los procesos químicos son los medios por los cuales las propiedades físicas y las características estructurales de estos materiales y dispositivos son establecidas y confeccionadas. Los ingenieros químicos están empezando a jugar un papel muy importante en el diseño de procesos, optimización y control de la industria electrónica.

El liderazgo en microelectrónica, tecnologías de información óptica, almacenamiento de datos magnéticos, y dispositivos fotovoltaicos dependerá en estar al frente de la tecnología química usada en el proceso de manufactura.

c) Polímeros y cerámicos

Los ingenieros químicos han estado involucrados por mucho tiempo con la ciencia de los materiales y la ingeniería. Esta participación se incrementará mientras los materiales nuevos que sean desarrollados dependan de ella. Las propiedades de estos materiales dependen fuertemente de su micro estructura y de la historia del proceso. El fenómeno crucial al hacer materiales avanzados modernos ocurre en el nivel molecular y de microescala, y los ingenieros químicos deben aprender a controlar estos fenómenos si quieren participar en la ingeniería de productos nuevos y los procesos para hacerlos.

d) Energía y recursos naturales

Energía, minerales y metales son tres ladrillos básicos de nuestra sociedad tecnológica. La ingeniería química ha estado involucrada en las tecnologías usadas para convertir recursos naturales en energía y productos útiles. La habilidad de los ingenieros químicos será necesaria más que nunca si queremos tener progreso en problemas como recuperar petróleo aumentando la fracción, conversión de carbón, almacenamiento de energía electroquímica, aprovechamiento de energías renovables y convertir desechos en fuente de energía y metales. Retos intelectuales importantes les esperan como el procesamiento *in situ* (procesar en el mismo lugar donde se obtiene el recurso natural), procesamiento de sólidos, desarrollar mejores separaciones, encontrar mejores materiales para el uso de energía y aplicaciones minerales y avanzar en el conocimiento base para diseño de procesos y escalamiento. Los conocimientos de un ingeniero químico representan las herramientas para resolver los problemas en las áreas que se mencionaron arriba. Los ingenieros químicos están acostumbrados a trabajar con las áreas relacionadas con estos problemas, además su entrenamiento ha conllevado a desarrollar las habilidades necesarias para resolver los problemas técnicos.

Así, la distancia que hay entre la creciente demanda de recursos naturales y la decreciente disponibilidad de los mismos debe ser librada por la tecnología que mejora la eficiencia de extracción, conversión y uso de energía y materiales.

e) Protección ambiental y manejo de desechos tóxicos

El mundo moderno enfrenta grandes problemas ambientales, los cuales son consecuencia de la producción de un creciente número y variedad de compuestos químicos y materiales que la sociedad demanda. Los ingenieros químicos deben asumir el papel de guardián para los compuestos químicos; asegurando su producción, uso y desecho. Esto significa involucrarse en la investigación de áreas que tienen que ver con la protección ambiental, seguridad de procesos y el manejo de desechos. Las siguientes cuatro áreas muestran cuales son los retos existentes, las oportunidades que se presentan y los beneficios potenciales a la sociedad.

- i) Conducir investigaciones a largo plazo sobre la generación, control, movimiento, detección y efectos ambientales y de salud de los contaminantes en el aire, agua y tierra.
- ii) Desarrollar el diseño de nuevas herramientas de ingeniería química para tratar con los múltiples objetivos del costo como son: minimización de productos intermediarios tóxicos.
- iii) Investigaciones en manejo a costos efectivos de desechos tóxicos, así como mejorar o crear nuevas tecnologías para destruir desechos peligrosos.
- iv) Investigar sobre la facilidad del manejo de desechos con enfoques en las especies y medios múltiples.

Así como la aplicación de la biotecnología de la degradación de desechos y el desarrollo de sensores y técnicas de medición.

f) Ingeniería de Procesos y Control Asistido por Computadoras

La velocidad y capacidad de la computadora moderna están revolucionando la práctica de la ingeniería química. Avances en su velocidad y memoria, así como en la habilidad para resolver problemas complejos, están doblando la velocidad efectiva de la computadora cada año. Este avance ha alcanzado la etapa donde altera profundamente la forma en la cual los ingenieros químicos pueden conceptualizar problemas y buscar soluciones, por ejemplo:

Las computadoras ayudarán a la modelación de procesos, lo que permitirá diseñar procesos más fáciles y seguros de operar.

Los modelos matemáticos de fenómenos fundamentales empezarán a reemplazar a experimentos de laboratorio y de campo.

La habilidad de la computadora para manejar matemáticas complejas permitirá al ingeniero químico modelar la física y química de procesos de una escala molecular a escala industrial.

El potencial que se tiene con la computadora es muy grande, pero necesita un esfuerzo más grande para desarrollar metodologías en diseño de procesos y control de los mismos, así como equipo computacional que debe ser diseminado ampliamente a los departamentos de ingeniería química para poder lograr avances en investigación y educación.

g) Fenómenos de superficie, interfase y microestructuras

Las superficies, interfases y microestructura juegan un papel importante en muchas de las fronteras de investigación como se mencionó anteriormente. Los ingenieros químicos exploran las relaciones entre estructura y propiedades a nivel atómico y molecular, investigan las transformaciones elementales (químicas y físicas) que ocurren en los límites de la fase, aplican los métodos teóricos modernos para predecir la dinámica de reacciones químicas en las superficies e integran este conocimiento a modelos que puedan ser usados en evaluación y diseño de procesos. Los avances fundamentales en estas áreas tendrán un gran impacto en muchas tecnologías como: desarrollar concreto de alta resistencia para carreteras y edificios o crear membranas para órganos artificiales. Los avances en la ingeniería de fases y superficies pueden incrementar el conocimiento para sintetizar catalizadores que tengan propiedades valiosas.

El grado de desarrollo industrial alcanzado en la región exige la participación de recursos humanos cada vez más capacitados en las áreas relacionadas tanto con la industria extractiva como la de transformación. En esta época de alta competitividad, donde la calidad es un factor importante, los recursos humanos referidos se requieren a un nivel superior al de licenciatura, de tal forma que además de desarrollarse en las áreas operativas de las industrias mencionadas puedan aportar conocimientos a nivel de nuevas alternativas de desarrollo y de mejoramiento continuo.

De acuerdo al análisis realizado en los campos de acción sobre la industria de procesos químicos y áreas relacionadas, así como a las necesidades de investigación y desarrollo en

el Noroeste de México, el mercado de trabajo para el egresado del posgrado se contempla en las siguientes áreas: ingeniería y control de procesos, medio ambiente, energía, biotecnología, industria alimentaria, industria metalúrgica y desarrollo de nuevos materiales; con las siguientes responsabilidades: diseñar, controlar, modificar y optimizar los procesos industriales; participar en la investigación y desarrollo de nuevos procesos; simular y optimizar la operación de plantas de proceso; planear, controlar y evaluar la calidad de los materiales, procesos y productos; desarrollar, adaptar y aplicar tecnologías a la industria de procesos; participar en las actividades de docencia y de investigación.

2.5 LINEAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADOS AL PROGRAMA

El posgrado solo abre las líneas del conocimiento dentro de la ingeniería química en que se tienen fortalezas (Tabla II): (a) Biorremediación y química ambiental, (b) Bioprocesos, (c) Ingeniería de Materiales, (d) Metalurgia extractiva y (e) energías renovables. Estas líneas son tanto para los programas orientados a la investigación como para los programas profesionalizantes.

Tabla II. Principales Líneas de Investigación y Aplicación Profesionalizante del Posgrado

Línea	Áreas de acentuación
Ingeniería ambiental	Contaminación de Aire y Agua Biotecnología ambiental
Ingeniería de Bioprocesos	Ingeniería de Bioprocesos Bioseparaciones y tecnología enzimática
Ingeniería de materiales	Síntesis, Caracterización y Procesamiento de Materiales
Procesos metalúrgicos	Procesamiento de Minerales Pirometalurgia Hidrometalurgia Electrometalurgia Tecnologías limpias en la industria metalúrgica
Energías renovables	Modelación y Simulación de procesos energéticos Energía Solar

Dentro de éstas se han generado diversos proyectos de investigación y aplicación de conocimiento los cuales, a su vez han producido un buen número de tesis de Especialidad, Maestría y Doctorado.

2.6 NÚMERO DE ALUMNOS A ATENDER

Los programas de **Especialización y Maestría en Ingeniería** se ofrecerán únicamente bajo demanda y podrán atender conjuntamente hasta 20 alumnos de nuevo ingreso según la disponibilidad de los miembros del núcleo académico básico con orientación profesionalizante y la demanda de dichos programas en el mercado. Estos programas podrán ofrecerse de manera anual si la demanda es continua. En base a la experiencia ganada con la operación del programa vigente, se prevé que en los próximos tres años la demanda de estudios profesionalizantes se mantenga en aproximadamente diez alumnos de nuevo ingreso por año, lo cual garantiza que estas opciones se puedan ofrecer de manera regular.

El programa de **Maestría en Ciencias** tendrá por meta mantenerse en el Padrón Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) de CONACyT. Por lo tanto, se ofrecerá anualmente y podrá atender un alumno de nuevo ingreso por profesor del núcleo académico básico con orientación a la investigación por año. Sin embargo, lo anterior estará sujeto a la disponibilidad de recursos para la investigación de los profesores y el programa. Asimismo, estará sujeto al cumplimiento de los indicadores de CONACyT para los posgrados dentro del PNPC, los cuales limitan el número de estudiantes de Maestría activos a un máximo de 4 por profesor del núcleo académico básico.

El programa de **Doctorado en Ciencias** tendrá por meta mantenerse en el Padrón Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) de CONACyT. El programa doctoral se ofrecerá anualmente y podrá atender un alumno de nuevo ingreso por profesor del núcleo académico básico con orientación a la investigación por año. Sin embargo, lo anterior estará sujeto a la disponibilidad de recursos para la investigación de los profesores y el programa. Asimismo, estará sujeto al cumplimiento de los indicadores de CONACyT para los posgrados dentro del PNPC, los cuales limitan el número de estudiantes de doctorado activos a un máximo de 2 a 3 por profesor del núcleo académico básico.

2.7 RECURSOS EXISTENTES

Personal académico

Los profesores del programa se dividen en:

1. Profesores del núcleo académico básico.
2. Profesores del núcleo académico complementario.

Los profesores del núcleo académico básico son los responsables de garantizar la permanencia, calidad, pertinencia e identidad del programa.

El núcleo académico básico se constituye por al menos ocho profesores-investigadores por programa. Al menos el 75% de estos profesores deberán estar adscritos al Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia.

Para pertenecer al núcleo académico básico de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química, se requiere:

- a) Ser profesor de tiempo completo indeterminado en la Institución con grado de Doctor.
- b) Realizar investigación en forma independiente según su orientación.
- c) Haber impartido clase a nivel de Licenciatura y/o Posgrado.
- d) Haber dirigido al menos una tesis de Licenciatura y/o Posgrado.
- e) Haber publicado al menos un artículo en una revista internacional de prestigio en los últimos 2 años.
- f) Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores con al menos el Nivel 1.

Para pertenecer al núcleo académico básico del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química, además de lo establecido para el núcleo académico básico de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química, será requisito haber dirigido al menos una tesis a nivel de Maestría y/o Doctorado.

Los profesores-investigadores interesados en pertenecer a alguno de los núcleos académicos básicos solicitarán a la Comisión Académica del Posgrado su ingreso presentando la documentación pertinente. Para integrar a los núcleos básicos que se declararan a Conacyt, se considerará a los integrantes de los núcleos básicos aprobados por la Comisión Académica con la mayor productividad y se tendrán en cuenta los criterios que emita Conacyt en términos del número y proporción de integrantes.

Son facultades de los profesores del núcleo académico básico:

- a) Participar en actividades docentes en el programa, tanto frente a grupo como en actividades de investigación o profesionalizantes.
- b) Tener preferencia para la dirección y/o asesoría de trabajos terminales y/o tesis de posgrado de acuerdo a su orientación.
- c) Los integrantes del núcleo básico de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química podrán dirigir simultáneamente un máximo de 4 tesis, mientras que los miembros del núcleo básico del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química un máximo de 3 tesis doctorales simultáneamente.
- d) Proponer a la Comisión Académica modificaciones al Programa de Posgrado en el campo de conocimiento de Ingeniería Química y a los presentes lineamientos.
- e) Tener preferencia en la asignación de recursos que se otorguen al programa.
- f) Tener preferencia en la programación de las asignaturas.
- g) Tener preferencia en la asignación de tutores para los estudiantes de nuevo ingreso.
- h) Tener preferencia en la asignación de los jurados de examen de grado.
- i) Tener preferencia en la asignación de las diversas comisiones del programa y para la integración de la Comisión Académica del Posgrado.

Son obligaciones de los profesores del núcleo académico básico:

- a) Impartir al menos un curso regular del programa frente a grupo por ciclo escolar.
- b) Participar como tutor de estudiantes del programa en que participa.
- c) Titular de manera regular a los estudiantes del programa en que participa el profesor.
- d) Participar activamente en las actividades de fomento y difusión del posgrado.

- e) Participar en los grupos de trabajo y comisiones que se deriven del funcionamiento del programa.
- f) Gestionar la obtención de recursos que fortalezcan la infraestructura del programa.
- g) Publicar de manera regular los resultados de sus investigaciones y/o trabajos profesionalizantes en revistas internacionales de prestigio.
- h) Participar activamente y de manera regular en los Seminarios del Posgrado tanto en calidad de expositor como de asistente.

La calidad de profesor del núcleo académico básico se pierde por incumplimiento de los requisitos señalados con anterioridad.

La Comisión Académica del Posgrado estará integrada por profesores de los núcleos académicos básicos, y será nombrada de acuerdo al Artículo 15 del Reglamento de Estudios de Posgrado.

Los profesores del núcleo académico complementario son profesionales en disciplinas afines a las cultivadas en el programa y cuyas especialidades enriquecen y amplían las de los profesores del núcleo académico básico. Los profesores del núcleo académico complementario podrán participar temporalmente y cuando sea necesario para:

- a) Impartir alguna asignatura ante grupo del programa.
- b) Dirigir y asesorar tesis de alumnos inscritos en el programa. El número máximo de tesis que podrán dirigir será de dos simultáneamente.

Para ser profesor del núcleo académico complementario del programa se requiere:

- a) Ser profesor de tiempo completo indeterminado en la Institución con grado de Doctor.
- b) Realizar investigación en forma independiente según su orientación.
- c) Haber impartido clase a nivel de Licenciatura y/o Posgrado.
- d) Haber dirigido al menos una tesis de Licenciatura y/o Posgrado.
- e) Haber publicado al menos un artículo en una revista internacional de prestigio en los últimos 2 años.

Son obligaciones de los profesores del núcleo académico complementario:

- a) Titular de manera regular a los estudiantes del programa en que participa el profesor.
- b) Participar activamente en las actividades de fomento y difusión del posgrado.
- c) Publicar de manera regular los resultados de sus investigaciones y/o trabajos profesionalizantes en revistas internacionales de prestigio.
- d) Participar activamente y de manera regular en los Seminarios del Posgrado tanto en calidad de expositor como de asistente.

La calidad de profesor del núcleo académico complementario se pierde por incumplimiento de los requisitos señalados con anterioridad.

La Tabla III lista el personal de los núcleos básicos que participan en el posgrado (En el Anexo I se incluye el currículum vitae de todos ellos). Adicionalmente, en la Tabla IV se presenta el listado de profesores que participan en el núcleo académico complementario del Programa.

Tabla III. Personal Académico que pertenece a los núcleos académicos básicos del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química

Núcleo básico de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química			
	Área	SNI	Vig. PRODEP
1. Cabanillas López Rafael Enrique	Ener	1	Junio 2017
2. Gómez Álvarez Agustín	Amb	2	Junio 2017
3. Guerrero German Patricia	Biot	1	Junio 2019
4. Herrera Urbina José Ronaldo	Mat	2	Junio 2019
5. Hinojosa Palafox Jesús Fernando	Ener	1	Julio 2017
6. Martín García Abraham Rogelio	Biot	1	Julio 2017
7. Monge Amaya Onofre	Biot	1	Junio 2019
8. Pérez Tello Manuel	Mod	1	Junio 2017
9. Tejeda Mansir Armando	Biot	2	Junio 2017
10. Valenzuela García Jesús Leobardo	Met	2	Octubre 2019
Núcleo básico del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química			
	Área	SNI	Vig. PRODEP
1. Cabanillas López Rafael Enrique	Ener	1	Junio 2017
2. Gómez Álvarez Agustín	Amb	2	Julio 2017
3. Guerrero German Patricia	Biot	1	Junio 2019
4. Herrera Urbina José Ronaldo	Mat	2	Junio 2019
5. Hinojosa Palafox Jesús Fernando	Ener	1	Julio 2017
6. Pérez Tello Manuel	Mod	1	Julio 2017

7. Tejeda Mansir Armando	Biot	2	Julio 2017
8. Tiburcio Munive Guillermo	Mat	1	Diciembre 2017
9. Valenzuela García Jesús Leobardo	Met	2	Octubre 2019
10. Vázquez Vázquez Víctor M.	Mat	1	Diciembre 2017

Tabla IV. Personal Académico que pertenece al núcleo académico complementario del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química

	Área	SNI	Vig. PROMEP
1. Almendariz Tapia Francisco Javier	Amb	No	Julio 2018
2. Carrillo Pérez Esther	Amb	No	Julio 2018
3. Certucha Barragan Maria Teresa	Biot	No	Julio 2017
4. Encinas Romero Martin Antonio	Mat	No	Diciembre 2017
5. Lucero Acuña Jesús Armando	Biot	C	Junio 2019
6. Montesinos Cisneros Rosa María	Mod	1	Mayo 2015
7. Montoy Norzagaray Francisco Arturo	Mod	No	No
8. Noriega Rodríguez Juan Antonio	Biot	No	Julio 2018
9. Rodríguez Figueroa José Carlos	Biot	1	Nuevo PTC
10. Sánchez Corrales Víctor Manuel	Mat	No	Septiembre 2019
11. Zavala Rivera Paul	Mat	C	No

Infraestructura

Aulas, Cubículos y Auditorios

El posgrado cuenta con la infraestructura básica del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia para su operación. Se cuenta con 2 aulas para impartir clases. Estas aulas han sido acondicionadas con equipo audiovisual instalado para uso exclusivo en estas aulas.

Todos los profesores que participan en el posgrado tienen un cubículo y al menos una computadora con servicio de internet. Los alumnos estudian en cubículos compartidos y cuentan a su disposición de un centro de cómputo (se cuenta con una computadora por cada estudiante del posgrado). Los cubículos cuentan con equipo de oficina adecuado.

Bibliotecas y Servicios de Información

Tanto estudiantes como académicos del posgrado, cuentan con las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso formativo y de investigación. Se cuenta con una biblioteca especializada para atender el posgrado en ciencias e ingeniería con las siguientes características: 130 m² de área, con cuatro módulos de atención individual y 66 asientos en su sala de lectura. Cuenta con 7690 volúmenes y 5665 títulos, 317 títulos de

publicaciones periódicas. La adquisición de libros y material bibliográfico forma parte del presupuesto ordinario de la institución, así como de programas derivados del presupuesto extraordinario.

A través de la Red Institucional de Bibliotecas se puede tener acceso a publicaciones electrónicas, tales como: del American Chemical Society, así como libros y tesis electrónicas. También se tiene acceso a bases de datos para consulta académica, tales como ISI-Thompson.

Infraestructura de Cómputo

Se cuenta con servidores de correo electrónico, servidor de nombres, páginas web y asignación dinámica de direcciones. La Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad de Sonora cuenta con un Área de Cómputo de Alto Rendimiento (ACARUS), para el apoyo a las actividades de los cuerpos académicos de la División de Ingeniería de la misma Universidad con las siguientes características:

Hardware: clusters ocotillo y cholla. El cluster ocotillo cuenta con 6 nodos de procesamiento CPU (4 Procesadores AMD Opteron 6282 SE Hexadeca-Core "Interlagos" con 128 GB de Memoria Ram DDR3 1333 MHz), 2 Nodos de Procesamiento GPGPU (4 Procesadores AMD Opteron 6282 SE Hexadeca-Core "Interlagos") y 2 Nodos de Visualización Científica (2 Procesadores Intel Xeon E5620 Quad-Core "Westmere-EP" con 72 GB de Memoria Ram DDR3 1333 MHz). El cluster cholla cuenta con 14 nodos de procesamiento CPU (1 Procesadores Intel Core i5-2500 Quad-Core a 3.30 GHz con 4 GB de Memoria Ram DDR3 1333 MHz). *Software:* ArcInfo, IDL, Mathematica, Gaussian, Matlab, Fortran C, SAS, NWChem, EQS, ANSYS-FLUENT, entre otros.

Red de Computo e Internet

Las computadoras de escritorio están conectadas a Internet, a través de la red universitaria a 100 MBPS. Las computadoras portátiles se pueden conectar a la red inalámbrica 54 MBPS.

Software Especializado

El siguiente software especializado está accesible para los profesores investigadores y los estudiantes del programa en la red interna de la institución:

- Software para desarrollo de programas: VISUAL FORTRAN
- Software de dinámica de fluidos computacional y visualización en 2 y 3 dimensiones: ANSYS-FLUENT, STORM/CFD2000, FIELDVIEW y TECPLOT.
- Software de graficación y análisis de datos: SURFER, SIGMAPLOT, ORIGIN
- Software general de cálculo: SUITE DE MATHCAD PREMIUM, MATLAB
- Software de propiedades termoquímicas: HSC
- Simuladores modulares de procesos: COMSOL, METSIM, ASPEN PLUS 10,
- Simulador en estado no estacionario: SPEEDUP,
- Modelación de columnas de absorción: ADSORB
- Simulador modular de procesos biotecnológicos, ambientales y alimentarios: SUPERPRO DESIGNER
- Software de diseño gráfico AUTOCAD 2000
- Software para optimización de procesos: LINGO

Apoyo Logístico

Se cuenta con un Taller de Máquinas y Herramientas y con el apoyo de técnicos académicos. Además de apoyo especializado de 4 trabajadoras administrativas para elaboración de reportes, manejo de base de datos y operación del posgrado.

Laboratorios

Una parte esencial del posgrado es la infraestructura con que cuenta el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, sus trece laboratorios de enseñanza e investigación, la cual se describe a continuación:

- Laboratorio de Procesamiento acuoso.
- Laboratorio de Materiales
- Laboratorio de Biorremediación
- Laboratorio de Servicios Analíticos
- Laboratorio de Metrología.
- Laboratorio de Análisis de Calidad de Aguas
- Laboratorio de Procesamiento de Minerales
- Laboratorio de Biotecnología
- Laboratorio de Energía

- Laboratorio de Simulación y Control de Procesos
- Laboratorio de Transferencia de calor y Energía Solar.
- Laboratorio de procesos térmicos a alta temperatura.
- Laboratorio de biomateriales y metalurgia adaptativa.

Los equipos especializados con que cuenta el programa son:

- Equipo de absorción atómica Perkin-Elmer Analyze 200 y 400.
- Analizador térmico gravimétrico Perkin-Elmer TGA-7.
- Analizador térmico diferencial Perkin-Elmer DTA-7.
- Medidor de potencial Z (Z-Meter 3.0).
- Analizador simultáneo DSC-TGA (Thermal Analysis SDT2960).
- Microscopio óptico Olympus VX60.
- Analizador de tamaño de partícula (Coulter 100Q).
- Analizador de carbono y azufre LECO.
- Cromatógrafo de líquidos (Biorad).
- Cromatógrafo iónico Metrohm.
- Espectrofotómetro FTIR.
- Espectrofotómetro Perkin-Elmer.
- Equipo de cromatografía líquida de alta resolución con detectores UV y VIS.
- Estación solarimétrica totalmente automatizada (<http://estacion-solar.uson.mx/>).
- Medidor de conductividad térmica.

Otros equipos a nivel piloto son:

- Reactor de tanque agitado TCA (Edutech)
- Reactor de flujo tubular (Edutech)
- Unidad de transferencia de calor con módulos intercambiables de placas, tubos concéntricos, tanque enchaquetado y serpentín.
- Planta piloto para tratamiento de aguas residuales instrumentada
- Columna de destilación de platos instrumentada
- Sistemas de control automático
- Columna de flotación con control automático

- Celdas de flotación
- Equipo piloto de procesamiento de materiales tales como trituradores, molinos y pulverizadores.

Otros laboratorios de apoyo para el programa se encuentran en los Departamentos de Investigación en Polímeros y Materiales, Departamento de Física, Departamento de Investigación en Física y Departamento de Geología, en los cuales se cuenta con los siguientes equipos:

- Equipo de Absorción Óptica Perkin Elmer
- Fotoluminiscencia SPEX
- Termoluminiscencia TLD System Harshay 4000
- Equipo de termoluminiscencia Harshaw 2000B-C que se modificó para resolver espectralmente la luz emitida por la muestra (Temp., □□intensidad)
- Crecimiento Czchrokaski
- Fuente de rayos X (Tel-x-ometer Tipo 580 M)
- Fuentes de radiación β ^{90}Sr (estroncio 90) Modelo 2000 DI irradiator Harshaw Nuclear System.
- Equipo para Fluorescencia Cinética FOG 100, resolución temporal mejor que 100fs.
- Microscopio electrónico de barrido (SEM JEOL 35C)
- Microscopio electrónico de transmisión (TEM JEOL),
- Microscopio de fuerza atómica (JEOL)
- Láser de estado sólido de 532 nm
- Láser He-Ne de 632.4nm, (ambos láseres continuos entre 17 y 18mW, para hacer espectroscopía Raman.
- Hornos para dar tratamientos térmicos a las muestras en estudio y para la fabricación de vidrios.
- Analizador Térmico Diferencia DTA 1700 y el Sistema de Control 7/4 de Perkin Elmer.
- Crecimiento de Películas Delgadas (Sputtering, Evaporación Térmica).

Financiamiento

Ordinariamente se dispone de una partida presupuestal divisional para el programa y se cuenta también con el apoyo del departamento. Adicionalmente, el programa de Maestría en Ciencias ha sido reconocido dentro del Padrón Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) del CONACYT, por lo que se cuenta con financiamiento para becas a los estudiantes de tiempo completo.

Gastos y Costos de Operación

Los programas profesionalizantes (Especializaciones y Maestría en Ingeniería) serán autofinanciables. Como ejemplo de operación de los programas profesionalizantes, se realizó un análisis para el programa de Maestría en Ingeniería. En este ejercicio, los cálculos se realizaron considerando que el programa se ofrecerá de manera exclusiva para atender una demanda específica del sector productivo de 10 alumnos de nuevo ingreso cada dos años. Cada alumno se inscribe en 8 y 6 asignaturas durante el primer y segundo año de sus estudios, respectivamente. Para lo anterior se hizo una estimación del flujo de efectivo en los primeros cuatro años de operación del programa.

En relación a los gastos estimados, se consideraron los relativos a sueldos e infraestructura, obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla V. En los gastos de sueldos se considera un pago de \$664.12 por hora-semana-mes (HSM), así como compensaciones por aguinaldo, prima vacacional, fondo de ahorro y ajuste de calendario. Los gastos de infraestructura incluyen la adquisición de equipo de cómputo y actualización de software. Los gastos de servicios por pago de luz, agua, etc. no fueron considerados en el cálculo.

Tabla V. Presupuesto de Egresos de la Maestría en Ingeniería

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Sueldos ⁽¹⁾	156,157.36	117,118.02	156,157.36	117,118.02
Infraestructura	\$18,000.00	22,000.00	\$0.00	\$0.00
Total Egresos	174,157.36	139,118.02	156,157.36	117,118.02

⁽¹⁾ Base de cálculo: 8 cursos en el primero y tercer año; 6 cursos en el segundo y cuarto año con 10 alumnos por curso. Cada curso es de 4 horas.

El presupuesto de ingresos se presenta en la Tabla VI. Las cifras mostradas se obtuvieron considerando el ingreso bianual de 10 alumnos, mismos que se inscriben dos veces por año y que cursan 8 y 6 asignaturas en el primer y segundo año del programa, respectivamente. El costo por inscripción y asignatura consideradas fue de \$1500.00 y \$3500.00, respectivamente.

Tabla VI. Presupuesto de Ingresos de la Maestría en Ingeniería.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inscripción	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00
Asignaturas	280,000.00	210,000.00	280,000.00	210,000.00
Total	310,000.00	240,000.00	310,000.00	240,000.00

Combinando los ingresos y egresos proyectados se tiene un flujo a favor que varía entre \$100,881.98 a \$153,842.64 (Tabla VII).

Tabla VII. Balance de ingresos y egresos de la Maestría en Ingeniería.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos	310,000.00	240,000.00	310,000.00	240,000.00
Egresos	\$174,157.36	\$139,118.02	\$156,157.36	\$117,118.02
Ingresos - Egresos	135,842.64	100,881.98	153,842.64	122,881.98

Cabe mencionar que el anterior cálculo se realizó considerando que todos los cursos del programa son de 4 horas y, por lo tanto, el gasto de sueldos es el máximo. Los resultados de la Tabla VII representan entonces los valores mínimos de ganancia del programa de Maestría en Ingeniería.

Adicionalmente a los ingresos por concepto de los alumnos del programa, se tendrán ingresos por concepto de asesorías y proyectos realizados al sector productivo, por lo cual se considera que el programa es económicamente factible.

Requerimientos para la Operación del Programa

Considerando que actualmente ya se cuenta con los espacios, equipos e instalaciones del programa vigente, el posgrado cuenta con la infraestructura física necesaria para el inicio de las actividades académicas. Con el fin de mejorar las condiciones de operación será

conveniente contar un pequeño auditorio para llevar a cabo los seminarios del posgrado y los exámenes de grado, así como un aula adicional. Estas necesidades se cubren a través de los apoyos institucionales vía el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, la División de Ingeniería y por apoyos federales, tales como el PFCE.

En relación a los recursos bibliotecarios se cuenta con la biblioteca de posgrado en Ciencias de la Ingeniería, Edificio 5-B, la cual cumple satisfactoriamente con los requisitos necesarios en cuanto a número de libros para la operación del posgrado. Adicionalmente, en los últimos años la institución ha invertido cantidades importantes de recursos en la compra de bases de datos para acceso a revistas electrónicas de prestigio.

Por otro lado, y en vista de que las opciones profesionalizantes (Especializaciones y Maestría en Ingeniería) serán ofrecidas solamente cuando haya una demanda mínima de estudiantes para dichos programas, el personal académico con que se cuenta actualmente es suficiente para el inicio de las operaciones.

La Tabla VII(b) muestra las condiciones generales para de operación de los programas incluidos en el presente proyecto de adecuación.

Tabla VII(b). Condiciones generales de operación de los programas.

	Especialización	Maestría en Ingeniería	Maestría en Ciencias	Doctorado en Ciencias
Tipo de Operación	Bajo Demanda	Bajo Demanda	Permanente	Permanente
Periodicidad de Ingreso de Estudiantes	Generacional (un año)	Generacional (dos años)	Anual	Anual
Condiciones para el Inicio/Continuación del Programa	Autofinanciable: al menos 10 estudiantes por generación	Autofinanciable: al menos 10 estudiantes por generación	Permanencia en el PNPC	Permanencia en el PNPC

3.0 PROGRAMA DE ESTUDIOS

3.1 ADSCRIPCIÓN Y SERVICIOS DOCENTES DEL PROGRAMA

UNIDAD: Unidad Regional Centro

DIVISIÓN: División de Ingeniería

DEPARTAMENTO: Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia

El Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia proporcionará la parte más importante de los servicios docentes del programa a través de su núcleo académico básico. Asimismo, las materias que ofrece este programa podrán compartirse con otros programas en los términos que marque la estructura del posgrado de la División. En el caso de materias optativas se podrá contar con el apoyo docente de otros campos del conocimiento del Programa de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería, de otros posgrados de la Universidad de Sonora o de Instituciones de Educación Superior e Investigación del País o del Extranjero.

Los siguientes Departamentos de la División de Ingeniería podrán proporcionar apoyo docente para algunas materias optativas y para realizar trabajos de investigación asociados con tesis del posgrado: Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Departamento de Ingeniería Industrial. Otros Departamentos que podrán apoyar al posgrado incluyen: Departamento de Investigación en Física (DIFUS), Departamento de Física, Departamento de Geología, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICTUS) y el Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA).

En estos Departamentos se cuenta con infraestructura física complementaria para realizar los trabajos de investigación y trabajos profesionalizantes que se realicen en el posgrado. Dicha infraestructura fue descrita en la sección anterior.

3.2 NOMBRE DEL PROGRAMA

Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química.

3.3 DIPLOMAS Y GRADOS QUE SE OTORGAN

1. Diploma de Especialización en:

Procesos Químicos.
Procesos Biotecnológicos.
Procesos Ambientales.

Procesos Energéticos.
Procesos Metalúrgicos.

2. Grado de Maestro en Ingeniería
Título que se otorga: Maestro en Ingeniería.
3. Grado de Maestro en Ciencias
Título que se otorga: Maestro en Ciencias de la Ingeniería.
4. Grado de Doctor en Ciencias
Título que se otorga: Doctor en Ciencias de la Ingeniería.

3.4 OBJETIVOS GENERALES

Formar personal del más alto nivel académico y profesional en ingeniería química y sus campos afines, capaz de realizar investigación para generar nuevos conocimientos o desarrollos tecnológicos que contribuyan a la solución de problemas de interés nacional.

Objetivos Específicos:

- Establecer un adecuado marco académico y de infraestructura para la enseñanza de la ingeniería.
- Generar proyectos de investigación para el desarrollo de conocimiento básico y sus aplicaciones.
- Generar proyectos de aplicación innovadora del conocimiento y desarrollo tecnológico.
- Participar activamente en la difusión del conocimiento científico y tecnológico de la ingeniería química.
- Promover la vinculación con la industria regional y nacional.
- Promover la práctica profesional de calidad en ingeniería y campos afines.

3.5 PERFIL DE INGRESO Y EGRESO DE LOS ESTUDIANTES

Perfil de Ingreso

El aspirante a ingresar al posgrado en el campo de conocimiento de Ingeniería Química deberá poseer una formación preferente de Licenciatura en Ingeniería Química. Se podrán aceptar estudiantes con una formación de licenciatura, especialización o maestría

afines a Ingeniería Química si a juicio de la Comisión Académica dichos aspirantes cumplen con los requisitos académicos para su ingreso al programa.

Para los programas de **Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias**, el aspirante deberá cumplir adicionalmente con un perfil que demuestre habilidades y vocación para la investigación científica y la generación de nuevos conocimientos, así como dedicación y gusto por el trabajo científico.

Para los programas de **Especialización y Maestría en Ingeniería**, el aspirante deberá cumplir adicionalmente con un perfil que demuestre habilidades y competencia para la práctica profesional, así como dedicación y gusto por la aplicación de herramientas avanzadas de ingeniería.

Perfil de Egreso

El perfil del egresado del campo disciplinario de Ingeniería Química deberá ser acorde a las tendencias de desarrollo de este campo del conocimiento para el siglo XXI a nivel mundial.

El desarrollo de industrias con base tecnológica derivadas de estos nuevos conocimientos ofrece un campo de desarrollo al ingeniero químico y, su formación universitaria le permitirá participar en estos desarrollos buscando elevar la productividad del país y la distribución justa de la riqueza generada.

Las áreas en las cuales se prevé el futuro desarrollo de la Ingeniería Química en el siglo XXI incluyen, entre otras, las siguientes:

- Desarrollo de nuevos materiales.
- Aprovechamiento de energías renovables y uso eficiente de energía.
- Tratamiento y recuperación de efluentes.
- Control ecológico.
- Biotecnología.
- Simulación y control de procesos.

Con el objeto de contribuir en el desarrollo de las áreas anteriormente mencionadas, los egresados de este posgrado deberán ser capaces de:

- Manejar los principios básicos y de aplicación de la ingeniería que le permitan desarrollarse en el campo del análisis, creación y adaptación de tecnología.
- Desarrollar la capacidad de análisis e identificación de áreas susceptibles de innovación dentro de los procesos tecnológicos.
- Utilizar el lenguaje técnico-científico necesario para comunicarse con el sector productivo, social y con la comunidad científica para implementar en forma coordinada programas de investigación y desarrollo.
- Colaborar con profesionales de otras disciplinas en el desarrollo de proyectos y resolución de problemas en forma interdisciplinaria.
- Desarrollarse eficientemente en actividades tanto de investigación como de aplicación, enseñanza y difusión del conocimiento científico.

De forma particular, en cada una de estas áreas el egresado deberá ser capaz de llevar a cabo las siguientes actividades:

- Realizar investigación básica para generación de nuevos conocimientos.
- Realizar investigación aplicada para la solución de problemas específicos.
- Diseñar, analizar, controlar, modificar y optimizar procesos.
- Participar en la investigación y desarrollo de nuevos procesos.
- Participar en la investigación y desarrollo de nuevos materiales.
- Simular y optimizar la operación de procesos.
- Planear, controlar y evaluar la calidad de los materiales, procesos y productos.
- Desarrollar, adaptar y aplicar tecnologías a la industria de procesos.
- Participar en las actividades de docencia.
- Impulsar, coordinar e implementar grandes proyectos de ingeniería.

3.6 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Se ofrecerán cuatro programas de estudio, a saber:

- Especialización.
- Maestría en Ingeniería.
- Maestría en Ciencias.
- Doctorado en Ciencias.

Los programas de Especialización y Maestría en Ingeniería tendrán orientación profesional. Los programas Maestría en Ciencias y el Doctorado en Ciencias tendrán orientación a la investigación.

El Programa de Especialización estará enfocado a capacitar para el trabajo profesional en uno o varios temas específicos. El programa de Especialización se apoyará con asignaturas optativas, laboratorios, prácticas de campo, programas de autoaprendizaje, seminarios, etc., para el adiestramiento en la solución de problemas concretos que se presenten en el espacio ocupacional específico. Será necesario demostrar la capacidad de proponer soluciones a problemas concretos a través de un proyecto terminal de carácter profesional.

El Programa de Maestría en Ingeniería estará enfocado a ampliar los conocimientos en una especialidad, campo o disciplina y, a habilitar al estudiante para la aplicación innovadora del conocimiento científico o técnico. La maestría procurará que haya un equilibrio entre los cursos y seminarios dirigidos a ampliar las bases teóricas y las actividades prácticas destinadas al adiestramiento metodológico. El alumno participará en proyectos terminales de carácter profesional, docente o empresarial. Habrá seminarios para iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada. Será necesario demostrar la capacidad para desarrollar un proyecto terminal de carácter profesional, docente o empresarial a través de una tesis.

El Programa de Maestría en Ciencias estará enfocado a ampliar los conocimientos en una especialidad, campo o disciplina y, a habilitar al estudiante para iniciar trabajos de investigación o bien para la aplicación innovadora del conocimiento científico o técnico.

Será la plataforma para realizar estudios de doctorado. La maestría procurará que haya un equilibrio entre los cursos y seminarios dirigidos a ampliar las bases teóricas y las actividades prácticas destinadas al adiestramiento metodológico. El alumno participará en actividades de investigación conducida por los profesores del posgrado. Habrá seminarios para iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada. Será necesario demostrar la capacidad para desarrollar un proyecto de investigación individual mediante un trabajo de tesis.

El Programa de Doctorado en Ciencias preparará al alumno para la generación de conocimientos y para su aplicación innovadora. En el doctorado prevalecerá el trabajo de investigación sobre cualquier otra actividad, no obstante ello habrá invariablemente espacios para la reflexión sobre los aspectos filosóficos, teóricos, conceptuales y metodológicos de la disciplina objeto de estudio. La formación en investigación requiere de la existencia de programas de asesoría que garanticen la atención personalizada del estudiante. Será ineludible demostrar la capacidad para generar aportaciones originales en el campo del conocimiento del programa a través de un trabajo de tesis. El programa de doctorado conducirá a la formación de investigadores.

El Programa de Maestría en Ingeniería estará enfocado a ampliar los conocimientos en una especialidad, campo o disciplina y, a habilitar al estudiante para la aplicación innovadora del conocimiento científico o técnico. La maestría procurará que haya un equilibrio entre los cursos y seminarios dirigidos a ampliar las bases teóricas y las actividades prácticas destinadas al adiestramiento metodológico. El alumno participará en proyectos terminales de carácter profesional, docente o empresarial. Habrá seminarios para iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada. Será necesario demostrar la capacidad para desarrollar un proyecto terminal de carácter profesional, docente o empresarial a través de una tesis.

El Programa de Maestría en Ciencias estará enfocado a ampliar los conocimientos en una especialidad, campo o disciplina y, a habilitar al estudiante para iniciar trabajos de investigación o bien para la aplicación innovadora del conocimiento científico o técnico. Será la plataforma para realizar estudios de doctorado. La maestría procurará que haya un equilibrio entre los cursos y seminarios dirigidos a ampliar las bases teóricas y las actividades prácticas destinadas al adiestramiento metodológico. El alumno participará en

actividades de investigación conducida por los profesores del posgrado. Habrá seminarios para iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada. Será necesario demostrar la capacidad para desarrollar un proyecto de investigación individual mediante un trabajo de tesis.

El Programa de Doctorado en Ciencias preparará al alumno para la generación de conocimientos y para su aplicación innovadora. En el doctorado prevalecerá el trabajo de investigación sobre cualquier otra actividad, no obstante ello habrá invariablemente espacios para la reflexión sobre los aspectos filosóficos, teóricos, conceptuales y metodológicos de la disciplina objeto de estudio. La formación en investigación requiere de la existencia de programas de asesoría que garanticen la atención personalizada del estudiante. Será ineludible demostrar la capacidad para generar aportaciones originales en el campo del conocimiento del programa a través de un trabajo de tesis. El programa de doctorado conducirá a la formación de investigadores.

Plan de Estudios

El programa del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química opera dentro de la Estructura del Posgrado de la División de Ingeniería e incluye las siguientes áreas disciplinarias:

- Ingeniería ambiental.
- Ingeniería de Bioprocesos.
- Ingeniería de materiales.
- Procesos Metalurgicos.
- Energías renovables.

El plan de estudios del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química está basado en un sistema de créditos que incluye las siguientes actividades académicas: asignaturas, actividades de investigación y tesis.

Las asignaturas del posgrado se clasifican de la siguiente manera:

Asignaturas de Matemáticas: Asignaturas cuyo propósito es fortalecer la formación del estudiante en esta ciencia básica, la cual es herramienta fundamental en toda las áreas de la ingeniería química.

Asignaturas Básicas: Asignaturas que tienen la finalidad de proporcionar una sólida formación en el campo de la ingeniería química.

Asignaturas Optativas: Asignaturas orientadas a profundizar sobre el área de especialización del estudiante. Estas asignaturas tienen el propósito de personalizar el plan de estudios a los intereses particulares del estudiante en cuanto a la formación terminal. Para la elección de estas asignaturas, bajo la tutoría del director de tesis, se dispone de las siguientes posibilidades:

- a) Asignaturas de Matemáticas.
- b) Asignaturas básicas del campo de la ingeniería química.
- c) Asignaturas de cualquier área disciplinaria de otros campos del conocimiento de la División de Ingeniería.
- d) Asignaturas de otros programas de posgrado de la Universidad de Sonora.
- e) Asignaturas de posgrados externos a la Universidad de Sonora.

Las actividades de investigación se podrán acreditar mediante tres asignaturas: Técnicas Avanzadas de Investigación, Seminario de Posgrado, e Investigación. Dichas asignaturas se describen a continuación.

Técnicas Avanzadas de Investigación

Curso formal en el cual se cubren tópicos relacionados con los problemas de comunicación científica que incluyen aspectos de búsqueda, organización de la información, 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 objetivo de esta asignatura es que el estudiante elabore un anteproyecto de tesis. La evaluación del curso estará basada en los reportes y avances del curso, así como en la elaboración de un anteproyecto de tesis al final del semestre, que incluya la revisión de antecedentes bibliográficos. El contenido sintético de la asignatura incluye:

- Lineamientos básicos para la selección y delimitación del tema de investigación.
- Terminología técnico científica en ciencias de la ingeniería.
- Técnicas de búsqueda y recopilación de información científica bibliográfica.
- Técnicas de ordenamiento y análisis de información.
- Esquemas de trabajos técnico-científico escritos.
- Elaboración de contenido.
- Reglas básicas de elaboración de un escrito técnico-científico.
- Elaboración de los antecedentes bibliográficos.
- Técnicas de presentaciones orales efectivas y objetivas.

Seminario de Posgrado

Consiste en una reunión semanal de los profesores y estudiantes del posgrado en la cual se presentan ponencias y conferencias sobre tópicos relevantes al programa. Las ponencias podrán ser impartidas por estudiantes y profesores del posgrado o por cualquier otro conferencista invitado.

El Seminario de Posgrado no incluye horas de teoría ni evaluaciones a los alumnos. Su función principal es proveer un foro de comunicación para dar a conocer avances de investigaciones que se están llevando a cabo por los miembros del programa o por otros investigadores, intercambiar ideas y propiciar la libre discusión entre los miembros del posgrado y de la comunidad universitaria en general sobre tópicos académicos.

El Seminario de Posgrado se programará semestralmente y tendrá un profesor responsable de su organización que deberá ser miembro del núcleo académico básico. Además de la organización del seminario, el profesor responsable, llevará el control de la asistencia de los estudiantes, y será el encargado de acreditarles su cumplimiento al final del semestre. El Seminario de Posgrado tendrá un valor por semestre de 2 créditos. Para cumplir con este requisito, el estudiante deberá asistir a por lo menos el 80% de los seminarios programados para dicho semestre.

Investigación

Esta asignatura no incluye horas-clase ni exámenes formales a los estudiantes. La asignatura estará a cargo administrativamente de un coordinador o responsable que deberá ser miembro del núcleo académico básico. La calificación de la asignatura la proporcionará el director de tesis de cada estudiante; en ausencia del director de tesis, la calificación estará a cargo del tutor académico. La calificación será asentada por el coordinador de la asignatura.

Las actividades que pueden incluirse dentro de esta asignatura son:

- Revisión bibliográfica.
- Elaboración de la propuesta de tesis.
- Trabajo experimental.
- Trabajo de cómputo.
- Cursos sobre técnicas experimentales.
- Estancias de investigación en otras instituciones.
- Otras actividades académicas de investigación.

Las actividades anteriores deberán ser aprobadas por el director de tesis del estudiante o, en su defecto, por el tutor, y se realizarán bajo su supervisión.

La asignatura: Investigación tendrá un valor en créditos acumulable a lo largo de la estancia del estudiante en el posgrado. El alumno podrá inscribirse en esta asignatura repetidamente hasta cumplir con el requisito mínimo de créditos establecidos en el programa respectivo. Cada estudiante inscrito en la asignatura de Investigación podrá acreditar un número de créditos distinto al de otro estudiante inscrito en la asignatura en el mismo semestre.

Para que el estudiante pueda inscribirse en el siguiente semestre deberá haber acreditado esta asignatura con la presentación de su respectivo seminario con el comité tutorial.

Actividad Profesionalizante

Esta asignatura no incluye horas-clase ni exámenes formales a los estudiantes. La asignatura estará a cargo administrativamente de un coordinador o responsable que deberá ser miembro del núcleo académico básico. La calificación de la asignatura la proporcionará el director del trabajo terminal o tesis de cada estudiante; en ausencia del director, la calificación estará a cargo del tutor académico. La calificación será asentada por el coordinador de la asignatura.

Las actividades que pueden incluirse dentro de esta asignatura son:

- Revisiones bibliográficas.
- Elaboración de la propuesta de trabajo terminal o tesis.
- Trabajo experimental.
- Trabajo de cómputo.
- Cursos sobre técnicas experimentales.
- Estancias en otras instituciones.
- Trabajo de campo.
- Desarrollo de encuestas.
- Estancias en la industria.
- Otras actividades académicas profesionalizantes.

Las actividades anteriores deberán ser aprobadas por el director del trabajo Terminal o tesis del estudiante o, en su defecto, por el tutor, y se realizarán bajo su supervisión.

La asignatura Investigación: tendrá un valor en créditos acumulable a lo largo de la estancia del estudiante en el posgrado. El alumno podrá inscribirse en esta asignatura repetidamente hasta cumplir con el requisito mínimo de créditos establecidos en el programa respectivo. Cada estudiante inscrito en la asignatura de Investigación podrá acreditar un número de créditos distinto al de otro estudiante inscrito en la asignatura en el mismo semestre.

El número de créditos asignados semestralmente a esta asignatura lo establecerá el director del trabajo Terminal o tesis del estudiante.

Trabajo Terminal

Esta asignatura es únicamente para la Especialización. La actividad de Trabajo Terminal tendrá un valor en créditos acumulable a lo largo de la estancia del estudiante en el posgrado. El alumno podrá inscribirse en esta asignatura repetidamente hasta cumplir con los créditos establecidos en el programa respectivo en el tiempo reglamentario. Cada estudiante inscrito en Trabajo Terminal podrá acreditar un número de créditos distinto al de otro estudiante inscrito en la asignatura en el mismo semestre.

El número de créditos asignados semestralmente a esta asignatura lo establecerá el director del trabajo Terminal del estudiante o, en su defecto, el tutor académico con la aprobación de la Comisión Académica del Posgrado.

Tesis

Esta opción aplica a los programas de Maestría en Ingeniería, Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias. La actividad de Tesis tendrá un valor en créditos acumulable a lo largo de la estancia del estudiante en el posgrado. El alumno podrá inscribirse en esta asignatura repetidamente hasta cumplir con los créditos establecidos en el programa respectivo en el tiempo reglamentario. Cada estudiante inscrito en Tesis podrá acreditar un número de créditos distinto al de otro estudiante inscrito en la asignatura en el mismo semestre.

El número de créditos asignados semestralmente a esta asignatura lo establecerá el director de tesis del estudiante o, en su defecto, el tutor académico con la aprobación de la Comisión Académica del Posgrado.

Las Tablas VIII, IX y X muestran la distribución de la carga académica mínima recomendada para los estudiantes durante su permanencia en los diferentes programas.

3.7 NÚMERO DE CRÉDITOS POR SEMESTRE

En la Tabla XI se presentan los créditos recomendados por semestre por programa para cada uno de los programas propuestos.

Tabla XI. Número de Créditos Semestrales Recomendados para los Programas de Especialización, Maestría y Doctorado.

Programa / Semestre	1	2	3	4	5	6	7	8
Especialización	30	30						
Maestría	34	26	26	14				
Doctorado	21	29	29	23	22	22	22	24

3.8 ASIGNATURAS

En la Tabla XII se presentan los nombres y clasificación de las asignaturas del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química. La selección de materias optativas en dicha Tabla está de acuerdo con el Artículo 78 del Reglamento de Estudios de Posgrado de la institución.

Actividades de Investigación, Profesionalización y Tesis

	Créditos
Técnicas Avanzadas de Investigación	8
Actividad Profesionalizante	4-12 ⁽¹⁾
Investigación	4-12 ⁽²⁾
Seminario de Posgrado	4-12 ⁽³⁾
Trabajo Terminal	16
Tesis de Maestría en Ingeniería	24
Tesis de Maestría en Ciencias	24
Tesis de Doctorado en Ciencias	72

⁽¹⁾ Sólo para Especialización y Maestría en Ingeniería, ver Tabla XI.

⁽²⁾ Sólo para Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias, ver Tabla XI.

⁽³⁾ Para todos los programas; ver Tabla XI

3.9 VALOR EN CRÉDITOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química está basado en un sistema de créditos que incluye las siguientes actividades académicas: asignaturas, actividades de investigación y tesis. Para lograr el diploma o grado correspondiente, el estudiante deberá cubrir un número mínimo de créditos de cada actividad, así como un número total de créditos, tal como se indica en la Tabla XI.

En este esquema, los créditos alcanzados por un alumno para la obtención de un diploma o grado son acumulables y podrán ser revalidados para la consecución de un grado superior. De esta forma, los créditos obtenidos en la especialización son acumulables para la obtención del grado de maestría en ingeniería. Asimismo, los créditos alcanzados para la obtención del grado de maestría en ciencias son acumulables para la obtención del grado de doctor en ciencias.

Además, la CA establecerá los mecanismos apropiados para la revalidación de créditos de un programa a otro del campo de la ingeniería química y será responsable de decidir en definitiva sobre la solicitud de un estudiante para la revalidación de créditos.

3.10 REQUISITOS Y MODALIDADES DE SERIACIÓN

El tutor académico junto con el alumno determinarán el plan individual de actividades académicas semestralmente, particularmente los créditos a cursar. La asignatura: "Técnicas Avanzadas de Investigación" deberá ser cursada dentro del primer año de permanencia en el programa respectivo. Todos los estudiantes de nuevo ingreso con orientación a programas de ciencias deberán cursar la asignatura: "Matemáticas Avanzadas" en el primer semestre.

En los programas académicos de este posgrado las asignaturas no están seriadas. Sin embargo, los aspectos académicos de selección de asignaturas lo determinarán el tutor académico y el profesor de cada curso, procurando facilitar un mejor desempeño del alumno dentro del programa respectivo.

**Tabla XI. Créditos del Programa de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería:
Ingeniería Química.**

Programa Académico	Créditos			
	Especialización	Maestría en Ingeniería	Maestría en Ciencias	Doctorado en Ciencias
Asignaturas Comunes de Matemáticas	0 a 8	0 a 8	8 ⁽¹⁾	8 ⁽¹⁾
Asignaturas Básicas	0 a 16	16 a 24	16 a 24	24 a 32
Asignaturas Optativas ⁽²⁾	Al menos 16	Al menos 24	Al menos 24	Al menos 32
Actividades de Investigación o Profesionalización ⁽³⁾ :				
Seminario de Posgrado	4	8	8	16
Técnicas Avanzadas de Investigación	8	8	8	8
Investigación	N/A	N/A	4 a 12	32 a 44
Actividad Profesionalizante	4 a 8	4 a 12	N/A	N/A
Trabajo Terminal ⁽³⁾	16	N/A	N/A	N/A
Tesis ⁽³⁾	N/A	24	24	72
Total	Al menos 60	Al menos 100	Al menos 100	Al menos 200

(1) Para los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias la asignatura Matemáticas Avanzadas será obligatoria.

(2) Los créditos de asignaturas optativas podrán ser cubiertos en su totalidad en otros programas de acuerdo a lo señalado en la descripción de estas asignaturas en el Apartado VIII del presente proyecto.

(3) Para todos los programas, las Actividades de Investigación o Profesionalización, así como Trabajo Terminal o Tesis, serán obligatorias y tendrán el valor descrito en la Tabla XI.

3.11 TABLA DE EQUIVALENCIAS RESPECTO AL PLAN VIGENTE

En la Tabla XII se presentan las equivalencias en la nomenclatura de asignaturas de la presente adecuación con respecto al plan vigente del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química aprobado en enero de 2007. El cambio sustancial consiste en eliminar la categoría de Asignaturas Especializantes. Las asignaturas que actualmente aparecen dentro de dicha categoría se incorporan al listado de las Asignaturas Optativas. El resto de las categorías de asignaturas permanecen sin cambio.

Tabla XII. Equivalencia de Nomenclatura de Asignaturas Respecto al Plan Vigente 2007

Plan actual 2007	Propuesta de Adecuación
Asignaturas de Matemáticas	Asignaturas de Matemáticas
Asignaturas Básicas	Asignaturas Básicas
Asignaturas Especializantes	Desaparecen del plan; las materias de esta categoría se incorporan a las asignaturas optativas
Asignaturas Optativas	Asignaturas Optativas
Actividades de Investigación o Profesionalización	Actividades de Investigación o Profesionalización
Tesis	Tesis
Trabajo Terminal	Trabajo Terminal

3.12 DURACIÓN NORMAL PREVISTA DEL PROGRAMA Y PLAZO MÁXIMO PARA CURSARLO

De acuerdo al **Artículo 11** del Reglamento de Estudios de Posgrado (REP) vigente, aprobado por el H. Colegio Académico el **26 de septiembre de 2013**, en los programas de posgrado que sólo acepten estudiantes con dedicación de tiempo completo, éstos contarán con los siguientes plazos máximos para la conclusión de su plan de estudios y la obtención del diploma o grado:

- Especialidad: un año y seis meses
- Maestría: dos años y seis meses
- Doctorado tradicional: cuatro años y seis meses
- Doctorado directo: cinco años y seis meses

En los programas de posgrado que permitan alumnos de tiempo parcial, los plazos máximos para la conclusión del plan de estudios y la obtención del diploma o grado serán:

- Especialización: dos años y seis meses
- Maestría: cuatro años
- Doctorado tradicional: seis años
- Doctorado directo: siete años

Por causa debidamente justificada, los estudiantes podrán solicitar prórroga hasta por un año de los plazos establecidos en este artículo. La Comisión Académica del Posgrado resolverá en definitiva.

3.13 REQUISITO DE IDIOMAS

El estudiante deberá demostrar suficiencia en lectura y comprensión en el idioma inglés para su ingreso al programa. Para egresar del programa de maestría y doctorado se requiere que el estudiante acredite 500 y 550 puntos del examen TOEFL o su equivalente, respectivamente. Para la Maestría se considerará como equivalente a los 500 puntos del TOEFL solicitados, cursar y aprobar el nivel seis de los cursos de inglés impartidos por la Escuela de Idiomas de la Universidad de Sonora o lograr en el examen de colocación el nivel siete. En el caso del doctorado, se considera equivalente a los 550 puntos del TOEFL el cursar y aprobar el nivel 7.

3.14 SERVICIO SOCIAL

De acuerdo al reglamento de posgrado los estudiantes de grado no tendrán la obligación de desarrollar un programa de servicio social.

3.15 MODALIDADES DE TITULACIÓN

Diploma de Especialidad

De acuerdo al **artículo 65** del REP, para obtener el diploma de especialidad se requiere:

- Aprobar el total de los créditos y cumplir con los demás requisitos establecidos en el programa de posgrado correspondiente.
- Aprobar el examen de especialidad en la fase escrita y en la fase oral ante un jurado nombrado ex profeso; y
- Cumplir con las disposiciones y requisitos exigidos por la Dirección de Servicios Escolares para la expedición del diploma de la especialidad correspondiente.

Grados de Maestría y Doctorado

De acuerdo al **Artículo 66** del REP, para obtener el grado de **maestría o doctorado** se requiere:

- Aprobar el total de los créditos y cumplir con los demás requisitos establecidos en el programa de posgrado correspondiente;
- Acreditar la comprensión de un idioma diferente al español, según lo establezca la Comisión Académica del Posgrado de acuerdo al programa de estudio.
- Aprobar el examen de grado en la fase escrita y en la fase oral ante un jurado nombrado ex profeso.
- Para el grado de doctor, aprobar un examen general de conocimientos en el caso en que el programa de posgrado así lo contemple.
- Cumplir con las disposiciones y requisitos exigidos por la Dirección de Servicios Escolares para la expedición del grado.

Para la fase escrita del examen de grado se podrá optar por las siguientes opciones aprobadas por el Colegio Académico (Acta 06-137 de 2015):

En el caso de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química, los estudiantes que cuenten con al menos un artículo publicado o aceptado dentro de los cuatro semestres de duración del programa, tendrán la opción de presentar dicho artículo como su documento escrito que deberá defenderse en la fase oral del examen de grado. El artículo debe de cumplir con las siguientes características:

- a) El estudiante deberá aparecer como primer o segundo autor.
- b) El contenido del artículo deberá corresponder al trabajo de investigación de la maestría.
- c) El director de tesis deberá aparecer como co-autor.
- d) El artículo deberá ser publicado en una revista de circulación internacional, indexada y de arbitraje estricto.
- e) Cuando existan varios alumnos involucrados en los productos mencionados el artículo solo podrá ser utilizado para un estudiante de maestría.
- f) El artículo deberá entregarse a la comisión académica del posgrado, para que esta revise y autorice que el material cumple con todos los requisitos antes mencionados.

Para el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química, los estudiantes que cuenten con al menos dos artículos publicados y/o aceptado dentro de los 8 semestres de duración del programa, tendrán la opción de presentar dichos artículos como su documento escrito que deberá defenderse en la fase oral del examen de grado. El artículo debe de cumplir con las siguientes características:

- a) El estudiante deberá aparecer como autor principal en al menos uno de los dos artículos.
- b) En los casos en que el estudiante sea el autor principal de únicamente uno de los dos artículos, deberá aparecer en el otro en la primera o segunda posición de los autores.
- c) El contenido de los artículos deberá corresponder al trabajo de investigación doctoral.
- d) El director de tesis deberá aparecer como co-autor en cada uno de los artículos.
- e) Los artículos deberán ser publicados en revistas de circulación internacional, indexadas y de arbitraje estricto.
- f) Los artículos deberán entregarse a la comisión académica del posgrado, para que esta revise y autorice que el material cumple con todos los requisitos antes mencionados.

3.16 ANTECEDENTES ACADÉMICOS REQUERIDOS

El aspirante a ingresar al programa indicará el grado al que aspira y presentar los siguientes documentos:

- Solicitud de ingreso ante la Comisión Académica (CA), a través del Coordinador del Programa.
- Título de licenciatura y/o maestría, según sea el caso.
- Acta de nacimiento (original).
- Certificado de Licenciatura y/o Maestría que incluya el promedio de calificaciones.
- Dos cartas de recomendación académica o de experiencia laboral (una de ellas de la institución de procedencia).
- Curriculum vitae.
- Entregar tres fotografías tamaño infantil; y
- Los demás requisitos que establezca la Comisión Académica del Posgrado.

Requisitos Académicos de Ingreso

La CA determinará si el aspirante es admitido al programa y, en su caso, emitirá un dictamen aprobatorio de su solicitud de ingreso, en base a los siguientes requisitos:

- Presentar solicitud de ingreso por escrito.
- Presentar y aprobar un examen de conocimientos y aptitudes.
- Realizar una entrevista con la Comisión Académica (CA).
- Demostrar suficiencia del idioma inglés.
- Demostrar un conocimiento suficiente del idioma español, cuando éste no sea la lengua materna del aspirante.

Con base en los requisitos anteriores y la trayectoria académica del aspirante a ingresar, la CA determinará si el estudiante es admitido al programa respectivo, y en su caso emitirá un dictamen de su solicitud de ingreso. El dictamen puede ser de alguna de las siguientes formas:

- Aceptación

- Aceptación condicionada.
- No aceptación.

Para el primer caso (aceptación), el alumno podrá inscribirse de forma regular en el programa respectivo.

En el segundo caso (aceptación condicionada), cuando al alumno le falte el título para completar su expediente, se aceptará en forma condicionada, debiendo cubrir este requisito en los términos y plazos establecidos en el Artículo 43 del Reglamento de Estudios de Posgrado.

El tercer caso (no aceptación) se presenta cuando por razones que emanan del presente documento el aspirante ha sido rechazado.

Cuando el alumno deba de cubrir algunos créditos necesarios para complementar su formación previa, el dictamen será de no aceptación y contendrá además, en forma explícita, la forma y tiempo en el que el aspirante deberá cubrir tales requisitos para poder solicitar nuevamente su ingreso al programa.

De acuerdo al artículo 47 del REP, para formalizar la inscripción a los programas de estudio de posgrado de la Universidad de Sonora se requiere presentar:

- Formato de inscripción con los requisitos debidamente cubiertos.
- Carta de aceptación al programa expedida por la Comisión Académica del Posgrado.
- Título de licenciatura y/o maestría según el nivel de programa. En caso de estudiantes extranjeros dichos documentos deberán estar apostillados.
- Acta de nacimiento.
- En caso de estudiantes extranjeros presentar copia de su permiso migratorio para realizar estudios en México.

3.17 SISTEMA DE TUTORIAS

El sistema de tutorías tiene como objetivo apoyar al estudiante para cumplir adecuadamente su programa académico.

Los tutores académicos serán profesores del núcleo académico básico y serán propuestos por el Coordinador de Programa de Posgrado a la Comisión Académica del Posgrado que corresponda (**artículo 23 del REP**).

El tutor académico tendrá la responsabilidad de establecer, junto con el estudiante, el plan individual de actividades académicas semestrales que éste seguirá de acuerdo con el plan de estudios (**artículo 24 del REP**).

De acuerdo al **artículo 25 del REP**, el coordinador de Programa propondrá un comité tutorial a la Comisión Académica del Posgrado, el cual estará formado por el tutor académico y al menos dos académicos del programa. La Comisión Académica del Posgrado podrá aceptar o modificar el comité propuesto.

La responsabilidad del comité tutorial es dar asesoría y seguimiento al cumplimiento del avance del plan de estudios del estudiante, incluido el proyecto de tesis o trabajo terminal. Asimismo, deberá informar al Coordinador de Programa sobre el resultado de las evaluaciones semestrales del trabajo de investigación del estudiante (**artículo 26 del REP**).

El **artículo 27 del REP** establece que una vez registrado el proyecto de tesis o trabajo terminal ante la Comisión Académica del Posgrado, deja de funcionar el comité tutorial y se integrará el **comité de tesis**. Los miembros del comité tutorial podrán integrar el comité de tesis.

En el presente programa, el **comité de tesis** será nombrado a más tardar al finalizar el segundo semestre, una vez que se le haya asignado director de tesis al estudiante. Los miembros de este comité también funcionarán como comité de tutores, quienes se reunirán semestralmente, para orientar y evaluar junto con el director de tesis el desempeño del estudiante.

3.18 DIRECCION DE TESIS Y JURADOS DE EXAMEN

De acuerdo a los artículos 29, 30 y 31 del REP, el director de tesis o de trabajo terminal tendrá la responsabilidad de dirigir y apoyar al estudiante de posgrado, desde la aprobación de su tema de tesis por la Comisión Académica del Posgrado, hasta la presentación de su examen de grado. El director de tesis podrá proponer un codirector bajo justificaciones estrictamente académicas. Esta propuesta será presentada a la Comisión Académica del Posgrado por intermediación del Coordinador de Programa. En caso de que el director de tesis sea externo al programa, deberá nombrarse un codirector que pertenezca al núcleo académico básico.

Del Jurado de Examen de Grado

De acuerdo a lo dispuesto en el **artículo 68 del REP**, el jurado del examen de grado deberá integrarse por el siguiente número de sinodales con el grado mínimo correspondiente: tres para especialidad, cuatro para maestría y cinco para el doctorado. Cuando menos uno de los sinodales será externo a la institución. La participación del sinodal externo en el examen de grado podrá ser presencial, virtual o mediante la emisión de su voto razonado.

3.19 REQUISITOS ACADÉMICOS PARTICULARES DEL PROGRAMA

Requisitos de Ingreso

El proceso de selección de estudiantes de nuevo ingreso al posgrado estará a cargo de la Comisión Académica, quien establecerá los requisitos de ingreso y emitirá las resoluciones respectivas de acuerdo al procedimiento descrito en la sección 3.16.

Requisitos de Egreso

Para egresar con el grado de Maestro en Ciencias el estudiante presentará a su director de tesis un manuscrito de un artículo de investigación relacionado con su tema de tesis para su publicación en una revista científica con arbitraje.

Para egresar con el grado de Maestro en Ingeniería el estudiante presentará a su director de tesis un manuscrito de un artículo técnico relacionado con su tema de tesis para su publicación en una revista con arbitraje.

Para egresar con el grado de Doctor en Ciencias el estudiante acreditará la aprobación o publicación de al menos un artículo de investigación relacionado con su tema de tesis en una revista científica internacional con arbitraje.

Seminarios

Durante su estancia en el programa todos los estudiantes del posgrado deberán presentar al menos un seminario público a la comunidad del programa donde presenten los avances de sus proyectos de tesis.

Tipo de Estudiantes

Todos los estudiantes de los programas del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería: Ingeniería Química serán de tiempo completo. Excepcionalmente podrán ser admitidos estudiantes de tiempo parcial en los programas de Especialización y la Maestría en Ingeniería con autorización previa de la Comisión Académica.

Procedimiento para la Obtención del Grado de Doctor en Ciencias

El procedimiento para la obtención del grado de doctor en ciencias contempla dos modalidades: (a) doctorado directo para aspirantes con estudios de licenciatura, y (b) doctorado para aspirantes con Grado de Maestría o Diploma de Especialidad. El procedimiento general se muestra en la Figura 1.

Doctorado Directo

Los alumnos que hayan cubierto los créditos correspondientes de las Asignaturas Básicas y Optativas del programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería, podrán optar por la candidatura a doctor. Para tal efecto, deberán aprobar el examen predoctoral sin necesidad de obtener el grado de Maestría.

El estudiante que aprueba el examen predoctoral y decide optar por el doctorado directo, renuncia a la obtención del grado de Maestría. Excepcionalmente podrá optar por el grado de Maestría con la aprobación de la Comisión Académica y una vez que haya cubierto los créditos de investigación y tesis correspondientes al programa de Maestría.

Aspirantes con Diploma de Especialidad o Grado de Maestría

Los aspirantes con Diploma de Especialidad o Grado de Maestría que deseen ingresar al programa de doctorado deberán reunir todos los siguientes requisitos:

- Cumplir con los requisitos de ingreso.
- Aprobar los créditos de las asignaturas que a juicio de la CA deba cursar.
- A los aspirantes con Diploma de Especialidad o Grado de Maestría en Ingeniería no se le revalidaran los créditos acreditados previamente de actividades de investigación o profesionalización y tesis.
- Aprobar el examen predoctoral.

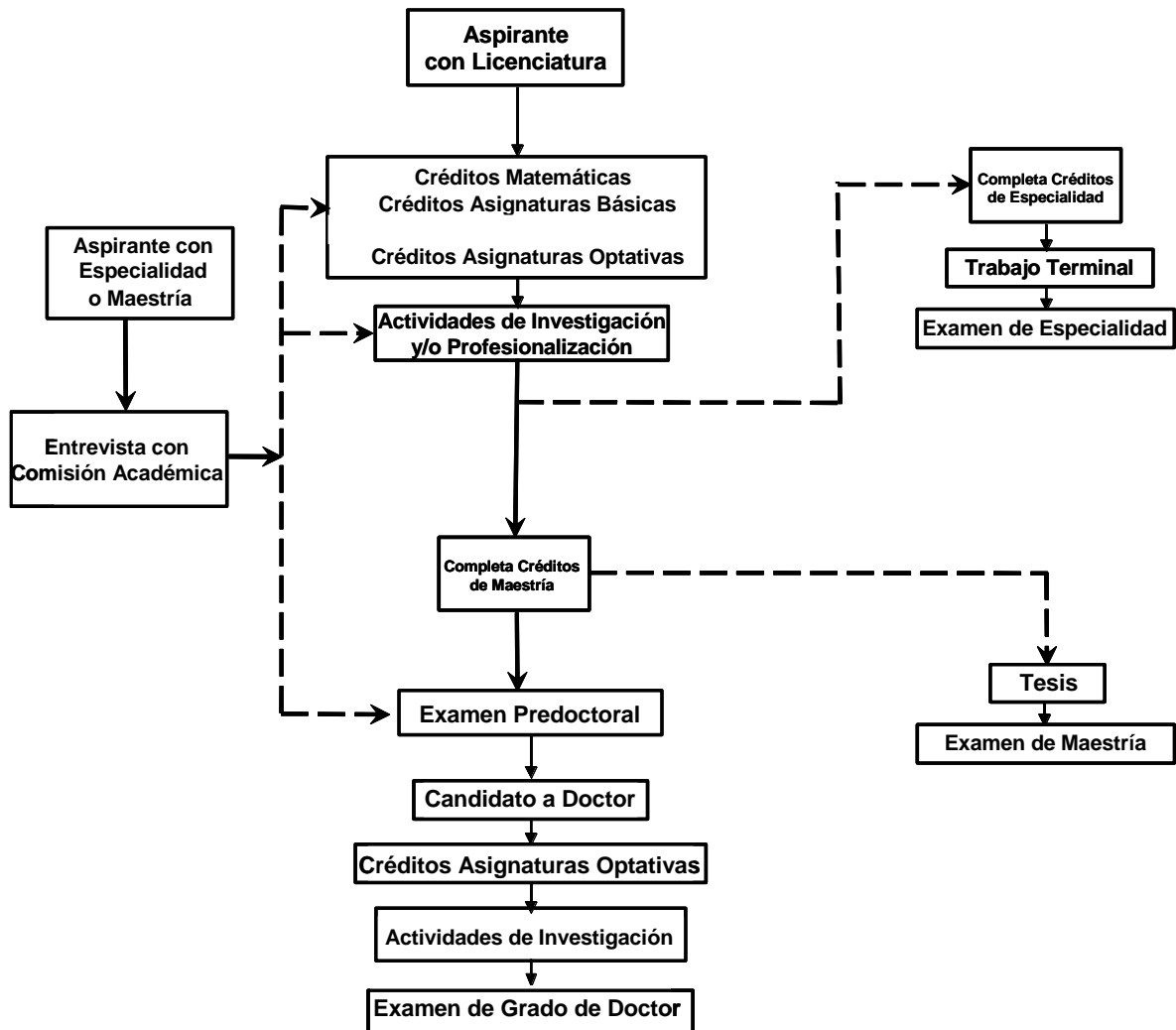


Figura 1. Procedimiento para la Obtención de Diplomas y Grados

Examen Predoctoral

El examen predoctoral tiene como objetivo evaluar la capacidad del alumno para desarrollar investigación original de manera independiente, los conocimientos generales que posee en su campo disciplinario y su habilidad para resolver problemas con base en estos conocimientos.

El examen predoctoral se desarrollará alrededor de la defensa oral, previa entrega de un reporte escrito, del proyecto de investigación doctoral ante un jurado nombrado por la comisión académica del posgrado al aprobar su tema de tesis doctoral.

El haber presentado el examen predoctoral será obligatorio para inscribirse al cuarto semestre. El alumno tendrá dos oportunidades para aprobarlo. En caso de requerirse la realización de un segundo examen, éste deberá realizarse a más tardar durante el cuarto semestre del doctorado.

Requisitos de Permanencia en el Programa Doctoral

Las características propias del programa doctoral demandan una dedicación de tiempo completo del estudiante a sus actividades académicas, las cuales serán supervisadas periódicamente por su comité de tesis. En consecuencia, serán requisitos de permanencia en el programa doctoral los siguientes:

- Dedicar tiempo completo a los estudios de doctorado.
- Realizar satisfactoriamente las actividades académicas que establezca el director y comité de tesis.
- Presentar al comité de tesis cada semestre un informe escrito y otro oral sobre los avances del proyecto de investigación doctoral y sobre las otras actividades académicas de su plan de actividades.
- Recibir opinión favorable del comité de tesis sobre los informes semestrales.
- Recibir un dictamen positivo en el examen predoctoral en el plazo señalado.

La Comisión Académica determinará bajo qué condiciones puede un alumno continuar en el doctorado cuando reciba una evaluación semestral desfavorable de su comité de tesis en el examen predoctoral.