

Plan de estudios

Este favorece la creación de recursos humanos especializados para su incorporación a sectores productivos y de investigación, se contemplan 4 asignaturas básicas y 4 asignaturas optativas con un total de 100 créditos, incluyendo 3 seminarios, tesis y dos materias de residencia industrial, donde los alumnos se incorporan a un proyecto que les permite el desarrollo de habilidades analíticas y técnicas.

1. Análisis de pertinencia del programa

De acuerdo al documento Actualización del Programa de Gobierno 2018-2014, de manera textual menciona: "Guanajuato es la sexta economía de México, por su contribución al Producto Interno Bruto, PIB, nacional. Asimismo, ocupa el sexto lugar por el número de unidades económicas con 242 mil 534 y se ubica en quinto lugar en personal ocupado y producción bruta total, conforme a los resultados del Censo Económico 2019.

Durante el cuarto trimestre de 2020, la Población Económicamente Activa, PEA, fue superior a 2 millones 656 mil personas, de las cuales, más de 2 millones 517 mil estuvieron ocupadas.

En 2020, Guanajuato registró un decrecimiento en el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal, ITAEE del -7.1 por ciento, en referencia al 2019. Con este nivel, el estado se colocó en el décimo tercer lugar a nivel nacional.

Conforme al estudio sobre la Demografía de los Negocios 2020 por parte de INEGI, el estado se encontró por debajo de la media nacional en cierre de unidades de negocio y por arriba en la generación de nuevas empresas.

En 2020, la industria manufacturera registró una contracción del -6.5 por ciento y el sector construcción -17.5 por ciento, de acuerdo al ITAEE. A pesar de ello, Guanajuato ocupa el cuarto lugar en producción manufacturera.

Además, el estado ocupa el segundo lugar nacional en valor de la producción automotriz con 392 mil 61 millones de pesos. Este sector superó las 675 mil unidades vehiculares en el 2020, que representó un crecimiento del 5.7 por ciento en comparación con 2019, de acuerdo a la Encuesta del Sector Manufacturero del INEGI¹.

En cuanto a infraestructura instalada, con la participación de inversión privada, el estado cuenta con una red de 39 parques industriales, que tienen una superficie de más de 6 mil hectáreas, a los cuales se suman 8 parques tecnológicos y 9 centros de investigación, en los cuales laboran más de 1 mil 500 investigadores y tecnólogos; de ellos, 1 mil 104 forman parte del Sistema Nacional de Investigadores, SNI².

Y de acuerdo a lo publicado por la Secretaría de Economía, en el documento Información

económica y estatal, Guanajuato, publicado en el portal federal, los sectores estratégicos en el estado de Guanajuato son: agroindustrial, autopartes-automotriz, productos químicos, cuero-calzado y confección-textil-moda. Mientras que, a futuro, se espera que sean: servicios de investigación, turismo, equipo médico, y farmacéuticos y cosméticos.

De igual forma, en los documentos: Informe de Perfiles Laborales Prioritarios³ y Contexto Guanajuato⁴, ambos señalan que dentro de las áreas que tienen más oportunidad de desarrollo se encuentra el sector metal-mecánico, considerando principalmente el automotriz con todas sus industrias proveedoras y más recientemente el aeroespacial. Y si se considera que con la incorporación de empresas de orden mundial, se tiene una participación más activa por parte de los profesionistas mexicanos que tienen puestos operativos y directivos en las empresas instaladas en el territorio nacional, y en consecuencia se ha logrado que las matrices de ellas tengan la apertura para su aceptación en los equipos de trabajo de diseño y manufactura, se han estado estableciendo departamentos de diseño en el nuestro territorio. Y en consecuencia de lo anterior, las empresas nacionales que participan en la proveeduría a estas empresas, también se han visto obligadas a desarrollar áreas que les permita generar desarrollos tecnológicos para estar a la altura de una competencia global.

Por lo anterior, el Tecnológico Nacional de México en Celaya, participa activamente en la formación de Maestros en Ciencias de la Ingeniería Mecánica, capaces de afrontar los retos que su entorno le demandan, insertándose en el sector empresarial para llevar a cabo desarrollos tecnológicos, investigaciones o procesos de optimización que incidan en la productividad; de igual forma, se desempeñan adecuadamente en el sector educativo para la formación de nuevos profesionistas o en el asesoramiento de proyectos de investigación en programas de posgrado o centros de investigación.

2. Fundamentación, objetivos y metas

El programa con orientación a la investigación tiene la finalidad de formar investigadores altamente innovadores, que generen y apliquen el conocimiento original en forma independiente mediante el desarrollo científico y tecnológico. Capaces de formar y dirigir a nuevos investigadores y de conformar grupos de investigación interdisciplinaria, preparar profesionales altamente capacitados en resolver problemas, acordes con el desarrollo tecnológico del país, considerando su aplicación industrial y la realización en las diferentes áreas de ingeniería mecánica.

a. Objetivos Específicos

- Formar profesionales capaces de incorporarse y participar en trabajos de investigación científica y desarrollo tecnológico aplicando sus conocimientos y las

metodologías necesarias, de forma original e innovadora.

- Preparar a sus egresados en la detección y análisis de problemas, innovando, mejorando y adaptando tecnologías en procesos productivos.
- Instruir a sus estudiantes para ejercer actividades docentes a nivel de licenciatura y posgrado en instituciones de educación superior y centros especializados.
- Preparar a sus egresados para la continuación de estudios de doctorado.

b. Metas

Que los egresados se incorporen y participen en trabajos de investigación científica y desarrollo, aplicando conocimientos, de forma innovadora e igualmente puedan ejercer actividades docentes a nivel superior.

3. Perfil de ingreso

El candidato a ingresar al programa debe poseer el título de Licenciatura en Ingeniería Mecánica o de una carrera afín, tener una base sólida de conocimientos básicos de ingeniería, y disposición para estudiar un posgrado. En suma, se busca que los aspirantes muestren cualidades para el autoestudio, así como habilidades para identificar, plantear y resolver problemas en ingeniería mecánica, todo en un marco de compromiso y honestidad.

4. Perfil de egreso

El egresado aplicará: habilidades para relacionar problemas industriales con su entorno, conocimientos de ingeniería mecánica para desarrollar metodologías de diseño. Es decir, será capaz de plantear, organizar y administrar proyectos de investigación o de desarrollo tecnológico originales de forma creativa, innovadora y con responsabilidad ética. Finalmente el egresado estará preparado para continuar estudios de doctorado.
Habilidades:

- Relacionar un proyecto industrial con su entorno.
- Practicar con destreza el proceso de diseño.
- Manejar los conocimientos básicos de ingeniería.
- Manejar y desarrollar técnicas o metodologías de diseño.
- Ser capaz de plantear, organizar y administrar proyectos.

5. Contenidos temáticos

Por las características propias del programa y las líneas de investigación que se cultivan, dentro de las materias que van a poder cursar son las siguientes:

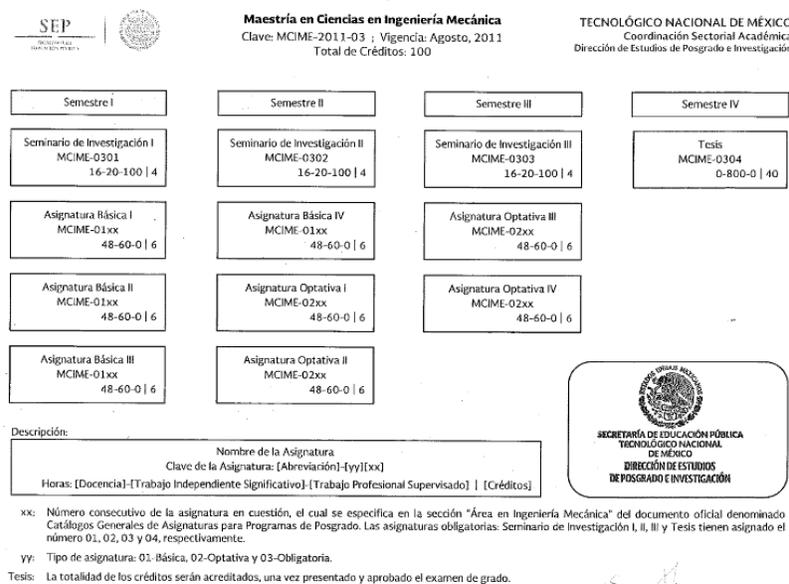
Contenidos temáticos del Plan de estudios	
Matemáticas avanzadas	
Objetivo: Proporcionar al alumno los conceptos y herramientas matemáticas que le permitan plantear y resolver con éxito los problemas que surgen en la mecánica, tanto de tipo teórico como práctico, con la finalidad de capacitarlo para comprender los conocimientos acumulados en su especialidad y de generar y aplicar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos	Contenido sintético: <ul style="list-style-type: none"> -Teoría de funciones de variable compleja -Análisis vectorial y tensorial -Ecuaciones diferenciales ordinarias -Análisis funcional -Cálculo variacional y optimización -Análisis de Fourier -Ecuaciones diferenciales parciales
Sistemas de control	
Objetivo: Estudiar la teoría de sistemas de control lineal en el dominio del tiempo y de la frecuencia, para su análisis y diseño	Contenido sintético: <ul style="list-style-type: none"> -Sistemas de control y modelación de sistemas dinámicos -Análisis de sistemas en el dominio del tiempo -Estabilidad y acciones básicas de control -Método del lugar de las raíces -Análisis en el dominio de la frecuencia -Técnicas de compensación
Metodología del diseño	
Objetivo: Por medio del diseño y construcción de un aparato, dispositivo o sistema mecánico, desarrollar habilidades y actitudes de diseño, introducir al alumno al manejo de diferentes metodologías o herramientas dentro del proceso de diseño	Contenido sintético: <ul style="list-style-type: none"> -La creatividad en el diseño -Introducción a la metodología del diseño -Definición del problema -Clarificación del problema -Conceptualización -Generación y evaluación de conceptos -Dimensionamiento -Desarrollo de prototipos conceptuales
Ciencias de los materiales	
Objetivo: Proporcionar al alumno los conceptos básicos de la interrelación entre estructura y propiedades mecánicas de los materiales con el propósito de que aplique los conocimientos adquiridos, adecuadamente, y proponga mejoras o alternativas de selección y diseño de materiales	Contenido sintético: <ul style="list-style-type: none"> -Estructura de los materiales -Imperfecciones en cristales -Diagramas de equilibrio de fases y transiciones de fase -Tratamientos térmicos -Propiedades mecánicas de los materiales
Vibraciones mecánicas	
Objetivo: Proporcionar los conceptos teóricos y conceptuales suficientes para emplear las estrategias matemáticas y los programas de computadora para la simulación óptima de elementos mecánicos complejos, minimizando los efectos indeseables y maximizando los efectos deseables de flechas de transmisión, levas, engranes, resortes y otros componentes o sistemas mecánicos.	Contenido sintético: <ul style="list-style-type: none"> -Análisis de sistemas mecánicos -Sistemas de un grado de libertad -Sistemas de múltiples grados de libertad -Control de vibraciones -Oscilaciones no lineales
Diseño óptimo	
Objetivo: Proporcionar los conceptos teóricos y conceptuales suficientes para emplear las estrategias matemáticas y los programas de computadora para la simulación óptima de elementos mecánicos complejos, minimizando los efectos indeseables y maximizando los efectos deseables de flechas de transmisión, levas, engranes, resortes y otros	Contenido sintético: <ul style="list-style-type: none"> -Introducción a la teoría de la optimización -Condiciones de optimalidad -Diseño mecánico en ingeniería -Diseño óptimo de magnitud -Diseño óptimo de forma -Diseño óptimo automatizado

componentes o sistemas mecánicos.	-Métodos de búsqueda numérica
Método de elemento finito	
Objetivo: Proveer al estudiante con una amplia y clara presentación de la teoría y la aplicación del método del elemento finito en el proceso de modelado de problemas estáticos de sistemas mecánicos.	Contenido sintético: -Conceptos y principios de modelado de sistemas reales -Principios de la teoría de la elasticidad en la descripción matricial -Breve historia del método del elementos finito y sus aplicaciones -Procedimiento general y conceptos básicos del método del elemento finito -Proceso de modelado de sistemas mecánicos con el uso de elementos finitos típico -Modelado de problemas estáticos en ingeniería mecánica utilizando paquetes de cómputo de elemento finito -Modelado por elemento de problemas dinámicos en sistemas mecánicos
Mecánica de sólidos	
Objetivo: El alumno será capaz de analizar, identificar, clasificar y aplicar los conceptos básicos de la mecánica de sólidos en cualquier elemento mecánico y prediga el tiempo de vida del mismo.	Contenido sintético: -Teoría del esfuerzo y deformación -Relación esfuerzo-deformación-temperatura -Deformación por torsión -Flexión simétrica en vigas -Flexión asimétrica en vigas -Fluencia y criterios de fractura
Robótica	
Objetivo: Generar una visión amplia sobre el campo de los sistemas robóticos, sus áreas de aplicación, desarrollo de sistemas y perspectivas de crecimiento.	Contenido sintético: -Introducción a la robótica -Tipos de sistemas -Componentes de un sistema -Análisis cinemático de sistemas -Aplicaciones -Selección de sistemas
Control moderno	
Objetivo: Estudio del análisis y diseño d sistemas de control de múltiples entradas, múltiples salidas basado en técnicas de espacio de estado.	Contenido sintético: -Fundamentos y bases de matemáticas -Sistemas de control en espacio de estados -Estabilidad -Controlabilidad y observabilidad -Introducción el control óptimo
Caracterización de materiales	
Objetivo: Proporcionar al estudiante los conceptos y teorías involucradas con las diferentes técnicas experimentales utilizadas en la caracterización de los materiales.	Contenido sintético: -Introducción al análisis instrumental -Clasificación de los métodos instrumentales utilizados en la caracterización de materiales -El espectro electromagnético -Microscopía y espectroscopia -Técnicas de difracción -Espectroscopia óptica -Técnicas foto térmicas
Mecánica de la fractura	
Objetivo: Dotar al alumno de los conocimientos básicos sobre mecánica de la fractura y fatiga para analizar el comportamiento de componentes mecánicos fisurados que le sirvan para abordar diseños basados en la moderna filosofía de tolerancia al daño.	Contenido sintético: -Mecánica de la fractura lineal -Criterio de energía y tenacidad -Mecánica de la fractura -Resistencia a la fractura -Propagación de grietas por fatiga

	-Predicción de vida y análisis de integridad
Mecánica experimental	
Objetivo: Proporcionar al alumno los métodos experimentales y analíticos empleados en la mecánica experimental para que el alumno sea capaz de aplicarlos para el diseño y el rediseño de elementos mecánicos sometidos a esfuerzos.	Contenido sintético: -Relaciones esfuerzo-deformación -Teoría de la elasticidad plana -Método de extensometría -Teoría de la fotoelasticidad -Método de recubrimientos frágiles
Temas selectos I	
Objetivo: Fortalecer y profundizar los conocimientos del alumno en el campo de su especialidad, con el fin de apoyar el desarrollo de su tesis.	Contenido sintético: -El contenido de esta materia queda abierto
Residencia Industrial I	
Objetivo: Proporcionar al alumno las bases para la realización de su protocolo de tesis y dar seguimientos al proyecto de investigación.	Contenido sintético: -Definición del proyecto de investigación -Protocolo de tesis -Revisión del proyecto
Residencia Industrial II	
Objetivo: Proporcionar al alumno las bases para la continuación de su protocolo de tesis y dar seguimiento al proyecto de investigación.	Contenido sintético: -Revisión de proyecto

6. Mapa curricular

El plan de estudios del programa de maestría cubre 100 créditos y consta de 4 asignaturas básicas y 4 optativas; ya incluidos 3 Seminarios, 2 Residencias Industriales y Tesis, ver Figura 6.1. Hay una lista de asignaturas optativas a elegir de acuerdo a la línea de investigación en la que el estudiante realiza el proyecto de tesis.



Arco de Belén Núm. 79, Pl. Col. Centro, Del. Cuauhtémoc, C.P. 06010, México, D.F.
Tel: (55) 3601 1000, 3601 1097, Ext. 65048, 65066, e-mail: posgrado@tecnm.mx.

Figura 6.1. Mapa curricular MCIM

Cada línea de investigación tiene su propio mapa curricular, diferentes en cuanto a las materias optativas.

7. Idioma

Es conveniente que el estudiante de Maestría posea un conocimiento aceptable del inglés, aunque actualmente se les solicita 450 puntos de toefl para su graduación, durante sus clases y desarrollo del proyecto necesitarán de leer artículos científicos, que al igual que la bibliografía en sus asignaturas está en inglés.

8. Actualización

A sus 30 años de su creación, el plan ha tenido cuatro modificaciones. Después del primer programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica (MCIM) en agosto de 1986, la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) en 1991 autorizó el 2 de junio de 1992 el plan de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica con clave **MIM 1991 001** y a partir de febrero de 2006 el plan de estudios fue **MCIME-2005 18**. La otra modificación fue partir de agosto de 2011 con clave **MCIME 2011 03**, mismo que fue conformado por el personal académico correspondiente con anterioridad. El comité académico del programa ve bien que el plan de estudios sea dinámico y acorde a las necesidades actuales, y presenta las recomendaciones pertinentes a Tecnológico Nacional de México (TecNM).

9. Opciones de graduación

Se contempla solamente la opción de tesis para la obtención del grado de Maestro en Ciencias. El tema de tesis nace a partir del segundo semestre cuando el alumno se involucra con un proyecto a desarrollar en la asignatura de Residencia Industrial, que trabaja durante un año. Durante este periodo el estudiante cuenta con 2 asesores (interno y externo).

10. Actividades complementarias

Como parte de las actividades complementarias se imparten talleres de software a los alumnos, entre los cuales contemplan Dibujo asistido por computadora, Diseño asistido por computadora (Método de elemento finito), simulación Labview, redacción de documentos por latex.

Seminario de Investigación I contempla la elaboración del protocolo del proyecto a desarrollar, planteando revisión bibliográfica para determinar el estado del arte, definición del problema, determinación de los objetivos, justificación del proyecto, alcances y análisis de costos, incluyendo el cronograma de actividades mostrando lo planeado y el avance.

Seminario de investigación II contempla la supervisión del proyecto por parte del

asesor y presentación del proyecto ante el Consejo de Posgrado de Mecánica donde se muestran los avances según las actividades planteadas en el cronograma del cual existen actas de evaluación.

Seminario de Investigación III se desarrolla la escritura de la tesis según los lineamientos de redacción determinados por el programa y escritura de artículo a publicar en congresos nacionales e internacionales con ISSN e ISBN, revistas indizadas.

¹ Actualización (2020) de programa de Gobierno 2018-2024, http://programagto2018-2024.guanajuato.gob.mx/wp-content/uploads/2021/07/ProgramaDeGobierno_2021.pdf

² Documento de la Secretaría de Economía (Guanajuato), Información económica y estatal Guanajuato, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43335/Guanajuato.pdf>

³ Estudio del mercado laboral de Guanajuato, 2018, Informe de perfiles laborales Prioritarios

⁴ Estudio del mercado laboral de Guanajuato, 2018, Contexto Guanajuato