



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

## **PLAN DE ESTUDIOS**

NOMBRE DEL PROGRAMA:

**DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA**

GRADO A OTORGAR:

**DOCTOR EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA**

Responsables:

**M.A. Roberto Cadenas Tovar.** Director de la Facultad de Ing. Mecánica.

**Dr. Marco Antonio Espinosa Medina.** Jefe de la División de Estudios de Posgrado.

**Dra. Georgina Carbajal de la Torre.** Coordinadora del Programa de Doctorado

# CONTENIDO

I	INTRODUCCIÓN.....	5
I.1	Antecedentes .....	5
I.2	Importancia .....	6
I.3	Contenido de la propuesta .....	7
II	FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA .....	8
II.1	Estudio Socio-Económico .....	8
II.1.1	Marco referencial .....	9
II.1.2	Sector Gubernamental .....	9
II.1.3	Sector Productivo y Social .....	10
II.1.4	Sector Académico .....	10
II.1.5	Plan Integral de Desarrollo del Posgrado Nicolaita.....	11
II.2	Estado del arte del conocimiento enIngeniería Mecánica .....	11
II.2.1	Oferta educativa en Ingeniería Mecánica a nivel Licenciatura.....	11
II.2.2	Oferta educativa en Ingeniería Mecánica a nivel Posgrado .....	15
II.3	Demanda de alumnos.....	23
II.4	Horizonte laboral .....	24
II.5	Pertinencia del programa .....	24
III	OBJETIVOS DEL PROGRAMA .....	25
III.1	Objetivo general .....	25
III.2	Objetivos específicos.....	25
III.3	Metas del programa .....	25
IV	PERFIL DE INGRESO Y EGRESO .....	27
IV.1	Perfil de ingreso .....	27
IV.2	Perfil de egreso .....	28
V	ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS .....	29
V.1	Duración del Plan de Estudios .....	29
V.2	Estructura Curricular.....	30
V.2.1	Mapa Curricular .....	30
V.2.2	Total de créditos a cubrir.....	33

V.3	Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento .....	33
V.4	Programa de las actividades de aprendizaje .....	35
V.5	Flexibilidad para cubrir las actividades académicas.....	44
VI	PERSONAL ACADÉMICO.....	45
VI.1	Personal del Núcleo Académico Básico (NAB) .....	45
VI.2	Colaboradores y tutores externos .....	48
VI.3	Vinculación Académica.....	49
VII	INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS .....	51
VII.1	Infraestructura .....	51
VII.2	Acervo bibliográfico .....	53
VII.3	Espacios físicos para realizar las actividades académico-administrativas .....	54
VII.4	Fuentes de financiamiento para la operación del programa.....	54
VIII	NORMAS COMPLEMENTARIAS PARA LA OPERACIÓN DEL PROGRAMA .....	56
VIII.1	De la personalidad y fines.....	56
VIII.2	Del patrimonio de la División de Estudios de Posgrado .....	56
VIII.3	Ingreso, permanencia y reinscripción .....	56
VIII.4	De los estudiantes .....	58
VIII.5	Bajas de los alumnos en los estudiosde posgrado. ....	59
VIII.6	Obtención del grado.....	59
VIII.7	Personal académico y tutores.....	60
VIII.8	Del plan de estudios.....	62
VIII.9	Del procedimiento para modificar lasnormas complementarias.....	62
IX	PLAN DE DESARROLLO DEL PROGRAMA.....	64
IX.1	Introducción.....	64
IX.2	Objetivos .....	64
IX.2.1	Objetivo General del Plan de Desarrollo.....	64
IX.2.2	Objetivos Específicos.....	64
IX.3	Metas a mediano y largo plazo (2012-2020) .....	65
IX.4	Estrategias para alcanzar las metas propuestas .....	66

## **Visión**

Ser un programa de posgrado incluyente, innovador e integral de alto prestigio y reconocimiento nacional e internacional; vinculado con la academia y la industria regional; forjador de profesionistas en investigación y desarrollo tecnológico en el área de ciencias de la ingeniería mecánica, con capacidades y sentido ético de responsabilidad con el desarrollo sustentable regional y nacional.

## **Misión**

Formar recursos humanos de alto nivel, con grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecánica y disciplinas afines, con conocimientos, habilidades y capacidades que les permitan realizar investigación básica y aplicada. Que cuenten con las destrezas y habilidades para realizar la investigación necesaria y generar desarrollos tecnológicos de aplicación en la industria regional y nacional, con el fin de contribuir al desarrollo sustentable del país.

# **I INTRODUCCIÓN**

El programa de doctorado propuesto tiene como finalidad principal, aunque no única, la formación de recursos humanos con capacidades en investigación y desarrollo tecnológico orientados en el área de la Ingeniería Mecánica. Esto con el fin de formular y resolver problemáticas en el ámbito regional, nacional e internacionales relacionados con las líneas de investigación. En este sentido, los egresados contarán con amplias habilidades y capacidades para aplicar sus conocimientos eficientemente en el ámbito industrial, científico, académico, y medio ambiental y con ello coadyuvar al desarrollo económico y social del entorno.

## **I.1 Antecedentes**

Con el propósito de fundamentar el programa, se presentan brevemente algunos antecedentes de lo que hoy se conoce como Ingeniería Mecánica.

En México, la Ingeniería Mecánica tiene sus orígenes en la Época de la Colonia, cuando la corona española fomentó las actividades de la minería, principalmente las minas de plata, debido a que un quinto de la producción era destinado a la corona. En estas condiciones aparecieron los primeros desarrollos mecánicos para el proceso de beneficio, molienda y extracción del mineral.

Formalmente, en 1792, se creó el Real Seminario de Minería, que posteriormente, en 1867 se convierte en la Escuela Nacional de Ingenieros. Un año después se crean las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica.

En 1910, la Escuela Nacional de Ingeniería se incorpora a la recién creada Universidad Nacional Autónoma de México, que dos años más tarde fusiona las carreras de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, creándose la carrera de Mecánico Electricista.

Particularmente, en 1962, por necesidades del crecimiento industrial del Estado de Michoacán, se funda en la Universidad Michoacana la Facultad de Ingeniería Industrial con la especialidad en Mecánica, Eléctrica y Química, que perdura hasta 1965, año a partir del cual, funciona como la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Química (FIMEQ). Posteriormente, en 1973, fue creada bajo un marco de independencia administrativa y académica la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Más recientemente, en el año 2002, se crea el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica en la UMSNH, por lo que la Escuela de Ingeniería Mecánica pasa a ser Facultad de Ingeniería Mecánica.

En el año 2008, se planteó la necesidad de crear el Programa de Doctorado, por tal motivo se formó un comité que ha estado trabajando en la Propuesta de creación del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

En el año 2010 la Propuesta del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica se evalúa y se aprueba por el Consejo General de Estudios de Posgrado (CGEP) de la UMSNH y después por el H. Consejo Universitario de la Universidad Michoacana el cinco mayo de 2011. La primera generación ingreso al PE en marzo de 2012.

## **I.2 Importancia**

El desarrollo científico y tecnológico de un país es un medio para impulsar su desarrollo ya que es una fuente segura de generación de riqueza. La formación de profesionales de alta calidad en las diferentes ramas de la ingeniería es una de las características de los países que han logrado salir del subdesarrollo, así como de las empresas altamente competitivas en el ámbito internacional. Dichos recursos requieren de una sólida formación académica basada en labores de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. Para lograr un desarrollo sustentable del país, es necesario invertir en investigación, como un principio básico, y el inicio de esto es formar investigadores en el marco propio del país bajo sus necesidades y sus reglas. Esto se logra impulsando la creación de programas de posgrado ofertados en el propio país, a fin de fortalecer y consolidar un vínculo directo con la industria y las necesidades inherentes del entorno.

En la actualidad, las industrias de bienes y servicios del país requieren de personal altamente capacitado en todos los ámbitos de la ingeniería, buscando soluciones viables, tanto económicas como técnicas. Uno de los pilares del desarrollo tecnológico es el personal especializado en las Ciencias de la Ingeniería Mecánica. Por lo que este tipo de profesionistas son rápidamente absorbidos por los sectores productivos, educativos y de investigación del país. En particular, la Ingeniería Mecánica es una de las líneas poco atendidas por falta de recursos humanos formados altamente capacitados. Es por esto que, con la consolidación del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, es posible cubrir una parte de esta necesidad, con un efecto directo en la región occidente del país, formando personal altamente capacitado para atender las necesidades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico de sectores académico, productivo y social, y en un futuro lograr un impulso constante a niveles competitivos respecto de los países desarrollados.

El sistema educativo requiere de profesores capaces de proporcionar el nivel de excelencia que demanda la planta productiva del país; por lo que las instituciones de educación superior deben de contar con un cuerpo docente de alto nivel. El nivel de Posgrado de un plantel contribuye al desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como al avance social. Con la inserción de México en la globalización hay alta demanda de profesionales

especialistas y técnicos de excelencia, que serán requeridos por empresas mexicanas y extranjeras.

### **I.3 Contenido del Plan de Estudios**

Ante estas perspectivas, la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ha decidido consolidar el posgrado para formar profesionales altamente capacitados en investigación, innovación y desarrollo tecnológico, en el marco del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

En este Plan de Estudios se presenta el programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, el cual contiene la descripción general del PE, las principales líneas de investigación, objetivos, estructura, actividades académicas, programas de estudio, reglamento interno, currículum vitae del personal docente del núcleo académico básico, bibliografía básica y complementaria, así como las necesidades presupuestales para operar el programa.

## **II FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA**

### **II.1 Estudio Socio-Económico**

Las Instituciones de Educación Superior deben responder a las necesidades del sector educativo, al sector productivo y a las políticas gubernamentales, ya que un mundo globalizado exige revisar continuamente en qué medida la educación ofrece una formación pertinente en una sociedad cada vez más demandante. De esta manera, se puede lograr que los estudiantes puedan desarrollar sus potencialidades con éxito, participar en la sociedad en igualdad de condiciones y a la vez contribuir a elevar la competitividad y prosperidad nacional.

En este apartado se muestra un análisis sobre los requerimientos de los sectores académicos y productivos en el Estado de Michoacán que fundamentan la existencia del presente Programa de Doctorado en el campo del conocimiento de la Ingeniería Mecánica. El presente estudio aborda el análisis de factibilidad e impacto del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica en los sectores educativo, económico y social, para con ello abordar el análisis de la oferta laboral y la demanda educativa para los estudiantes de maestría que buscan darle continuidad a sus estudios de posgrado en el área de la Ingeniería Mecánica. Se llevó a cabo un estudio de las Instituciones Educativas de Enseñanza Superior pertenecientes a la zona de influencia de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicada en la ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán. Se analizó la situación de los estudiantes que actualmente cursan una licenciatura en ingeniería sobre las opciones que tienen para continuar sus estudios de posgrado, así como las Maestrías en Ingeniería Mecánica que se ofertan en el país, como aspirantes potenciales para el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

Se consideraron los principales indicadores que permiten determinar la dimensión educativa para considerar que un programa es pertinente, en el estudio se muestran las tendencias de las siguientes variables: el número de instituciones de nivel superior, la matrícula de egreso y eficiencia terminal, programas educativos afines a los de la propuesta en las instituciones educativas del entorno. Para lo cual se persiguen los siguientes objetivos:

1. Determinar el origen y número estimado de aspirantes a cursar el Programa Educativo del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la UMSNH.
2. Identificar los requerimientos de oferta laboral del sector productivo en la región y en regiones vecinas.
3. Determinar la oferta ya existente de otros programas educativos similares al propuesto, en base a otras Instituciones de Educación Superior en la zona de influencia y con ello establecer un plan de acción para tener una competitividad académica.



## **II.1.1 Marco referencial**

El Estado de Michoacán se sitúa en la región Centro - Occidente de la República Mexicana, limitando al norte con los Estados de Jalisco y Guanajuato, al noreste con el Estado de Querétaro, al este con el Estado de México y el Estado de Guerrero, al oeste con el Océano Pacífico y los Estados de Colima y Jalisco, al sur con el Océano Pacífico y el Estado de Guerrero. El Estado de Michoacán se encuentra ubicado en una zona geográfica que cuenta con recursos naturales geotérmicos, eólicos e hidráulicos aprovechables para apoyar al sector energético del Estado. Esta situación ha permitido el desarrollo de diferentes proyectos de investigación, varios de ellos relacionados con el área de Ingeniería Mecánica. Algunos ejemplos de áreas de desarrollo en las cuales la Ingeniería Mecánica juega un papel importante son: la optimización de turbinas hidráulicas, desarrollo de proyectos termo-económicos, aprovechamiento de energías alternas, diseño y manufactura de sistemas termomecánicos e industriales, desarrollo e innovación de sistemas de monitoreo, caracterización de las propiedades mecánicas de los materiales, implementación de nuevos materiales, por mencionar algunos. En el Estado también se cuenta con industrias metal- mecánica, de procesos y de transformación de energía, las cuales para resolver los diversos problemas que enfrentan en el área de la ingeniería mecánica requieren de personal capacitado con estudios de posgrado. Adicionalmente hay que considerar que en nuestro país existen recursos naturales y fuentes de energía que deben ser aprovechados de manera eficiente, tales como energía geotérmica, hidráulica, solar y eólica, por lo que se necesita formar recursos humanos en el área de aprovechamiento integral de energía, así como en obtener procesos eficientes de generación, distribución y uso óptimo y racional de la energía que se produce mediante fuentes convencionales o alternas.

## **II.1.2 Sector Gubernamental**

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, Reforma Energética, al Programa Institucional de CONACYT y al Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018, se establece que para lograr un crecimiento científico y técnico del país es fundamental desarrollar investigación básica, aplicada, e innovación tecnológica. En la Meta Nacional del PND denominada “México con Educación de Calidad, se establece el objetivo general de “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible”. Para lograr lo anterior, es importante fomentar la creación de programas educativos de calidad que constantemente se estén actualizando con el fin de satisfacer estas necesidades y ayuden a resolver las problemáticas regionales mediante el desarrollo de la ciencia y la tecnología, además de minimizar la dependencia tecnológica y de servicios del extranjero.

A nivel mundial se reconoce la necesidad de invertir en la formación de científicos y tecnólogos altamente calificados para atender los requerimientos de los diversos sectores de la sociedad. El crecimiento y desarrollo del sistema mexicano de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), que es pequeño en comparación con el tamaño de la población y la importancia económica del país, exige la formación de recursos humanos altamente especializados, particularmente en las áreas consideradas como prioritarias en el PECiTI. El programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica en particular se alinea con las siguientes áreas del PECiTI: Ambiente, Conocimiento del universo, Desarrollo Sustentable, Desarrollo tecnológico, Energía, y Sociedad.

### **II.1.3 Sector Productivo y Social**

Considerando que en nuestro país existen recursos naturales y fuentes de energía que deben ser aprovechados y optimizados, tales como energía geotérmica, hidráulica, solar y eólica, es necesario tener un programa que forme y capacite recursos humanos para el aprovechamiento de éstos y otras fuentes de energía. Adicionalmente, se requiere en el país de un uso óptimo y racional de la energía que se produce, por lo cual, se necesitan profesionales en el área de ahorro de energía y que optimicen los procesos de generación, distribución y uso de las mismas. Así mismo, no deja de ser importante que para lograr el fin anterior, se deban desarrollar nuevas tecnologías, materiales y diseños basados en la nanotecnología, la cual representa una alternativa en la búsqueda de la mayor eficiencia mencionada, siendo ésta una tendencia mundial actual, entre otras.

En la región existen industrias metal-mecánica, de procesos y de transformación de energía, las cuales tienen diversos problemas relacionados con el campo de la Ingeniería Mecánica que requieren de personal con estudios especializados. El Estado de Michoacán está situado en un área potencialmente grande en cuanto a recursos geotérmicos e hidráulicos, y es uno de los más importantes en la generación de energía eléctrica por medio de estas fuentes. En este sentido, algunas de las tendencias mundiales de investigación y desarrollo indican la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías basadas en materiales nano-estructurados que promuevan una mayor eficiencia en la generación de energía, en su monitoreo y control.

### **II.1.4 Sector Académico**

Toda institución de educación superior en un nivel de excelencia, requiere contar con programas de posgrado con características que le permitan mantener tal nivel de calidad. Un programa de estudios que toma en cuenta una continua revisión y actualización de sus planes, como el que presenta el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, ayuda a generar conocimientos y resultados aplicables a la solución de problemáticas para el beneficio de la sociedad y el país.

Actualmente la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) ofrece una gama educativa de posgrados de maestría y doctorado en las diversas áreas de las ciencias. La División de Estudios de Posgrado cuenta con 68 Programas Educativos de Posgrado. De estos Programas Educativos de Posgrado, 51 se encuentran dentro del padrón del PNPC del CONACyT, correspondiendo a 30 programas de maestría, 1a especialidad y 20 a programas de doctorado. El incremento en la competitividad académica que ha logrado el Posgrado Nicolaita en los últimos años, así como el incremento en la matrícula a los Programas Educativos de Posgrado de la UMSNH, sustentan las capacidades de la Institución en la formación de recursos humanos altamente capacitados.

## **II.1.5 Plan Integral de Desarrollo del Posgrado Nicolaita**

Uno de los objetivos del Plan Integral de Desarrollo del Posgrado Nicolaita (PIDPN) es promover la creación y desarrollo de programas educativos de posgrado de excelente calidad, para ampliar las oportunidades de formación de especialistas e investigadores de alto nivel en México. El Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica (DCIM) de la UMSNH que aquí se presenta, tiene entre sus objetivos el impulsar la formación de recursos humanos altamente capacitados y la generación de nuevos conocimientos, sumándose así a los esfuerzos y objetivos del PIDPN y al PND. El Programa de DCIM cuenta con personal académico con experiencia en las líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC), así como con infraestructura necesaria y recursos económicos indispensables para llevar a cabo actividades académicas y de investigación.

## **II.2 Estado del arte del conocimiento en Ingeniería Mecánica**

La Ingeniería en nuestro país juega un papel primordial tanto para el desarrollo de tecnologías, como en el manejo eficiente de recursos y fuerzas de la naturaleza en beneficio de la sociedad. A continuación se muestra un análisis de la oferta educativa, tanto en la región como en el país en general, en el campo del conocimiento de la Ingeniería Mecánica.

### **II.2.1 Oferta educativa en Ingeniería Mecánica a nivel Licenciatura**

Actualmente en el Estado de Michoacán, se cuenta con las siguientes Instituciones de Educación Superior (IES) que ofrecen alguna carrera en ingeniería, como se muestra en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1. Instituciones de Educación Superior en el Estado de Michoacán que ofrecen alguna carrera en Ingeniería**

<b>INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR</b>	<b>TIPO DE INSTITUCIÓN EDUCATIVA</b>	<b>OFRECE LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b>	<b>OFRECE UN PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA</b>
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Pública	<b>Mecánica, Mecatrónica,</b> Eléctrica, Electrónica Civil, Computación, Tecnología de la Madera, Química, Ambiental, Innovación Tecnológica de Materiales, Energía y Sustentabilidad	<b>Mecánica,</b> Eléctrica, Ambiental, Infraestructura del Transporte, Tecnología de la Madera, Área de Estructuras, Química, Metalurgia y Ciencia de los Materiales, Física
Instituto Tecnológico de Morelia	Pública	<b>Mecánica, Mecatrónica,</b> Eléctrica, Electrónica, Informática, Industrial, Gestión Empresarial, Materiales, Sistemas Computacionales, Tecnologías de la información y Comunicaciones, Bioquímica	<b>Mecánica,</b> Eléctrica, Electrónica, Metalurgia, Industrial
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan	Pública	<b>Mecánica, Mecatrónica</b> Electrónica, Civil, Industrial, Industrias Alimentarias, Sistemas Computacionales Administración	No
Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo	Pública	Mecatrónica, Industrial Sistemas Computacionales Gestión Empresarial Bioquímica, Nanotecnología Tecnologías de la Información y Comunicaciones	No
Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas	Pública	Electromecánica, Electrónica, Química	Tecnologías Móviles y Negocios

		Industrial Sistemas Computacionales Gestión Empresarial	
Instituto Tecnológico de Jiquilpan	Pública	Industrial Informática Sistemas Computacionales Gestión Empresarial Bioquímica	No
Instituto Tecnológico del Valle de Morelia	Pública	Agronomía Ambiental Forestal Innovación Agrícola Sustentable	No
Instituto Tecnológico Superior de Apatzingan	Pública	Civil Industrial Informática Sistemas Computacionales Bioquímica	No
Instituto Tecnológico de La Piedad	Pública	Electrónica Industrial, Mecatrónica, Bioquímica Sistemas Computacionales Gestión Empresarial Tecnología de la Información y Comunicaciones Administración	No
Instituto Tecnológico Superior de Patzcuaro	Pública	Ambiental, Biomédica Desarrollo Comunitario Gestión Empresarial Administración	No
Instituto Tecnológico de Zitácuaro	Pública	Electromecánico Civil Gestión Empresarial Industrial Informática Sistemas Computacionales	No
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora	Pública	Electrónica Industrial Industrias Alimentarias Sistemas Computacionales	No
Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán	Pública	Sistemas Computacionales Desarrollo Comunitario	No
Instituto Tecnológico Superior de Huetamo	Pública	Industrial Industrias Alimentarias Sistemas Computacionales Gestión Empresarial	No
Instituto Tecnológico	Pública	Electromecánica, Industrial Sistemas Computacionales	No

Superior de Los Reyes		Innovación Agrícola Sustentable Gestión Empresarial	
Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha	Pública	Industrial, Energías renovables Sistemas Computacionales Innovación Agrícola Sustentable Gestión Empresarial	Planificación de empresas y desarrollo regional
Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro	Pública	Sistemas Computacionales Industrias Alimentarias Geociencias Administración	No
Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo	Pública	Energía Nanotecnología	No
Universidad Tecnológica de Morelia	Pública	Mantenimiento Industrial Tecnologías de la Información y Comunicación, Biotecnología, Energías Renovables	No
Universidad Vasco de Quiroga	Privada	Mecatrónica Industrial en Procesos y Servicios Sistemas Computacionales	Ciencias de la Computación
Universidad Latina de América	Privada	Civil Sistemas Computacionales	No
Universidad Interamericana para el Desarrollo	Privada	Sistemas de Información	Tecnologías de la Información
Universidad La Salle Morelia	Privada	Arquitectura	Ingeniería Económica y Financiera
Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA)	Privada	Ing. en Arquitectura Sistemas Computacionales Industrial	Computación
Centro Educativo Grupo CEDVA	Privada	Mecánica Automotriz Electrónica Automotriz	No
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Morelia	Privada	Mecánico Electricista Mecatrónica Mecánico Administrador Electrónica Industrial y de Sistemas Físico Industrial Diseño Automotriz Desarrollo Sustentable Biotecnología	Automotriz Sistemas de Manufactura Industrial Energética Sistemas de Calidad y Productividad Ciencias de ingeniería

		Bionegocios Producción Musical Digital Químico Administrador Químico en Procesos Sustentables	
Universidad TecMilenio	Privada	Mecatrónica Industrial Industrial y de Sistemas	Tecnologías de Información

De los datos mostrados en la Tabla 2.1, se puede observar que existen una palpable necesidad de impulsar programas de posgrado en el Estado de Michoacán debido al reducido número de IES que ofrecen estudios de maestría en ingeniería a sus egresados, tanto en instituciones de educación pública como privada. Respecto a las IES que ofrecen la carrera de Ingeniero Mecánico, se cuenta con 3 instituciones en el Estado. Por otra parte, se ofrecen carreras afines a la Ingeniería Mecánica como son la Ingeniería en Mecatrónica en 8 IES (5 IES públicas y 3 privadas) y la Ingeniería en Electromecánica en 3 IES públicas del Estado. El nivel posgrado en ingenierías se ofrece en ocho IES de Estado, cuatro publicas y cuatro privadas, de los cuales nuestro PE es el único Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica en el Estado.

## **II.2.2 Oferta educativa en Ingeniería Mecánica a nivel Posgrado**

La zona geográfica del occidente y del centro del país, se caracterizan por tener escuelas de ingeniería que destacan en el ámbito nacional debido a sus planes y programas de estudios, como es el caso de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Sus egresados muestran un buen nivel de preparación y cada vez más los estudiantes adquieren conciencia sobre la necesidad de profundizar en los conocimientos adquiridos desde la licenciatura, a tal grado que un buen porcentaje, continúa sus estudios cursando especialidades y estudios de posgrado en diferentes instituciones del país o en el extranjero.

A continuación en la tabla 2.2 se muestran los Programas de Maestría en Ingeniería Mecánica que se ofrecen en el País y que se encuentran dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del 2017.

**Tabla 2.2. Programas de maestría o especialidad en ingeniería mecánica dentro del PNPC**

CLAVE PROGRAMA	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	NIVEL EN PNPC
000162	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Michoacán	Consolidado
002039	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	Morelos	Consolidado
001773	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Instituto Tecnológico de Celaya	Guanajuato	Consolidado
001785	Maestría en Ingeniería Mecánica	Universidad de Guanajuato	Guanajuato	Competencia Internacional
000558	Maestría en Ingeniería Mecánica	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	San Luis Potosí	Consolidado
000394	Maestría en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con Especialidad en Materiales	Universidad Autónoma de Nuevo León	Nuevo León	Competencia Internacional
000319	Maestría en Ingeniería Mecánica	Universidad Nacional Autónoma de México	Ciudad de México	Consolidado
000838	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Instituto Politécnico Nacional	Ciudad de México	Consolidado
001067	Especialización en Ingeniería Mecánica	Instituto Politécnico Nacional	Ciudad de México	En Desarrollo
003472	Maestría en Ingeniería Mecánica con Acentuación en Materiales	Universidad Autónoma de Coahuila	Coahuila	Reciente Creación



En la Tabla 2.2, se puede observar que se cuenta con 9 Programas de Maestría en Ingeniería Mecánica y 1 Especialidad en Ingeniería Mecánica en todo el país dentro del PNPC. Entre estos programas se encuentra la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica (PE integrada con Doctorado) que oferta la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UMSNH y la que se encuentra con Nivel Consolidado dentro del PNPC. También cabe mencionar que a nivel nacional solo existen cinco PE de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, además de nuestro Doctorado, y en nuestro estado, nuestro Doctorado es el único, la razón por la cual es muy importante su desarrollo y consolidación.

Este reconocimiento al esfuerzo diario en generar personal de alto nivel educativo, ha motivado a seguir buscando la superación de nuestros egresados quienes han manifestado la necesidad contar con un tránsito directo al doctorado para continuar con su preparación profesional e integración de los PE de Maestría e Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica. Una planta docente consolidada en el Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UMSNH, con un alto nivel de colaboración y superación, respalda a las Programas de Doctorado y Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica que actualmente cuenta la misma Universidad. Anteriormente, alumnos egresados del Programa de Maestría se veían obligados a buscar a continuar sus estudios de doctorado en instituciones ubicadas en la zona metropolitana del país o en estados como Guanajuato, San Luís Potosí o Morelos debido a la escasez de opciones. El Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la UMSNH favorece la descentralización, tema importante mencionado en el PND 2013-2018.

Toda institución de educación superior en un nivel de excelencia requiere contar con personal docente con estudios de posgrado, siendo el grado de doctor el que presenta una formación con características que permiten tal nivel de excelencia. La creación del Programa de Doctorado en la Facultad de Ingeniería Mecánica fomentó las labores de investigación en áreas afines, con lo cual se generaron resultados aplicables a la solución de problemáticas tecnológicas de la industria, sin obviar la generación de conocimientos en ciencia básica. Estos conocimientos y desarrollos tecnológicos son difundidos y promovidos para el beneficio de la sociedad y el país así como a nivel internacional.

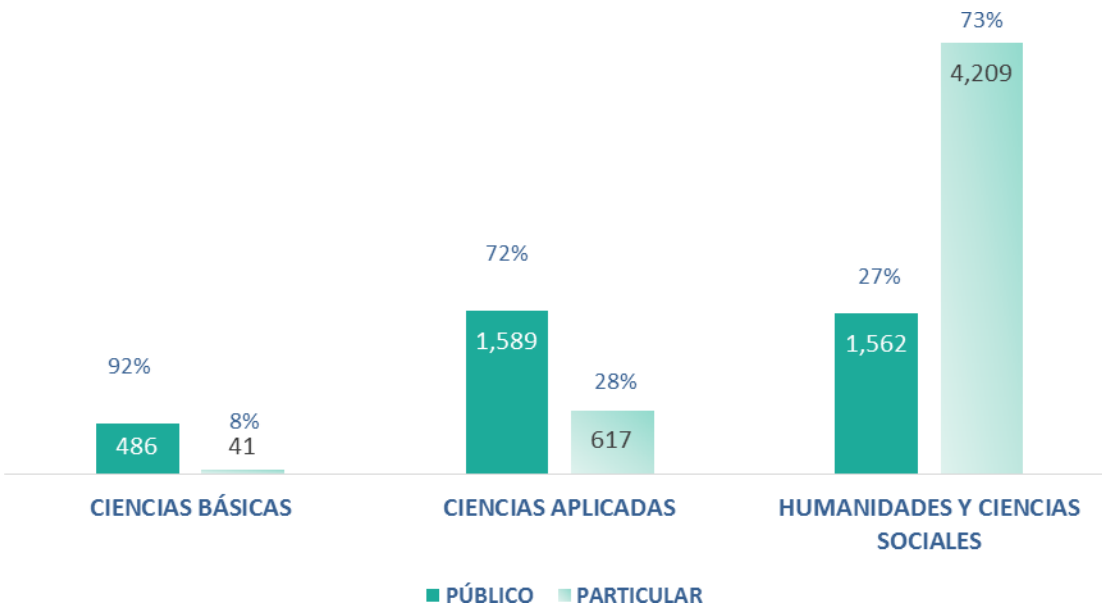
CONACYT en el “Sistema de Consultas” describe, que con base en el informe 911 de la Subsecretaría de Educación Superior Universitaria, de la Secretaría de Educación Pública del periodo 2014-2015, la oferta de posgrado en la república mexicana es de 11,147 programas registrados.

De los 11,147 programas 1,422 (13%) corresponde al doctorado; 7,398 (66%) a la maestría y 2,377 (21%) a la especialidad, que atienden una matrícula de 287,324 estudiantes. El régimen particular oferta 6,543 programas con el 55% de la matrícula.

El Informe 911 describe el estatus de los programas registrado, el cual permite identificar a 8,504 programas activos, 1,623 programas en latencia y 42 programas suspendidos.

La Figura 2.1 describe la oferta nacional por los regímenes público y particular y área del conocimiento.

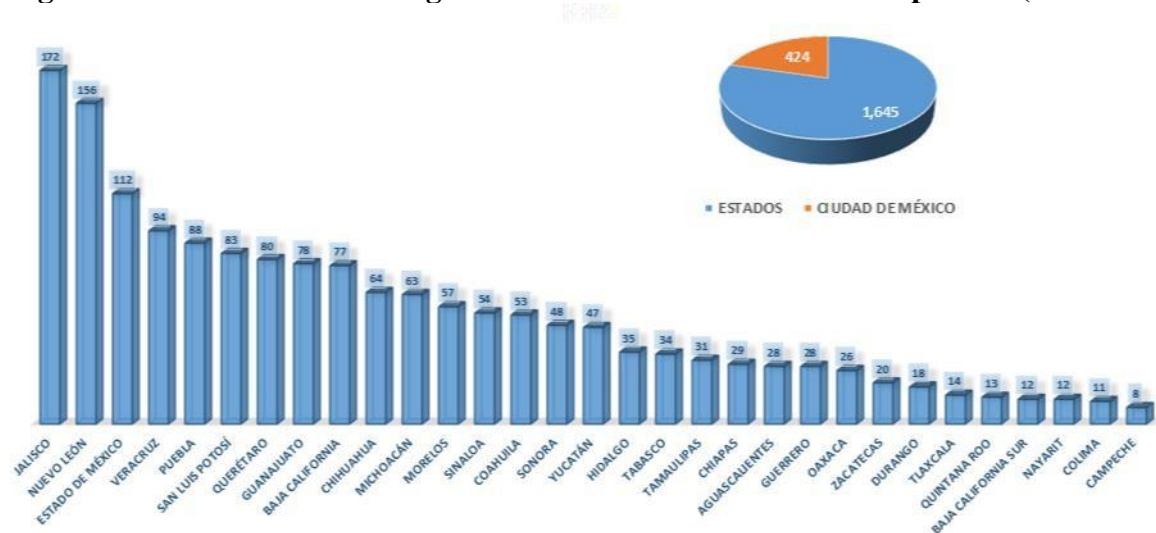
**Figura 2.1. La oferta nacional por los regímenes público y particular y área del conocimiento (CONACYT)**



Como puede observarse en la Figura 2.1., la oferta nacional de posgrados está concentrada en el área de humanidades y ciencias sociales, le sigue las ciencias aplicadas y las ciencias básicas

La figura 2.2. muestra la distribución de programas de Posgrados de PNPC en los estados de la Republica. Se puede notar que la quinta parte de programas de posgrado se encuentran concentrados en el Distrito Federal. Otros estados que ofrecen un número considerable de programas de posgrado son los Estados de Jalisco, Nuevo León, Estado de México, Veracruz, Puebla, San Luís Potosí, Querétaro, Guanajuato, Chihuahua y Michoacán, encontrándose nuestro estado en el onceavo lugar entre los estados de la Republica.

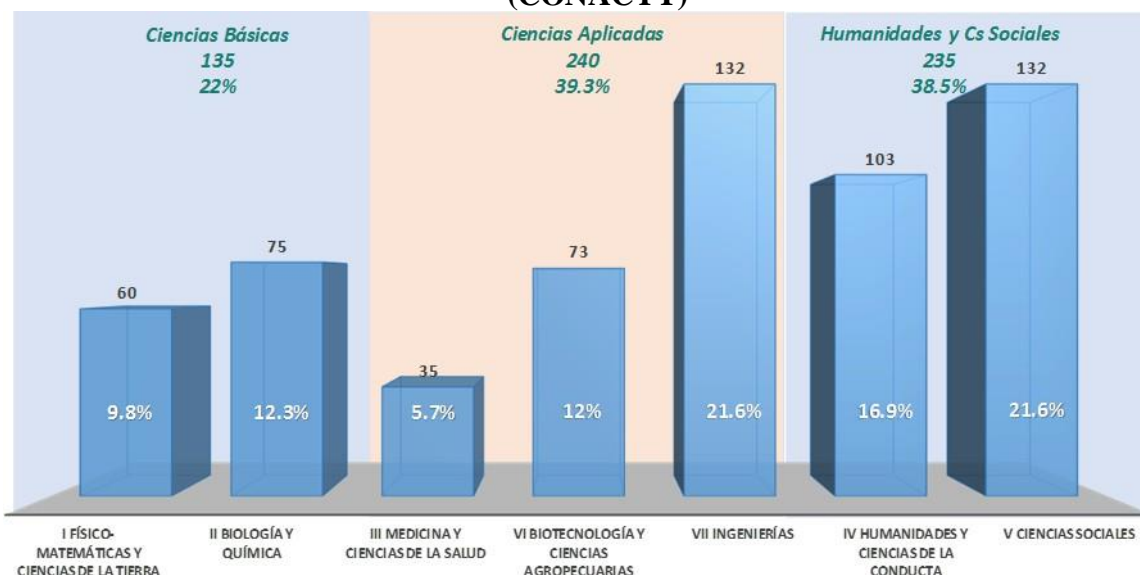
**Figura 2.2. Distribución de Posgrados PNPC en los estados de la República (CONACYT)**



De acuerdo al CONACYT el Programa Nacional de Posgrados de Calidad cuenta actualmente con 2,069 programas en su Padrón al corte del 31 de diciembre de 2016, que corresponde al 24% de la oferta nacional. En particular, para el caso del doctorado el PNPC tiene una participación del 55% con respecto a la oferta nacional. Para las ciencias básicas la cobertura del PNPC es del 84%; las ciencias aplicadas son del 83% y para las humanidades y ciencias sociales con el 35%.

La Figura 2.3 muestra la distribución de programas de doctorado inscritos en el PNPC.

**Figura 2.3. Distribución de programas de doctorado del PNPC. (Total: 610 programas) (CONACYT)**



En la a la Figura 2.3 se puede observar que los programas de doctorado del PNPC pertenecientes al área de Ingeniería y Tecnología representan alrededor del 21.6% del total de programas de doctorado que se ofrecen en el país, dando un total de 39.3% en los doctorados del PNPC en Ciencias aplicadas.

La tabla 2.3 describe el número de programas por área del conocimiento en las entidades federativas por áreas del conocimiento. En esta tabla, se observa que en el ámbito nacional son los posgrados de ciencias aplicadas con un 49.4% del total los que mayor se ofertan, le sigue los posgrados de humanidades y ciencias sociales con un 35.3% y por último las ciencias básicas con un 15.3% del total. No obstante, hay estados que tienen una oferta mayor en alguna de las tres grandes áreas.

La composición del PNPC por entidad federativa y grado se ha incrementado de manera importante en los estados de la federación. Sobresalen 15 estados que cuentan con  $50 \leq$  número de programas  $\leq 500$  registrados en el PNPC. Le siguen 10 estados que cuentan con  $50 <$  número de programas  $\leq 20$  acreditados en el PNPC. Finalmente 7 estados que tienen entre  $20 <$  número de programas  $\leq 5$  registrados en el PNPC.

**Tabla 2.3. Composición del PNPC por entidad federativa y área del conocimiento (CONACYT)**

ENTIDAD FEDERATIVA	CIENCIAS BÁSICAS	CIENCIAS APLICADAS	HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES	TOTAL
CIUDAD DE MÉXICO	64	181	179	424
JALISCO	17	85	70	172
NUEVO LEÓN	18	96	42	156
ESTADO DE MÉXICO	8	64	40	112
VERACRUZ	12	53	29	94
PUEBLA	24	29	35	88
SAN LUIS POTOSÍ	17	50	16	83
QUERÉTARO	9	44	27	80
GUANAJUATO	14	47	17	78
BAJA CALIFORNIA	15	28	34	77
CHIHUAHUA	6	37	21	64
MICHOACÁN	12	20	31	63
MORELOS	9	31	17	57
SINALOA	1	34	19	54
COAHUILA	1	48	4	53
SONORA	10	21	17	48
YUCATÁN	13	19	15	47
HIDALGO	7	17	11	35
TABASCO	9	14	11	34
TAMAULIPAS	6	17	8	31
CHIAPAS	4	7	18	29
AGUASCALIENTES	4	14	10	28
GUERRERO	4	10	14	28
OAXACA	7	12	7	26
ZACATECAS	3	8	9	20
DURANGO	7	9	2	18
TLAXCALA	3	6	5	14
QUINTANA ROO	2	2	9	13
BAJA CALIFORNIA SUR	6	2	4	12
NAYARIT	0	7	5	12
COLIMA	2	6	3	11
CAMPECHE	2	5	1	8
TOTAL	316	1,023	730	2,069
% TOTAL	15.30%	49.40%	35.30%	100%

Los estados según CONACYT ofertan 468 doctorados que representan el 77% del total; 870 maestrías que corresponde al 82% del total y 234 especialidades que alcanza el 77%. A pesar de esta diferencia entre estados y la Ciudad de México, el 48% de los becarios se encuentran en la capital de la República.

La tabla 2.4 muestra los Programas de Doctorado en Ingeniería Mecánica que actualmente se ofrecen en el país y que se encuentran registrados en el PNPC.

**Tabla 2.4. Programas de Doctorado en Ingeniería Mecánica en México**

<b>PROGRAMA</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>CLAVE Y NIVEL EN PNPC</b>	<b>LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b>
<b>Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica</b>	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.	0002870 Reciente Creación	1. Termodinámica Aplicada y Energías Alternas. 2. Diseño y Propiedades de los Materiales. 3. Transferencia de Calor y Fluido dinámica.
<b>Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica</b>	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Cuernavaca, Morelos.	002040 En desarrollo	1. Optimización de sistemas mecánicos (Diseño Mecánico). 2. Análisis y diseño térmico de edificaciones y sistemas solares relacionados (Sistemas Térmicos).
<b>Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica</b>	Instituto Politécnico Nacional (IPN). Unidades Académicas de Nivel Superior.	001761 Competencia Internacional	1. Termofluidos. 2. Uso eficiente de Energía. 3. Mecánica experimental y computacional. 4. Sistemas Dinámicos. 5. Diseño mecánico y materiales
<b>Doctorado en Ingeniería Mecánica</b>	Universidad de Guanajuato (UG). Campus Irapuato-Salamanca	001786 Consolidado	1. Termofluidos. 2. Diseño y Manufactura. 3. Dinámica y Robótica.
<b>Doctorado en Ingeniería Mecánica</b>	Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Facultad de Ingeniería	000559 En Desarrollo	1. Sistemas Mecánicos y Mecatrónica. 2. Termofluidos
<b>Doctorado en Ingeniería Mecánica.</b>	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).	Consolidado	Campos disciplinarios: 1. Diseño Mecánico. 2. Mecánica Aplicada.

			3. Metalmecánica. 4. Termofluidos. 5. Mecatrónica. 6. Ingeniería Automotriz.
Doctorado en Mecatrónica	Universidad Autónoma de Querétaro	004058 Reciente Creación	Mecatrónica
Doctorado en Ciencias en Robótica y Manufactura Avanzada	CINVESTAV. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Saltillo	000342 En Desarrollo	Robótica, Visión, Manufactura

De acuerdo con la tabla 2.4, se puede observar que sólo se ofrecen en el país seis Programas de Doctorado en Ingeniería Mecánica (incluyendo al nuestro PE) que han sido acreditados dentro del padrón del PNPC y dos en áreas afines. Uno de los Doctorados en Ingeniería Mecánica están en Nivel Competencia Internacional, dos PE en Nivel Consolidado y dos PE en Nivel En Desarrollo, y el nuestro en nivel Reciente Creación. Por otra parte, los programas de doctorado en el PNPC relacionados con la Ingeniería Mecánica, como es el caso del Programa de Doctorado en Ciencias en Robótica y Manufactura Avanzada del CINVESTAV Unidad Saltillo se encuentra en nivel de En Desarrollo; y Doctorado en Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Querétaro se encuentra en nivel Reciente Creación. También se encuentran otros algunos otros Programas de Doctorado en Ingeniería que entre sus campos del conocimiento se encuentra la Ingeniería Mecánica, pertenecientes al PNPC y otros que no se encuentran dentro del PNPC.

El Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la UMSNH que aquí se presenta para su evaluación a ingresar en el PNPC, se distingue por las líneas de investigación que se ofrecen, así como una formación enfocada al trabajo en equipo y multidisciplinario. Las LGAC del Programa de Doctorado no sólo incluyen las áreas tradicionales de Ingeniería Mecánica, sino también permiten desarrollar la investigación de frontera con las expectativas de crecimiento en áreas como Energías Alternas, Nanotecnología, Mecatrónica, Manufactura y Biomecánica, lo que se refleja en las líneas de generación y aplicación de conocimiento de los Cuerpos Académicos de los miembros del NAB. Es un programa que ofrece atender las necesidades de investigación a nivel doctorado en el Estado de Michoacán, tanto para el sector académico e industrial en el área de las Ciencias en Ingeniería Mecánica, lo cual se puede ver reflejado en un crecimiento económico del país.

## **II.3 Demanda de alumnos**

Estadísticamente se estima que más del 50% de los estudiantes que cursan una maestría, al concluir ésta, optan por estudiar un doctorado en una disciplina similar o complementaria a la desarrollada en la maestría.

De acuerdo a los datos registrados en la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la UMSNH, en las últimas 5 generaciones de graduados se tiene en promedio 5-8 estudiantes por cohorte generacional dentro de la eficiencia terminal, además de mostrar dicho programa una tendencia creciente en su matrícula de ingreso. Actualmente la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ofrece una gama educativa de posgrados de maestría y doctorado en diversas áreas de las ciencias naturales y sociales. Los candidatos a ingresar al Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica pueden provenir también de posgrados de ingeniería o ciencias de la propia Universidad Michoacana, como por ejemplo: Posgrado en Metalurgia y Ciencia de los Materiales, Posgrado en Ingeniería Química, Posgrado en Ingeniería Eléctrica, Posgrado en Ciencias Físico-Matemáticas, Posgrado en Ingeniería Civil, Posgrado en Ingeniería Ambiental, entre otros.

Hay que recordar que el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica que ofrece la UMSNH es la primera y hasta ahora la única en su tipo en el Estado de Michoacán. Por otra parte, de la Tabla 2.1 se puede observar que el Instituto Tecnológico de Morelia también ofrece una Maestría en Ingeniería Mecánica, lo cual permite la captación adicional de estudiantes al Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana localizada igualmente en la Ciudad de Morelia.

Con la difusión apropiada del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la UMSNH a través de medios electrónicos, radio, distribución de trípticos, pósters y participación en las Ferias de Posgrado, se logra captar y seleccionar apropiadamente estudiantes de otros estados, por ejemplo de la región Occidente y Central de México, o Posgrados en Ingeniería Mecánica como los mostrados en la Tabla 2.2. El uso de medios electrónicos como la página web del Programa de Doctorado y base de datos de Posgrados que se ofrecen en el País, permite ofrecer una opción a profesionistas egresados de otros países, principalmente aquellos egresados de países latinoamericanos. Actualmente se cuenta con un estudiante extranjero.

Por lo expuesto anteriormente, se considera que se tiene una población potencialmente significativa a quién ofrecer una opción para realizar estudios de Doctorado en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se estimaba una matrícula de ingreso de 6 estudiantes de doctorado por año en una primera etapa, la cual se iría incrementando a medida que el Programa de Doctorado evolucione a un nivel En Desarrollo con una matrícula promedio de 10 estudiantes por año, de tal manera que cuando el Programa alcanzaría la consolidación se contaría con una matrícula promedio de ingreso de 14 estudiantes por año. Los números de 10 estudiantes por año de nuevo ingreso en promedio ya fueron alcanzados debido a la gran demanda de nuestro PE, antes de que el Doctorado llegara al nivel En desarrollo.

## **II.4 Horizonte laboral**

El horizonte laboral de los egresados de este programa pretende abarcar los diferentes sectores productivos donde podrán contribuir al desarrollo e innovación tecnológica y, consecuentemente, al bienestar social. De la misma manera, se espera que el egresado del programa pueda tener una gran incidencia en las instituciones de educación superior, donde podrán realizar labores académicas y de investigación en dichas instituciones.

El egresado del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica estará capacitado para integrarse principalmente en el ámbito de la investigación básica y aplicada. Por otra parte, estará también capacitado para integrarse al campo productivo del país, en la generación de energía, en la industria alimentaria, textil, de procesos y transformación, en industrias metal-mecánica, entre otras. Con sus capacidades podrá contribuir en la solución de problemas relacionados con la generación no convencional de energía eléctrica, tales como: geotérmica, eólica, solar, biomasa, entre otras.

Con los conocimientos adquiridos, el egresado también podrá insertarse en empresas donde se requiere la optimización de procesos industriales, así como la aplicación y adaptación de tecnologías y nuevos materiales para mejorar e implementar nuevos procesos de producción que demanden sectores específicos.

## **II.5 Pertinencia del programa**

Los resultados presentados en este estudio muestran una factibilidad y pertinencia del programa educativo de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Mecánica para su consolidación dentro del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad. La operatividad del DCIM ayuda en la formación de egresados con competencias profesionales, académicas y laborales perfiladas a satisfacer los requerimientos del sector productivo y académico en el Estado de Michoacán.



### **III OBJETIVOS DEL PROGRAMA**

#### **III.1 Objetivo general**

Formar recursos humanos de la más alta calidad con conocimientos sólidos y capacidad en investigación permitiendo contribuciones originales generadoras de nuevos conocimientos, métodos e innovación tecnológica encaminados a la solución de problemas en la región y en el país.

#### **III.2 Objetivos específicos**

- Motivar en el estudiante un alto nivel de conocimientos, exigencia intelectual, curiosidad científica y creatividad necesaria tanto dentro de las actividades profesionales de vanguardia como dentro de la investigación científica y en la enseñanza universitaria.
- Promover en el estudiante el interés para aplicar los conocimientos obtenidos dentro de su especialidad superando sus fronteras y permitiendo así mayor comprensión y evaluación de la literatura científica y desarrollando métodos rigurosos de razonamiento y de experimentación.
- Aplicar los conocimientos y habilidades de la planta docente en la preparación de profesionistas a nivel posgrado, con un profundo conocimiento en el estudio y análisis involucrado por alguna(s) de las LGAC del Programa de Doctorado, así como formar y dirigir grupos de investigación.

#### **III.3 Metas del programa**

- Contar con un plan de estudios pertinente y en permanente proceso de mejora, con retroalimentación de estudios de seguimiento de egresados.
- Mantener un proceso riguroso de selección de estudiantes.
- Atención permanente y personalizada de los estudiantes del programa para lograr eficiencias terminales por cohorte generacional superiores al 60%.
- Mantener la matrícula de acuerdo a los estándares marcados por CONACYT.

- Consolidación del programa dentro del PNPC llegando a largo plazo a nivel internacional.
- Consolidación como investigadores nacionales miembros del SNI el 90% de los profesores del NAB en el año 2026 y 40% en niveles II y III.
- Establecer en promedio un convenio de colaboración por año con alguno de los sectores productivo, gubernamental o académico, a fin de consolidar la vinculación del programa.

## **IV PERFIL DE INGRESO Y EGRESO**

### **IV.1 Perfil de ingreso**

El aspirante a ingresar al Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica deberá estar interesado en el ámbito de la investigación y generación de conocimientos que contribuyan a la resolución de problemáticas del campo de la ingeniería mecánica relevantes de la región y del país, además debe poseer:

#### **IV.1.1 Conocimientos**

- Del área de Ingeniería Mecánica en general y de alguna de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) cultivadas en este Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica.
- En modelos matemáticos, computacionales y de programación, que les permitan tener habilidad en la aplicación del conocimiento teórico a situaciones reales de Ingeniería Mecánica.
- De un nivel suficiente de inglés oral y escrito, así como de comprensión de textos, adecuado para estudios de nivel doctorado, en donde se requiere la redacción y presentación de material técnico en este idioma.
- Del método científico para el desarrollo de su proyecto de investigación, así como la capacidad de ser autodidacta.

#### **IV.1.2 Habilidades**

- Capacidad de análisis adecuada para la solución de problemas nuevos.
- Creatividad para desarrollar estrategias de investigación e intervención que resuelvan problemas relevantes y vigentes.
- Habilidad para plantearse hipótesis y diseñar estrategias de solución.
- Habilidad para realizar reflexiones y síntesis de teorías y conceptos.
- Habilidad de lectura y redacción crítica y analítica de textos académicos y de investigación.
- Habilidad para el manejo de tecnologías de la información y de la comunicación.
- Habilidad para comprender y escribir textos en inglés.

#### **IV.1.3 Actitudes**

- Disposición de superación personal, espíritu de trabajo, de colaboración en su formación académica y de disposición al trabajo interdisciplinario.
- Valores humanos universales, así como una ética profesional arraigada y actitud positiva para enfrentar nuevos retos.
- Compromiso ético y social.
- Respeto y contribución al entorno ambiental.

## **IV.2 Perfil de egreso**

El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica deberá poseer el siguiente perfil de egreso, en cuanto a:

### **IV.2.1. Conocimientos**

- Conocimientos profundos en su área de investigación y formación, de manera tal que pueda generar, transmitir y aplicar nuevo conocimiento.
- Conocimiento de herramientas metodológicas y técnicas de resolución de problemas concretos y abstractos.

### **IV.2.2. Habilidades**

- Tendrá una formación integral para realizar eficazmente labores de investigación y docencia en instituciones de educación superior y/o centros de investigación, así como para desempeñarse con un alto nivel profesional y contribuir al desarrollo científico y tecnológico de vanguardia.
- Será un profesionista altamente especializado en la generación, transferencia e implementación del conocimiento de vanguardia, en los procesos y necesidades socioeconómicas y ambientales relacionadas con las líneas de investigación cultivadas en su formación.
- Estará capacitado para dirigir grupos de desarrollo científico y tecnológico, generar propuestas de investigación novedosas, formar recursos humanos de alto nivel y desarrollar investigación de vanguardia.
- Habilidad para gestionar recursos de diversa índole con el propósito de desarrollar proyectos de investigación y de aplicación.
- Colaborar con grupos de investigación multidisciplinarios.

### **IV.2.3. Actitudes**

- Será un profesionista comprometido con la sociedad y el cuidado del medio ambiente.
- Actitud al trabajo en el sector industrial, de servicio y de investigación desarrollando actividades relacionadas a su especialización.
- Actitud de liderazgo para el desarrollo de proyectos de investigación, constituyéndose en un agente de cambio en centros de investigación e instituciones educativas públicas y privadas.
- Comprometido con su continuo crecimiento académico y personal.

## **V ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS**

### **V.1 Duración del Plan de Estudios**

Los alumnos de doctorado cubrirán un programa de estudios diseñado por su director de tesis y avalado por el Coordinador del Posgrado, siguiendo las normas y reglamentos de los estudios de posgrado en la UMSNH. Tal programa deberá ser aprobado por el Comité Doctoral y cubrirá los conocimientos de los campos de estudio en profundidad y extensión, guardando una estrecha vinculación con el tema de tesis.

El plan de estudios del posgrado se orienta hacia una práctica curricular centrada en la investigación básica y aplicada, en un período de 8 SEMESTRES, al final del cual el alumno obtendrá su grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecánica. Es importante señalar que el estudiante podrá solicitar su examen de grado una vez que haya finalizado su trabajo de investigación y la redacción de la tesis en un periodo inferior a los 8 semestres, siempre y cuando cuente con la aprobación del director de tesis y consentimiento del Comité Doctoral y haya cubierto la totalidad de los créditos, lo cual se cumple al finalizar el sexto semestre.

En los casos especiales de estudiantes sobresalientes que se encuentren cursando el sexto semestre, se les podrán aprobar las materias de Seminario de Tesis VI y Seminario de Investigación VI asignándoseles una calificación de acuerdo a la evaluación de su examen de grado.

El alumno desarrollará su programa de trabajo congruente a su proyecto de investigación, bajo la supervisión de su director de tesis. Sus avances se presentarán ante su Comité Doctoral asignado para su evaluación, control y seguimiento. En términos generales, se busca, a través de la investigación, conducirlo al dominio de las competencias propuestas en el perfil del egresado, en el campo específico de su área de conocimiento.

El objetivo de este enfoque educativo es tendiente a generar semestre a semestre, un auténtico proceso de aprendizaje en el que el alumno, a partir de la práctica de investigación, derive hacia la investigación básica y de ésta hacia la investigación aplicada y desarrollo tecnológico que corresponda a su proyecto doctoral, siempre con la asistencia y la supervisión de su director de tesis (y co-director de tesis cuando aplique).

## **V.2 Estructura Curricular**

Las actividades académicas serán asignadas a cada alumno por su director de tesis, y el coordinador del programa de doctorado, dará visto bueno a estas actividades. El Comité Doctoral avala las actividades desarrolladas por el estudiante al final de cada semestre. Estas actividades comprenden: la investigación original que conduzca a la tesis doctoral, los cursos, estancias de investigación y movilidad, seminarios, talleres, congresos, foros, actividades docentes y aquellas otras que proporcionen una sólida formación académica en los conocimientos generales de la disciplina y en los específicos del campo de interés del alumno y lo preparen para la obtención del grado de doctor. Las actividades académicas en el Programa de Doctorado son las siguientes:

1. En el doctorado, la actividad fundamental en la formación del estudiante es el trabajo de investigación, el cual será evaluado en todos los semestres en la asignatura de Seminario de Tesis; a través del mismo, el estudiante integrará y aplicará conocimientos, ensayará su creatividad así como su destreza para el diseño de estrategias y metodologías para la resolución de un problema de investigación original, que sea relevante en la Ingeniería Mecánica.
2. Los alumnos se inscribirán semestralmente a las materias correspondientes al Plan de Estudios del Programa de Doctorado. Entre los seminarios se encuentran Seminario de Tesis con seriación del I al VI y Seminario de Investigación con seriación del I al VI, para ser cursadas del 1er. al 6to. semestre. Entre los cursos se encuentran Tópicos Selectos I y Tópicos Selectos II, los cuales no son seriados y se pueden cursar simultáneamente ya sea en el primer semestre o en el segundo.
3. En el cuarto semestre el alumno se inscribirá al Examen Predoctoral, en donde será evaluado en relación a sus avances y capacidades desarrolladas para la investigación.
4. El alumno complementará su formación a través de las actividades indicadas por el Comité Doctoral, así como su participación activa en la vida académica del programa y de la entidad académica en donde efectúe sus actividades de investigación.

### **V.2.1 Mapa Curricular**

A continuación en la Tabla 5.1 se muestra el Mapa Curricular para la distribución de las diferentes actividades académicas que comprende el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

**Tabla 5.1 Mapa Curricular del Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica**

Clave	Asignatura	Tipo	Seriación	horas/semana	horas/semestre	Créditos
<b>SEMESTRE I</b>						
<b>ST1</b>	<b>Seminario de Tesis I</b>	<b>seminario</b>	<b>ninguna</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>
<b>SI1</b>	<b>Seminario de Investigación I</b>	<b>seminario</b>	<b>ninguna</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>4</b>
<b>TS1</b>	<b>Tópicos Selectos I</b>	<b>curso</b>	<b>ninguna</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>
<b>Total de créditos en el semestre I</b>						<b>20</b>
<b>SEMESTRE II</b>						
<b>ST2</b>	<b>Seminario de Tesis II</b>	<b>seminario</b>	<b>ST1</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>
<b>SI2</b>	<b>Seminario de Investigación II</b>	<b>seminario</b>	<b>SI1</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>4</b>
<b>TS2</b>	<b>Tópicos Selectos II</b>	<b>curso</b>	<b>ninguna</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>
<b>Total de créditos en el semestre II</b>						<b>20</b>
<b>SEMESTRE III</b>						
<b>ST3</b>	<b>Seminario de Tesis III</b>	<b>seminario</b>	<b>ST2</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>
<b>SI3</b>	<b>Seminario de Investigación III</b>	<b>seminario</b>	<b>SI2</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>4</b>
<b>Total de créditos en el semestre III</b>						<b>12</b>
<b>SEMESTRE IV</b>						
<b>ST4</b>	<b>Seminario de Tesis IV</b>	<b>seminario</b>	<b>ST3</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>

<b>SI4</b>	<b>Seminario de Investigación IV</b>	<b>seminario</b>	<b>SI3</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>4</b>
<b>EP</b>	<b>Examen Predoctoral</b>					<b>0</b>
<b>Total de créditos en el semestre IV</b>						<b>12</b>
<b>SEMESTRE V</b>						
<b>ST5</b>	<b>Seminario de Tesis V</b>	<b>seminario</b>	<b>ST4</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>
<b>SI5</b>	<b>Seminario de Investigación V</b>	<b>seminario</b>	<b>SI4</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>4</b>
<b>Total de créditos en el semestre V</b>						<b>12</b>
<b>SEMESTRE VI</b>						
<b>ST6</b>	<b>Seminario de Tesis VI</b>	<b>seminario</b>	<b>ST5</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>8</b>
<b>SI6</b>	<b>Seminario de Investigación VI</b>	<b>seminario</b>	<b>SI5</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>4</b>
<b>Total de créditos en el semestre VI</b>						<b>12</b>
<b>SEMESTRE VII</b>						
<b>ET1</b>	<b>Elaboración de Tesis I</b>		<b>ninguna</b>			<b>44</b>
<b>Total de créditos en el semestre VII</b>						<b>44</b>
<b>SEMESTRE VIII</b>						
<b>ET2</b>	<b>Elaboración de Tesis II</b>		<b>ninguna</b>			<b>44</b>
<b>Total de créditos en el semestre VIII</b>						<b>44</b>



El **Seminario de Tesis** comprende el desarrollo del trabajo de investigación propuesto. En el primer semestre el alumno presentará el Protocolo de Tesis, una vez aprobado éste se procede al registro del tema de tesis. En los semestres posteriores el comité doctoral evaluará el avance de la tesis.

El **Seminario de Investigación** comprende conferencias impartidas por profesores visitantes o tutores del programa, ponencias, cursos técnicos, entre otros. Los Seminarios de Investigación tendrán 4 créditos con 2 h/semana.

Los **Tópicos Selectos** serán seleccionados por el director de tesis y avalados por el Comité Doctoral. Pueden ser impartidos por profesores del NAB, invitados o visitantes. Los Tópicos Selectos no llevan seriación o prerrequisitos y se tendrá la flexibilidad de poder cursarlos simultáneamente en el semestre I ó II. Los Tópicos Selectos serán temas avanzados de acuerdo al área de investigación y serán seleccionados por el director de tesis acorde a las necesidades del alumno para poder desarrollar el proyecto de tesis. Los Tópicos Selectos tendrán 8 créditos cada uno con 4 h/semana.

## **V.2.2 Total de créditos a cubrir**

El alumno deberá aprobar un mínimo de 88 créditos en su carga académica y 88 créditos a la tesis. El total de créditos para obtener el grado de Doctor es de 176.

## **V.3 Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento**

El Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica no ofrece opciones terminales. De acuerdo a las líneas de investigación que desarrollan actualmente los profesores que participan en el programa, se han planteado las siguientes Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): Termodinámica Aplicada y Energías Alternas, Diseño y propiedades de los materiales, Transferencia de calor y Fluidodinámica. Las tres LGAC se describen a continuación:

- **TERMODINÁMICA APLICADA Y ENERGÍAS ALTERNAS.** Esta LGAC se enfoca en el estudio, análisis y diseño de sistemas energéticos convencionales y renovables, con el fin de lograr una reducción del consumo energético y del impacto ambiental, así como la integración de las energías alternas, considerando los recursos naturales disponibles del entorno y contribuir de esta manera al desarrollo sustentable.

- **TRANSFERENCIA DE CALOR Y FLUIDODINÁMICA.** Esta LGAC tiene por objeto el estudio, análisis y aplicación de los fenómenos de transferencia de calor y dinámica de fluidos para crear, innovar y mejorar diversos equipos y procesos industriales mediante técnicas matemáticas, numéricas y experimentales.
- **DISEÑO Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.** Esta LGAC se orienta al diseño ya sea de equipos mecánicos y la selección de los elementos o materiales a utilizar, así como el diseño de nuevos materiales. De igual manera se considera la investigación de materiales (convencionales y nuevos materiales) que se pueden emplear en la fabricación de productos, equipo y maquinaria, con el propósito de analizar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

En la tabla 5.2 se enlistan las Líneas de Generación y Aplicación del conocimiento del programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, así como los profesores asociados a cada una de las LGAC.

**Tabla 5.2. LGAC asociadas al Programa**

<b>Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento</b>	<b>Profesores participantes en cada LGAC</b>
TERMODINÁMICA APLICADA Y ENERGÍAS ALTERNAS	Dr. J. Jesús Pacheco Ibarra Dr. Carlos Rubio Maya Dr. Erasmo Cadenas Calderón Dr. Sergio Ricardo Galván González Dr. Gilberto González Avalos Dr. Juan Felipe Soriano Peña Dr. Víctor López Garza
DISEÑO Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	Dr. Marco Antonio Espinosa Medina Dra. Georgina Carbajal De la Torre Dra. Lada Domratcheva Lvova Dr. Juan Felipe Soriano Peña Dr. Ignacio Juárez Campos Dr. Pablo Genaro Martínez Torres Dr. Miguel Villagómez Galindo

TRANSFERENCIA DEL CALOR Y FLUIDODINÁMICA	Dr. Gildardo Solorio Díaz Dra. Alicia Aguilar Corona Dra. Laura Alicia Ibarra Bracamontes Dr. Sergio Ricardo Galván González Dr. J. Jesús Pacheco Ibarra Dr. Carlos Rubio Maya Dr. Pablo Genaro Martínez Torres Dr. Gilberto González Avalos
---	--

Estas LGAC están sustentadas por los investigadores que pertenecen a los Cuerpos Académicos de Termofluidos, Diseño Mecánico y Materiales, Bioingeniería, Polímeros y Nanomateriales, Manufactura de la fundición, deformación plástica, tratamientos térmicos, soldadura y tribología, actualmente registrados en la SEP-PRODEP.

## V.4 Programa de las actividades de aprendizaje

### PROGRAMAS DE ESTUDIO

NOMBRE DE LA ASIGNATURA :
<b>SEMINARIO DE TESIS I al VI</b>

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	TIPO DE ASIGNATURA
<b>SEMESTRE I al VI</b>	<b>ST1 al ST6</b>	<b>Seminario</b>

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA
Definir el problema de su objeto de investigación, a partir del cual asentará las bases de su proyecto de investigación doctoral, cumpliendo los requisitos de pertinencia, originalidad e innovación, realizando presentaciones de los avances de su proyecto de investigación doctoral ante su Comité Doctoral según se solicite.

#### TEMAS Y SUBTEMAS:

- El protocolo de investigación
- Identificación, delimitación y definición del problema de investigación
- El marco teórico de la investigación
- Formulación de hipótesis de investigación
- Estrategias metodológicas
- Selección de procesos experimentales

#### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:

El alumno presentará debidamente calendarizado el plan de trabajo completo para el desarrollo de su proyecto de investigación. El alumno desarrollará una profunda y exhaustiva revisión documental de su objeto de estudio, tendiente al desarrollo de su proyecto de investigación.

Seleccionará e identificará la definición de la problemática de investigación que será objeto de su proyecto de investigación e integrará de su revisión documental el estado del arte asociado a su problemática de investigación con lo cual formulará sus hipótesis de investigación, así como determinará las estrategias metodológicas y experimentales de su proyecto. Conforme a su protocolo de investigación, en el primer semestre, el estudiante realizará la preparación de su infraestructura experimental y/o de su modelo teórico, seleccionará los equipos, prototipos e instrumentos que utilizará en su fase experimental, en su caso diseñando aquellos que por las características de su propuesta de investigación se requieran. Lo anterior le permitirá evaluar sus diferentes hipótesis de investigación básica y/o aplicada. Utilizará las herramientas estadísticas pertinentes a su proyecto, para la determinación de la confiabilidad de sus datos experimentales. En su caso, aplicará las técnicas de muestreo necesarias, asegurando la validez en la medición de sus datos experimentales. Determinará la repetitividad y confiabilidad de sus datos para asegurar la validez de la metodología experimental. Integrará la presentación y organización de sus datos para una posterior interpretación de los mismos. Elaborará al término de cada semestre su informe de avance en el desarrollo de su proyecto de investigación.

#### **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN:**

El objetivo de los Seminarios de Tesis es orientar y dar un seguimiento riguroso a los alumnos en las actividades de investigación conducentes a la culminación de su tesis de doctorado dentro del tiempo establecido dentro del marco del programa. El alumno se reunirá con su director de tesis al menos las cuatro horas/semanas programadas donde se discutirán los avances, se analizarán los resultados obtenidos y la planeación a futuro.

El Comité Doctoral se reunirá con el alumno una vez por semestre y dependiendo del avance de tesis el periodo de reunión puede reducirse. El alumno en su reunión con el Comité Doctoral presentará el avance de su tesis tanto escrita como oral. Por su parte, el Comité Doctoral evaluará el dominio del tema, resultados, producción, planeación del trabajo a seguir, aportación de la investigación y hará las recomendaciones pertinentes por escrito.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

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

NOMBRE DE LA ASIGNATURA :
<b>TÓPICOS SELECTOS I al II</b>

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	TIPO DE ASIGNATURA
<b>SEMESTRE I al II</b>	<b>TS1 al TS2</b>	<b>curso</b>

<b>OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA</b>
Generalizar sus conocimientos mediante el estudio de temas avanzados sobre el área de su investigación.

#### **TEMAS Y SUBTEMAS:**

Los temas y subtemas serán seleccionados por el director de tesis y/o co-director de tesis responsables.

#### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:**

El estudiante de doctorado profundizará en temas especializados relacionados con su trabajo de investigación.

#### **MODALIDADES DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA:**

El Tópico Selecto será impartido por un investigador asociado al Programa de Doctorado o en su defecto por algún investigador invitado, el cual asignará una calificación de acuerdo al aprovechamiento del estudiante.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

La bibliografía estará asociada a la línea de investigación en la que se ubiquen los tópicos seleccionados y será asignada por el profesor responsable de dicha materia.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:
<b>SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I al VI</b>

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	TIPO DE ASIGNATURA
<b>SEMESTRE I al VI</b>	<b>SI1 al SI6</b>	<b>seminario</b>

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA
Ampliar sus conocimientos, habilidades y formación académica mediante la asistencia y participación en conferencias invitadas, ponencias y cursos técnicos relacionados con la Ingeniería Mecánica.

#### **TEMAS Y SUBTEMAS:**

- Temas actuales de investigación en Ingeniería de acuerdo a la especialidad del expositor invitado.

#### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:**

La participación en Seminarios de Investigación propiciará y encauzará el proceso de investigación y desarrollo tecnológico entre los alumnos. Esto les permitirá conocer los problemas de frontera en la actualidad que enfrenta la ciencia y la tecnología. También los alumnos obtendrán un crecimiento en sus criterios y conceptos, además de fomentar en ellos una disciplina científica. Se propiciará el diálogo e interacción con otros investigadores, compartiendo ideas e intereses científicos para posibles colaboraciones futuras.

#### **MODALIDADES DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA:**

El profesor responsable de la organización de los Seminarios de Investigación llevará un control de la asistencia y participación de los estudiantes de doctorado. Para efectos de la evaluación, el coordinador del seminario emitirá una calificación final a cada alumno de acuerdo a su asistencia y a la calidad de los reportes entregados sobre cada seminario. Tres inasistencias injustificadas serán la razón para baja del seminario.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

La bibliografía será presentada por el investigador invitado de acuerdo a sus líneas de investigación o al curso técnico impartido.

---

NOMBRE DE LA ASIGNATURA :
<b>EXAMEN PREDOCTORAL</b>

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	TIPO DE ASIGNATURA
<b>SEMESTRE IV</b>	<b>EP</b>	

<b>OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA</b>
Demostrar los conocimientos adquiridos durante su etapa de preparación en el Programa de Doctorado al ser evaluado ante el Comité Doctoral mostrando una sólida formación académica y capacidad para la investigación.

#### **TEMAS Y SUBTEMAS:**

- Defensa de su proyecto de investigación
- Los temas seleccionados por el Comité Doctoral para su evaluación

#### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:**

Se considerará que el alumno que obtiene la candidatura al grado de doctor habrá demostrado tener el perfil de un estudiante de doctorado, incluyendo la capacidad para proponer y desarrollar trabajo original de investigación científica en el área de la Ingeniería Mecánica.

#### **MODALIDADES DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA:**

Se nombrará un Comité de Evaluación formado por tres investigadores independientes del Comité Doctoral. Este comité estará integrado por un investigador externo al Programa de Doctorado y especialista en el área, el Coordinador del Programa de Doctorado y un investigador interno del área, salvo cuando el NAB no sea suficiente se podrá considerar un investigador miembro del Comité Doctoral, a excepción del director y co-director de tesis. Los integrantes del Comité de Evaluación podrán ser propuestos por el director de tesis y avalados por el Consejo Interno. Al término del Examen Predoctoral se levantará un acta con el dictamen correspondiente (aprobado o no aprobado) incluyendo las recomendaciones necesarias, el cual se hará llegar al director de tesis.



El alumno presentará su avance del proyecto de tesis en formato de artículo que incluya Resumen, Abstract, Introducción, Metodología, Resultados y Discusión, Conclusiones y Referencias bibliográficas.

El Comité de Evaluación analizará en este examen los siguientes puntos:

- El manejo de los conocimientos acumulados que sustentan los avances de su trabajo de tesis.
- La capacidad para elaborar, organizar, describir y defender un proyecto de investigación.
- Defensa oral de su proyecto de investigación.
- La aportación científica del trabajo de tesis y su potencial como investigador.

El Procedimiento para presentar el Examen Predoctoral es el siguiente:

1. El Coordinador del Programa de Doctorado calendarizará la fecha de presentación del Examen Predoctoral.
2. El alumno presentará su avance del proyecto de tesis en formato de artículo que incluya Resumen, Abstract, Introducción, Metodología, Resultados y Discusión, Conclusiones y Referencias bibliográficas. El documento deberá consistir de un mínimo de 10 a un máximo de 15 cuartillas y será entregado al comité con 10 días hábiles de anticipación la fecha del examen.
3. Al término del Examen Predoctoral se levantará un acta con el dictamen correspondiente (aprobado o suspendido) incluyendo las recomendaciones necesarias, el cual se hará llegar al director de tesis. El Examen Predoctoral se presentará durante el IV semestre del Programa de Doctorado.
4. En caso de que la evaluación del Examen Predoctoral resulte negativa, el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado podrá autorizar una segunda y última evaluación, la cual deberá realizarse en un plazo máximo de tres meses a partir de su primer Examen Predoctoral. En caso de no aprobar el Examen Predoctoral en dos ocasiones será motivo de baja definitiva del Programa de Doctorado.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

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

<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA :</b>
<b>ELABORACIÓN DE TESIS I al II</b>

<b>CICLO</b>	<b>CLAVE DE LA ASIGNATURA</b>	<b>TIPO DE ASIGNATURA</b>
<b>SEMESTRE VII al VIII</b>	<b>ET1 al ET2</b>	

<b>OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA</b>
Elaborar un informe final que cumpla con los requisitos mínimos para ser presentado en opción al grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

**TEMAS Y SUBTEMAS:**

- Interpretación de los datos experimentales.
- Interpretación de los datos del modelo teórico.
- Determinación de las contribuciones originales e innovadoras del estudio.
- Formulación de las conclusiones de la investigación.
- Establecimiento de los alcances, limitaciones y recomendaciones.
- Redacción del trabajo de tesis.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:**

El estudiante generará y realizará la interpretación de sus datos experimentales y/o del modelo teórico, comparándolos con su acervo documental. Establecerá las contribuciones originales e innovadoras derivadas de los hallazgos científicos y tecnológicos. Formulará las conclusiones de los resultados de su proyecto de investigación doctoral estableciendo los alcances y limitaciones del mismo, así como presentando las recomendaciones pertinentes de estudios posteriores. Redactará su tesis y la presentará a los miembros de su jurado para las observaciones correspondientes.

**MODALIDADES DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA:**

El Comité Doctoral evaluará el avance del trabajo de tesis y entregará la calificación final al director de tesis quien será el encargado de asentarla en el acta correspondiente.

**BIBLIOGRAFÍA:**

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

## **V.5 Flexibilidad para cubrir las actividades académicas**

En el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica cada alumno, previa autorización de su director de tesis y/o sugerencia del Comité Doctoral, y aprobación por el Coordinador del PE, podrá realizar estancias o cursar materias en otras Instituciones de Educación Superior (IES) nacionales o extranjeras. Estas actividades académicas serán tomadas en cuenta estableciéndose una equivalencia en los créditos dentro del Programa de Doctorado.

El tiempo de duración de la estancia o de la asistencia a cursos externos no deberá exceder a dos semestres (salvo casos especiales) y no deberá incluir al octavo semestre. Durante la estancia, la evaluación del Seminario de Tesis seguirá estando a cargo del director de tesis en base a los avances del proyecto de tesis. En el caso de los Seminarios de Investigación el alumno deberá presentar una constancia o una evaluación equivalente, que avale la asistencia a seminarios, por parte del responsable académico de la institución receptora.

## **VI PERSONALACADÉMICO**

### **VI.1 Personal del Núcleo Académico Básico (NAB)**

En la Tabla 6.1 se muestran los datos más relevantes respecto a la formación profesional de los miembros del NAB.

**Tabla 6.1. Formación Académica del Personal que participará en el Programa de Doctorado**

<b>Nombre</b>	<b>Grado Académico</b>	<b>Fecha de obtención del grado</b>	<b>Institución otorgante</b>	<b>Categoría UMSNH</b>	<b>Experiencia Docente (años)</b>	<b>Nombramiento SNI</b>	<b>Estancias Posdoctorales y/o sabáticas</b>
Cadenas Calderón, Erasmo	Doctor	Octubre, 2006	CIE-UNAM	Profesor Investigador Titular “C”	24	Nivel I	Año sabático en la CFE en 2012 Estancia posdoctoral en 2013 en el Instituto de la Energía renovable de la UNAM
Carbajal de La Torre, Georgina	Doctora	Marzo, 2002	CIMAV	Profesor Investigador Titular “C”	15	Nivel I	2004-2005, IFUNAM, México. 2005-2006, Université de Sciences de Villeneuve d’Ascq, Francia

Ibarra Bracamontes, Laura Alicia	Doctora	Julio, 2005	UASLP	Profesor Investigador Titular "C"	14	Nivel I	2006-2007, Postdoc, University of British Columbia, Canadá Año sabático como Profesor visitante en 2015 en Pennsylvania State University, EUA.
Pacheco Ibarra, J. Jesús	Doctor	Octubre, 2007	Universidad de Guanajuato	Profesor Investigador Titular "C"	15	Nivel I	
Rubio Mayas, Carlos	Doctor	Junio, 2009	Universidad de Zaragoza (España)	Profesor Investigador Titular "C"	15	Nivel I	Año sabático como Investigador visitante en Lehigh University, EUA, 2016
Solorio Díaz, Gildardo	Doctor	Agosto, 2004	IPN-ESIQIE	Profesor Investigador Titular "C"	17	Nivel I	
Aguilar Corona, Alicia	Doctora	Diciembre, 2008	Institute National Polytechnique de Toulouse (Francia)	Profesor Investigador Titular "A"	14	Nivel I	2009, UAM-I, México.
Espinosa Medina, Marco Antonio	Doctor	Febrero, 2001	CIMAV	Profesor Investigador Titular "C"	14	Nivel II	2002-2003, IMP, México.

Domratcheva Lvova, Lada	Doctora	Junio, 1999	Universidad Técnica de Nizhny Novgorod (Rusia)	Profesor e Investigador Titular “C”	18	SNI Nivel I desde 2007	
Galván González, Sergio Ricardo	Doctor	Julio, 2007	Ecole Polytechnique de Montreal (Canadá)	Profesor e Investigador Titular “C”	15	SNI Nivel I hasta 2020	2008, Postdoc en Ecole Polytechnique de Montreal, Canadá.
Juárez Campos, Ignacio	Doctor	Septiembre, 2002	UNAM	Profesor e Investigador Titular “C”	22	Nivel I	
Gilberto González Avalos	Doctor	Junio de 2004	UANL	Profesor Investigador Titular “C”	28	SNI Nivel I	Año sabático en Universidad de Twente en Holanda en 2016, Profesor Visitante en Ecole Central de Lille en Francia en 2007
Juan Felipe Soriano Peña	Doctor	Junio de 2000	Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba	Profesor Investigador Titular “C”	26		
Pablo Genaro Martínez Torres	Doctor	2010	CINVESTAV Unidad Mérida	Profesor Investigador Titular “C”	22	Nivel I	
Víctor López Garza	Doctor	2017	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Profesor Investigador Titular “A		Nivel I	



Miguel Villagomez Galindo	Doctor en Gestión del Talento Humano	2022	Universidad Continente Americano, Celaya Puebla	Profesor Investigador Asociado “C	26	Candidato	
---------------------------	--------------------------------------	------	---	-----------------------------------	----	-----------	--

## **VI.2 Colaboradores y tutores externos**

Dado que es importante interactuar con otros grupos de trabajo, con el fin de intercambiar información, desarrollar trabajo conjunto, programar seminarios, compartir infraestructura, promover la movilidad, etc. Se cuenta con el apoyo de profesores de reconocida capacidad científica tanto nacional como internacional. La tabla 6.2 muestra algunos de los investigadores que pueden fungir como colaboradores externos al Programa de Doctorado:

**Tabla 6.2. Colaboradores y tutores externos al Programa de Doctorado**

<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Área</b>
Dr. Ramiro Pérez Campos (SNI III)	CFATA-UNAM	Ciencia de materiales y Manufactura
Dr. Roberto Zenit Camacho (SNI III)	UNAM	Ciencias fisicomatemáticas e ingenierías
Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa (SNI I)	FCFM-UMSNH	Experimentación en Fluidos y Fisicoquímica
Dr. Víctor Manuel Castaño Meneses (SNI III)	CFATA-UNAM	Biomateriales, Biomecánica y Nanotecnología
Dr. Sergio Alberto Gamboa Sánchez (SNI II)	CIE-UNAM	Ciencia de materiales y Nanotecnología
Dr. J. Martín Medina Flores (SNI I)	UTC	Transferencia de calor y Fluidodinámica
Dr. J. Manuel Belman Flores	UG	Termodinámica aplicada y Energías Alternas
Dra. Miriam Estévez González	CFATA-UNAM	Ingeniería Molecular y Diseño de Materiales

## **VI.3 Vinculación Académica**

La participación de estudiantes de doctorado en el desarrollo de proyectos en vinculación con los sectores productivo, académico y gubernamental, permite fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes al fomentar el desarrollo de sus capacidades para la solución de problemas en ingeniería.

Actualmente la UMSNH cuenta con convenios de vinculación o acuerdos de cooperación con otras instituciones de educación superior, de investigación y con empresas del sector productivo o del sector social. Además, existen convenios de cooperación internacional con Instituciones de Educación Superior de países como Estados Unidos, Japón, Francia, España, Alemania, Rusia, Reino Unido, Italia, Argentina, Brasil, Cuba, Republica Dominicana, Chile, Colombia, entre otros.

En particular, el posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica mantiene colaboración con las siguientes instituciones:

### **Nacionales**

- Universidad de Guanajuato
- Instituto Politécnico Nacional
- Instituto Tecnológico de Morelia
- Centro de Tecnología Avanzada - CIATEQ
- Universidad Benemérita de Puebla
- Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV)
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí
- Universidad Veracruzana
- Instituto Tecnológico de Celaya

### **Internacionales**

- L'École Polytechnique de Montreal, en Canadá
- L'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers(ENSAM), en Francia
- Instituto Universitario de Investigación Mixto "Centro de Investigación de
- Universidad de Barcelona, en España
- Politécnico de Torino, en Italia
- Universidad Central Marta Abreu de las Villas, en Cuba
- Energy Research Center de Lehigh University, PA, en EUA

Estos lazos de colaboración a través de interacción directa de los profesores e investigadores y programas de cooperación, favorecen la realización de estancias de investigación e intercambios estudiantiles, enriqueciendo con ello la formación académica de los alumnos de doctorado. Esto garantiza un buen mecanismo de transferencia de experiencias ganadas en las diversas áreas de trabajo, un mejor aprovechamiento de las instalaciones y equipos de investigación, así como una mayor disponibilidad de información.

Los resultados que se obtienen en actividades de vinculación han permitido un mejor desempeño en los programas de investigación y desarrollo, lo cual se puede ver reflejado en el nivel y la calidad académica de nuestros programas de posgrado.

## **VII INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS**

### **VII.1 Infraestructura**

El Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica cuenta con los siguientes espacios físicos:

- Disponibilidad de aulas en el edificio “W” y en “M”
- El tercer piso del Edificio “W”, con áreas de cubículos de profesores, estudiantes, salas de reuniones, sala de cómputo, salas para exposiciones
- Biblioteca de posgrado en edificio “W” segunda planta (100 m<sup>2</sup>)
- Cubículos para profesores en el edificio “W”, “A”, “G”, D, anexo “J”, (250 m<sup>2</sup>)
- Disponibilidad de aulas y laboratorios en el edificio de Materiales anexo “J”
- Oficinas de Posgrado en Edificio M
- Auditorio en el edificio “W” planta baja (160 m<sup>2</sup>) y tercer piso
- Sala audio visual En el edificio “W” tercer piso (6 m<sup>2</sup>)

El equipamiento existente para desarrollar las actividades académicas y de investigación, se distribuye en tres laboratorios de investigación (laboratorio de termo fluidos, laboratorios de materiales y laboratorio de cómputo de alto rendimiento), y se complementa con laboratorios y talleres de apoyo a la investigación. Se describe en forma general los laboratorios y algunos equipos:

- **Laboratorio de termo fluidos:** En el cual se cuenta con los siguientes equipos especializados, 1 anemómetro de hilo caliente, equipo de microdeformación, extensómetros, turbina hidráulicas (Pelton y Francis), túnel de viento, 1 generador eólico, velocímetro láser, caldera, equipo de refrigeración, intercambiador de calor instrumentado, banco de pruebas de bombas centrifugas, calorímetro, viscosímetro, celdas solares, un generador de energía eléctrica de combustión interna de 5000 watts, 1 cámara de alta velocidad, una cámara termográfica, tarjetas de adquisición de datos, banco de pruebas para determinar perdidas primarias y secundarias, banco de pruebas para medir vorticidad, equipo para visualizar el patrón de flujo turbulento, cavitación, banco de pruebas de bombas centrifugas, banco de pruebas para medir flotación y fuerzas hidrostáticas en superficies planas, espectrómetro SpectraSuite USB 4000, un tensiómetro, 1 Analizador de Espectros de 1 Ghz marca Hameg, 1 osciloscopio Goldstar , 1 ventilador Solar & Palau Mod.- CBS-800 de  $\frac{3}{4}$ , 1 láser de Helio- Neón de 10 mW de potencia, 1 fotodiodo marca Melles Griot, 1 sistema de adquisición de temperaturas de 20 canales marca Fluke, 1 manómetro digital marca Alnor con tubo de Pitot estático y 1 termómetro de 10 canales.

- **Laboratorio de dinámica:** con un equipo de análisis de vibraciones, equipo de balanceo dinámico, equipo de simulación de vibraciones libres, forzadas y torsionales y 60 kits de construcción de mecanismos cinemáticos.
- **Laboratorio de Neumática:** se cuenta con un banco de pruebas de neumática y un banco de pruebas de hidráulica.
- **Laboratorio de Nanomateriales:** se cuenta con una balanza analítica, 2 hornos mufla tubulares hasta 1200°C, 2 hornos cilíndricos, Equipo de detección de tamaño de partícula, 1 equipo de DIP-coating, flujómetro digital, fuente de poder, un cilindro con argón de alta pureza, placas de calentamiento con agitación magnética, multímetro digital, Bernier digital, cristalería necesaria, material de laboratorio
- **Laboratorio de Simulación Numérica:** se tiene 5 estaciones de trabajo, 3 Dell, una SUN Solaris y una HP, así como 4 PCS actualizadas. 2 Equipos de simulación numérica i7 quadcore. 1 Super computadora de 8 núcleos y 4 GPU (Graphical Processor Units).
- **Laboratorio de Cómputo:** se cuenta con 15 computadoras actualizadas y todas con servicio de Internet. Están por incorporarse 30 computadoras con procesador Intel Core i7-920.
- **Laboratorio de Materiales:** donde se cuenta con pulidoras, 2 microscopio metalúrgicos, máquina de ensayos de tensión, durómetro, patrones de medición y 1 mufla.
- **Taller de Metal-Mecánica:** con un torno de control numérico dyna myte 3000, fresadora de control numérico em3116, centro de maquinado cnc dyna myte, tornos y fresadoras convencionales, equipo de soldadura para electrodo revestido, TIG y MIG, cortadoras y dobladoras.
- Microscopio electrónico de barrido Jeol
- Están disponibles también los equipos como difractómetro de rayos X, microscopios de barrido y transmisión, Espectrómetros Raman, Infrarrojo de transformada de Fourier, UV-visible y otros pertenecientes a la UMSNH

#### EQUIPO DE APOYO ACADÉMICO:

6 cañones de proyección, proyectores de acetatos, 1 Televisión, 1 Videocasetera VHS, una sala audiovisual completamente equipada en donde se encuentra el siguiente equipo: cañón, computadora, impresora, DVD, pantalla plana, mesas y sillas.

SOFTWARE: Se cuenta con las licencias de FLUENT, MATLAB, MINITAB, ISIGHT, LABVIEW.

## **VII.2 Acervo bibliográfico**

La biblioteca dispone con un espacio adecuado, equipado con mobiliario, computadoras, acceso a la red, salas de lectura, salas de trabajo, suscripción a revistas, etc., ampliamente iluminados y ventilados. Las salas de trabajo, debidamente aisladas, cuentan con pizarrones, mesas y sillas. Personal especializado custodia el acervo y administra el servicio a domicilio de los libros apoyado en una base de datos de la población estudiantil.

El programa cuenta con más de 6000 libros de texto y especializados en diseño mecánico, transferencia de calor, robótica, mecánica de sólidos, matemáticas, mecánica de fluidos, entre otros; además, de un servicio de préstamo de libros, fotocopiado e impresión, servicio de internet, se tiene acceso a las redes de información institucionales. En particular se tienen tres medios de acceso a información y documentación disponible para todos los alumnos y profesores a través de la red de internet universitaria: CUDI, CONRYCIT y la biblioteca virtual de la UMSNH. El CUDI (<http://www.cudi.edu.mx/>) maneja la Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI) en México y busca impulsar el desarrollo de aplicaciones que utilicen esta red, fomentando la colaboración en proyectos de investigación y educación entre sus miembros.

La UMSNH pertenece al CONRYCIT (<http://conricyt.mx/>), que es el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica, la cual permite el acceso actualizado a bancos de datos, sistemas de información, revistas científicas electrónicas, artículos y libros en formato de texto completo, entre otros por las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación. Las principales bases de datos que se utilizan por los investigadores del NAB son ScienceDirect, Springer Link, Thomson Reuters, ACS y APS, donde están disponibles artículos en extenso de las siguientes revistas: Physical Review Letters, Physics of Fluids, Journal of Fluid Mechanics, Journal of Colloid and Interfacial Science, Journal of Heat and Mass Transfer, Energy, Applied Thermal Engineering, Applied Energy, Geothermics, Renewable Energy, Interaction of Mechanics and Mathematics, Journal of Material Science, Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, Acta Crystallographica, Journal of Applied Crystallography, por citar algunas. Finalmente, existen bases de datos contratadas por la universidad y solamente son accesibles desde la red universitaria por medio de la biblioteca virtual, tal como algunas revistas de la IEEE Xplore. Esta misma biblioteca virtual, permite acceder a las tesis digitales de todas las dependencias de la UMSNH a través de DSpace. Cabe mencionar que la biblioteca de la Facultad de Ing. Mecánica, tiene la suscripción a las siguientes revistas impresas de la ASME: Journal of Applied Mechanics, Journal of Energy Resources Technology, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Journal of Solar Energy Engineering, Journal of Thermal Science and Engineering Applications y Journal of Mechanical Design entre otros.

### **VII.3 Espacios físicos para realizar las actividades académico-administrativas**

**Aulas y espacios administrativos.** El programa cuenta con 4 salas equipadas, en donde se encuentran distribuidos: 3 proyectores, 3 computadoras, 2 impresoras, 1 dvd, 1 pantalla, 8 mesas y 14 sillas. Así mismo 6 aulas de 6 x 7 m<sup>2</sup>, suficientemente iluminadas y ventiladas, las cuales cuentan con pupitres o mesabancos, un pizarrón y medios auxiliares para la docencia (proyector, retroproyector, computadora y cañón). Adicionalmente, la División de Estudios de Posgrado de la Facultad posee proyectores, equipo de cómputo para las actividades generales de la División. Se cuenta con un área administrativa para control y atención escolar y está conformada por un espacio de 3 m<sup>2</sup> con mueble de trabajo, teléfono, computadora, impresora y copiadora, archiveros y una silla para la secretaria. Una oficina de 6 m<sup>2</sup> con mobiliario, teléfono, computadora e impresora para la Coordinación de Maestría y otra, con características similares, para la Coordinación del Doctorado. Se cuenta con un espacio de 9 m<sup>2</sup> con mobiliario y computadora e impresora para el Jefe de la División de Estudios de Posgrado. Para el desarrollo de las actividades administrativas se cuenta con diverso equipo y material de oficina, impresoras, copiadora y archiveros.

**Espacios para profesores y estudiantes.** Cada profesor dispone de su cubículo, equipado con una computadora de características actualizadas, con software profesionales dedicados a las diferentes especialidades y asignaturas, así como equipo de impresión; con instalaciones para la conexión a la red de internet, algunos cubículos tienen servicio de teléfono u otros servicios que sean necesarios para la preparación y organización de la docencia. De la misma manera, los estudiantes disponen de espacios de trabajo tanto en las instalaciones del posgrado como en los diferentes laboratorios, para su estudio e investigación. En todos los casos hay una computadora con conexión a internet con posibilidades de uso durante todo el horario de trabajo en la facultad.

### **VII.4 Fuentes de financiamiento para la operación del programa**

Para sufragar los gastos operativos del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica cuenta con un presupuesto anual de \$100,000.00 M.N. distribuidos en los rubros mostrados en la tabla 7.1. Dicho presupuesto se complementa con recursos propios obtenidos de cuotas de inscripción de estudiantes y con el apoyo que la UMSNH ofrece anualmente a los otros programas que ofrece la Facultad de Ingeniería Mecánica en diferentes rubros, como por ejemplo, conferencias, viáticos de profesores, viajes de estudios, gastos de operación, etc. Otra fuente de financiamiento proviene de los proyectos de investigación de los profesores miembros del programa. Entre las fuentes principales se tiene CONACYT, SEP-PROMEP, CECTI, OEA, CFE-Geotermia y CFE-Hidroeléctrica, entre otras.



**Tabla 7.1 Presupuesto para gastos operativos**

<b>Concepto</b>	<b>Monto</b>
Papelería y consumibles	\$4,000.00 m.n.
Material didáctico y de laboratorio	\$14,000.00 m.n.
Viáticos para congresos y movilidad de los alumnos y maestros	\$77,000.00 m.n.
Gastos de Impresión y Difusión	\$5,000.00 m.n.
Total	\$100,000.00 m.n.

## **VIII NORMAS COMPLEMENTARIAS PARA LA OPERACIÓN DEL PROGRAMA**

### **VIII.1 De la personalidad y fines.**

**Artículo 1.** El Programa de Doctorado de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica deberá apegarse al marco jurídico de la UMSNH y al Reglamento General para los Estudios de Posgrado vigentes.

**Artículo 2.** Los principios que prevalecerán en el programa serán de respeto personal, honestidad, responsabilidad, cooperatividad y superación. Tales principios se deben ver reflejados en el trabajo académico y en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además se estimulará un ambiente reflexivo ante la problemática de los avances científicos y tecnológicos en el campo en estudio.

**Artículo 3.** El coordinador del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica podrá ocupar el cargo en un período máximo de 3 años y no podrá ser coordinador en más de dos períodos consecutivos.

**Artículo 4.** El coordinador del Programa de Doctorado deberá rendir al Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado un informe anual global que incluya como mínimo aspectos administrativos, técnicos y académicos.

### **VIII.2 Del patrimonio de la División de Estudios de Posgrado.**

**Artículo 5.** El pago de las cuotas de inscripción se realizará conforme a la legislación universitaria vigente.

### **VIII.3 Ingreso, permanencia y reinscripción.**

**Artículo 6.** La modalidad de inscripción al programa será semestral. Los requisitos para ingresar al Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica son:

1. Tener el grado de Maestro en Ingeniería Mecánica o de alguna área afín a la ingeniería y a los campos del conocimiento del programa de doctorado. Otros casos podrán ser considerados previa evaluación del Consejo Interno de la División.
2. Acreditar el examen TOEFL institucional con un puntaje mínimo de 500 o su equivalente. Los casos no previstos serán analizados por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica.
3. Cubrir los derechos y las cuotas aprobadas por la Universidad en su normatividad interna.
4. Entregar original o copia certificada del acta de nacimiento junto con una copia fotostática.
5. Para el caso de extranjeros, entregar copia certificada de la forma migratoria correspondiente tramitada ante las instancias correspondientes.
6. Presentar original del título profesional o comprobante de obtención de grado y entregar la fotocopia correspondiente, en caso de estudiantes extranjeros presentar documento debidamente legalizado
7. Haber obtenido en el programa de maestría un promedio mínimo de ocho en la escala de 0 a 10 o su equivalente.
8. Currículum Vitae documentado que muestre evidencia de los logros académicos más sobresalientes
9. Presentar tres cartas de recomendación, expedidas por profesores y/o investigadores de reconocida trayectoria profesional, preferentemente miembros del SNI
10. Presentar una propuesta del proyecto de tesis a desarrollar durante el doctorado, avalado por un investigador del NAB, el cual fungirá como director de tesis. La propuesta debe contener los siguientes aspectos: Introducción, Antecedentes, Hipótesis, Objetivos, Justificación, Metodología con una extensión mínima de 7 cuartillas.
11. Someterse a un examen psicométrico.
12. Someterse a la entrevista con el Comité de Admisión que considerará y dictaminará la idoneidad del solicitante.
13. Presentar carta de exposición de motivos por los cuales desea realizar estudios de doctorado.
14. Presentar una carta compromiso de la obtención de grado de doctorado en el tiempo estipulado.
15. Presentar y aprobar el Examen del Ceneval (EXANI III). Este examen se considerará en la valoración académica del solicitante en su proceso de admisión.
16. Presentar y aprobar un examen de conocimientos.
17. Tramitar su inscripción en la Dirección de Control Escolar de Posgrado.
18. No haber sido dado de baja previamente en otro programa educativo de posgrado, Maestría o Doctorado, por bajo desempeño académico, deserción injustificada,

incumplimiento académico o administrativo, comportamiento inapropiado o de conducta ética inadecuada.

19. La convocatoria de ingreso al Programa de Doctorado será publicada en los meses de Mayo y Noviembre para los semestres correspondientes.

Las fechas de inscripción serán de acuerdo a las establecidas por Control Escolar del Departamento de Posgrado.

**Artículo 7.** La propuesta del proyecto de investigación presentado por el solicitante deberá ser evaluado por un comité que estará formado por investigadores del mismo programa de doctorado, y preferentemente especialistas en el área. Este comité, designado por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado, realizará la evaluación curricular del estudiante

**Artículo 8.** Para ingresar al Programa de Doctorado, el aspirante deberá tener un aval favorable por parte del comité de Admisión y haber aprobado el examen de conocimientos.

**Artículo 9.** Para permanecer inscrito en el Programa de Doctorado es necesario cumplir con lo estipulado en los artículos del Reglamento General de Estudios de Posgrado y con las actividades académicas establecidas en el Programa de Doctorado, tener una calificación mínima aprobatoria de 8 en las materias cursadas, ser alumno regular de tiempo completo y desarrollar su trabajo de tesis.

**Artículo 10.** El estudiante de doctorado podrá cambiar, por una sola vez y previamente al Examen Predoctoral, de director de tesis o tema de tesis, siempre y cuando esté justificado. Esto deberá ser aprobado por el Consejo Interno.

**Artículo 11.** Durante el cuarto semestre el alumno de doctorado presentará su Examen Predoctoral, cuyo objetivo es demostrar los conocimientos adquiridos durante su etapa de preparación en el Programa de Doctorado al ser evaluado ante un Comité de Evaluación mostrando una sólida formación académica y capacidad para la investigación.

#### **VIII.4 De los estudiantes.**

**Artículo 12.** El Programa de Doctorado contempla sólo estudiantes de tiempo completo.

## **VIII.5 Bajas de los alumnos en los estudios de posgrado.**

**Artículo 13.** En caso de que un estudiante no apruebe un curso en un semestre, podrá cursarlo por segunda vez y, en caso de reincidir, tendrá que ser dado de baja.

**Artículo 14.** Cualquier alumno será dado de baja de este Programa si comete faltas contra la disciplina o participe en movimientos que obstruyan las actividades académicas, previa revisión de su caso por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado.

## **VIII.6 Obtención del grado.**

**Artículo 15.** Para que los estudiantes puedan obtener el grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecánica, deberán de cubrir 176 créditos del Plan de Estudios, de los cuales 88 créditos corresponden al trabajo de tesis y haber aprobado el Examen Predoctoral, además de cubrir los requisitos para la obtención del grado descritos en estas normas complementarias y en el Reglamento General para los Estudios de Posgrado.

**Artículo 16.** Para poder obtener el grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecánica, el aspirante deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Aprobar la totalidad de créditos del plan de estudios de este programa de posgrado.
2. Haber realizado una estancia en una institución nacional de calidad o en el extranjero acorde a su tema de investigación por un periodo mínimo de 6 meses, cuando los recursos disponibles lo permitan.
3. Tener publicado o aceptado un artículo en revista indexada que se encuentre dentro del Journal Citation Reports (JCR) o en el Science Citation Index y que cuente con factor de impacto.
4. Presentar una tesis, cuyo tema y contenido hayan sido aprobados por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado. Dicha tesis deberá ser dirigida por un profesor del programa de posgrado y podrá ser codirigida por un profesor interno o externo.
5. Contar con el aval del comité doctoral para la impresión de la tesis. Dicho aval se podrá emitir después del sexto semestre
6. Aprobar el examen de grado, que versará sobre el tema motivo de la tesis.
7. Cumplir con los demás requisitos establecidos en el plan de estudios del programa y con la legislación universitaria vigente.

**Artículo 17.** En los exámenes para obtener el grado académico de Doctor, el jurado podrá conceder mención honorífica al sustentante cuando el examen de grado sea de excepcional calidad siempre que satisfaga los siguientes requisitos:

1. Que el alumno haya cumplido el reglamento y las normas complementarias, durante su estancia en el plantel.
2. Que haya cursado sus estudios de grado en forma ininterrumpida, y concluya su tesis en los períodos que marca el CONAHCYT.
3. Que el promedio de calificaciones sea de 9 como mínimo.
4. Que la mención honorífica sea acordada por unanimidad por los miembros del jurado.
5. Tener publicado un artículo y otro aceptado en revistas indexadas que cuenten con factor de impacto.

## **VIII.7 Personal académico y tutores.**

**Artículo 18.** El personal académico del Programa de Doctorado estará dividido en dos categorías, los pertenecientes al NAB y los profesores invitados que pueden ser internos o externos.

**Artículo 19.** Para poder pertenecer al Núcleo Académico Básico del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, será necesario cumplir con los siguientes requisitos:

1. Tener grado de Doctor en Ingeniería o Doctor en Ciencias, en alguna de las áreas del conocimiento del Programa de Doctorado.
2. Ser Profesor Investigador de la UMSNH.
3. Mostrar evidencia de producción académica por medio de la publicación de libros, patentes y artículos de investigación en revistas indexadas dentro del JCR o en el Science Citation Index. Casos especiales serán analizados por el Consejo Interno.
4. Es altamente recomendable, pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores, poseer perfilPRODEP o poseer distinciones equivalentes.
5. De preferencia, poseer el diploma de máximo grado de estudios de otra institución de educación superior diferente a la UMSNH.
6. Tener preferentemente experiencia profesional en el sector productivo.
7. No pertenecer a más de dos núcleos académicos básicos.

**Artículo 20.** Los profesores que no cumplan con alguno de los puntos enumerados en el artículo 19 pueden ser considerados como Profesores invitados al Programa de Doctorado, los cuales pueden ser considerados como miembros de Comité Doctoral, co-directores o impartir alguna materia en el Programa de Doctorado.

**Artículo 21.** Para ser director de tesis se requiere:

1. Cumplir con todo lo estipulado en el artículo 19 de estas normas complementarias..
2. Demostrar experiencia en la dirección de tesis a nivel posgrado bajo los tiempos y formas establecidos por el reglamento de SEP-CONACYT.
3. Ser profesores de tiempo completo en la FIM o pertenecer al NAB.

**Artículo 22.** Además del director de tesis, el alumno podrá tener un co-director de tesis a propuesta del director de tesis y avalado por el Consejo Interno.

**Artículo 23.** El director de tesis deberá cumplir con las funciones que marca el Reglamento General de Estudios de Posgrado, además de las siguientes:

1. Elaborar conjuntamente con el alumno y el co-director, en caso de que exista, un protocolo de tesis de acuerdo a los lineamientos establecidos por la División de Estudios de Posgrado y el plan de trabajo del estudiante. También otorgará el aval del protocolo.
2. Revisar y avalar el reporte de las actividades del estudiante y el avance de la tesis, para su evaluación por parte del Comité Doctoral y el coordinador del Programa de Doctorado.
3. Ser el presidente de la mesa sinodal del examen de grado del alumno asesorado.
4. De acuerdo a su especialidad, el profesor podrá impartir cursos de la currícula del programa de doctorado, comprometiéndose a impartir como mínimo un curso de licenciatura.
5. Mantener un comportamiento ético y respetuoso en el desarrollo de su trabajo hacia los alumnos y los compañeros de trabajo.

**Artículo 24.** Cada alumno contará con un Comité Doctoral formado por 5 investigadores, de los cuales mínimo 3 de ellos deberán ser investigadores expertos en el área pertenecientes al Programa de Doctorado, incluyendo su director de tesis. Los miembros del Comité Doctoral serán propuestos por el director de tesis y avalados ante el Consejo Interno. Las funciones del Comité Doctoral serán dar seguimiento y evaluar semestralmente el avance de tesis del estudiante de doctorado. El Comité Doctoral se comprometerá a entregar las correcciones y observaciones del informe escrito del avance de tesis en un periodo no mayor a un mes, el miembro del Comité Doctoral que no cumpla con lo anterior será removido del mismo. El mismo Comité Doctoral participará en el examen de obtención de grado.

**Artículo 25.** La designación o remoción de un profesor de la División de Estudios de Posgrado será competencia del Consejo Interno.

**Artículo 26.** La permanencia de los profesores en el NAB dependerá de la productividad académica o profesional, la cual será avalada por el Consejo Interno del Posgrado. El Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica debe vigilar cuidadosamente que el número de profesores pertenecientes al SNI satisfaga los indicadores de CONACYT para programas de posgrado registrados en el PNPC.

**Artículo 27.** Al momento de la designación como director de tesis, el profesor no debe estar en año sabático o de permiso. Así mismo, el director de tesis no podrá ejercer su año sabático cuando uno de sus tutorandos se encuentre en el último semestre de tesis de doctorado, salvo casos excepcionales que serán analizados por el Consejo Interno.

**Artículo 28.** El Consejo Interno podrá permitir la incorporación o remoción del co-director, así como la remoción del director de tesis. Lo anterior debe estar justificado de acuerdo al desarrollo del trabajo de tesis.

## **VIII.8 Del plan de estudios.**

**Artículo 29.** Toda modificación a los contenidos y seriación de las asignaturas, y en general, a las actividades académicas del Plan de Estudios deberá ser propuesta por el Consejo Interno a las instancias correspondientes para su aprobación.

## **VIII.9 Del procedimiento para modificar las normas complementarias.**

**Artículo 30.** Toda modificación a las presentes normas deberá ser sancionada por el H. Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería Mecánica a propuesta del Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado, para su posterior aprobación por el H. Consejo Universitario.



**Artículo 31.** Los casos no previstos en las presentes normas complementarias, serán resueltos por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 32.** Las presentes normas complementarias entrarán en vigor a partir de la autorización de la operación del Programa de Doctorado por parte del H. Consejo Universitario de la UMSNH.

## **IX PLAN DE DESARROLLO DEL PROGRAMA**

### **IX.1 Introducción**

El Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, es en la actualidad un proyecto académico y tiene como propósito formar investigadores capaces de generar y ampliar el conocimiento científico, en forma general e innovadora y apta para preparar y dirigir investigadores o grupos de investigación, cumpliendo con una función de liderazgo intelectual en la comunidad científica. El Programa de Doctorado cuenta con las siguientes Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento: Termodinámica Aplicada y Energías Alternas, Diseño y Propiedades de los materiales, Transferencia de calor y Fluidodinámica. El Programa de Doctorado opera con la infraestructura que actualmente cuenta la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

### **IX.2 Objetivos**

#### **IX.2.1 Objetivo General del Plan de Desarrollo**

Establecer las bases de investigación, académicas y administrativas de calidad del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, con el propósito de asegurar su permanencia en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT y mantenerlo como un programa de excelencia académica de competencia nacional e internacional.

#### **IX.2.2 Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos del plan de desarrollo del programa están descritos como:

- Consolidar las LGAC del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica.
- Participar en las Convocatoria del PNPC de CONACYT para consolidar el programa dentro del PNPC llegando a largo plazo a nivel de Competencia Internacional .
- Equipar en su totalidad los laboratorios que dan servicio a los estudiantes de posgrado.
- Aumentar los volúmenes del acervo bibliográfico con bibliografía avanzada y reciente, así como la suscripción a revistas especializadas de las áreas correspondientes.

- Incrementar el número de profesores que sean Miembros del SNI y su nivel.
- Aumentar la vinculación con los tres sectores principales: Industria, Gobierno y otras entidades educativas nacionales y extranjeras.
- Convertir el Posgrado en Ingeniería Mecánica con carácter competente a nivel nacional e internacional.

### **IX.3 Metas a mediano y largo plazo (2017-2026)**

Las metas a mediano y largo plazo están comprendidas por los siguientes puntos:

- Fortalecimiento y consolidación del programa dentro del PNPC llegando a largo plazo a nivel internacional
- Consolidación de las LGAC asociadas al Programa de Doctorado.
- Consolidación como investigadores nacionales miembros del SNI el 90% de los profesores del NAB en el año 2026 y 40% en niveles II y III.
- Aumento del número de artículos publicados por profesores en revistas dentro del JCR.
- Atención permanente y personalizada de los estudiantes del programa y mantener la eficiencia terminal más allá de los indicadores mínimos establecidos por CONACYT.
- Aumentar la movilidad nacional e internacional tanto de los profesores como de los estudiantes de doctorado.
- Revisar y reformar el Plan de Estudios del Programa de Doctorado en los tiempos estipulados y contar con un plan de estudios pertinente y en permanente proceso de mejora, con retroalimentación de estudios de seguimiento de egresados.
- Lograr que el 100% de los Cuerpos Académicos asociados al Programa alcancen el nivel de En Consolidación y Consolidados.
- Mantener un proceso riguroso de selección de estudiantes.
- Mantener la matrícula de acuerdo a los estándares marcados por CONACYT.
- Establecer en promedio un convenio de colaboración por año con alguno de los sectores productivo, gubernamental o académico, a fin de consolidar la vinculación del programa
- Establecer en promedio un convenio de colaboración por año con alguno de los sectores productivo, gubernamental o académico, a fin de consolidar la vinculación del programa

## **IX.4 Estrategias para alcanzar las metas propuestas**

Los profesores adscritos al programa deberán participar en convocatorias de proyectos de investigación, locales, estatales y nacionales; apoyando con ello la adquisición de equipo de laboratorio para investigación, bibliografía especializada, equipo de cómputo, etc. Lo anterior favorecerá las condiciones para fortalecer la plantilla de profesores pertenecientes al SNI.

Procurar que los proyectos y líneas de investigación sean preferentemente orientados a aplicaciones para solución de problemas regionales, estatales, nacionales e internacionales, en ese orden de prioridad, sin obviar la investigación básica.

Proporcionar los medios y las herramientas necesarias para que el personal con grado de Doctor que aún no pertenezca al SNI, pueda lograrlo. Además de que el personal que se incorpore al NAB sea miembro activo del SNI y ayude a consolidar las LGAC existentes.

Fomentar la colaboración en proyectos de investigación entre los miembros del NAB, así como la colaboración con otros Cuerpos Académicos externos al Programa de Doctorado, mediante coasesorías, estancias institucionales e industriales, asistencia a congresos y establecimiento de Redes Temáticas de Investigación. Se plantea también la incorporación de profesores invitados externos a la UMSNH para apoyar las actividades de investigación del programa.

Ir perfeccionando los mecanismos de ingreso al Programa de Doctorado y el seguimiento de los avances de tesis.

Actualizar el Plan de Estudios acorde a como lo marca el Reglamento General de Estudios de Posgrado.

En cuanto a la biblioteca, se espera aumentar considerablemente el material bibliográfico con material afín de cada área que se están contemplando en el Programa de Doctorado, así como también se espera aumentar el número de suscripciones a revistas especializadas que puedan fortalecer las investigaciones que se realicen para cada una de las LGAC.

Además de la infraestructura ya mencionada en el apartado 7, se espera que la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, cuente con su propio edificio de posgrado, el cual está siendo gestionado ante las Autoridades Universitarias correspondientes, contándose con excelentes resultados.