



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**PROGRAMA DE ESTUDIOS**

**METROLOGÍA DIMENSIONAL**

<b>Elaboró:</b>	<u>Ing. Jorge Saúl Gallegos Molina</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. Ernesto Jilote Porcayo</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. Saúl Castañeda Escobedo</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. José García Romero</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. Ernesto Antonio Díaz Aceves</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>

**Fecha de  
aprobación:**

**H. Consejo Académico**

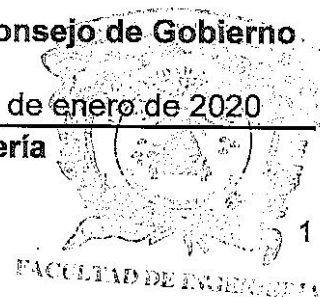
13 de enero de 2020

**Facultad de Ingeniería**

**H. Consejo de Gobierno**

15 de enero de 2020

**APROBADO**





## Índice

	Pág.
I. Datos de identificación.	3
II. Presentación del programa de estudios.	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.	6
IV. Objetivos de la formación profesional.	10
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	12
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	12
VII. Acervo bibliográfico.	15





**I. Datos de identificación.**

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica

<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>
Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter  Tipo  Periodo escolar

Área curricular  Núcleo de formación

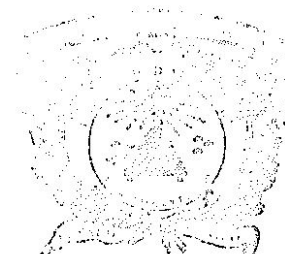
Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común:

No Presenta



**APROBADO**



## II. Presentación del programa de estudios.

La metrología es la ciencia de la medición, la cual define los sistemas de unidades, métodos, técnicas e instrumentos o equipos que nos permitirán cuantificar o calificar magnitudes físicas como la longitud, ángulo, fuerza, etc., que son de gran importancia para el diseño, fabricación e investigación en la Ingeniería Mecánica.

La unidad de aprendizaje aporta al perfil de egreso los fundamentos teóricos y prácticos para la evaluación dimensional de características en productos tecnológicos o componentes mecánicos como son longitudes, ángulos, perfiles, espesores, tolerancias, acabado superficial, etc., mediante la adecuada selección y uso de instrumentos o equipos de medición que le permitan obtener datos para dibujar, diseñar, mejorar o evaluar los productos tecnológicos o componentes mecánicos en diferentes materiales, formas, dimensiones y aplicaciones dentro de los sectores industriales y de investigación, todo ello para desempeñarse en forma eficiente y eficaz en diferentes áreas del ámbito profesional como son, entre otras, Calidad, Diseño, Manufactura, Proyectos, Mejora Continua, así como en la Investigación-Desarrollo e innovación (I+D+i) de productos y procesos innovadores.

Adicionalmente, con los datos cuantitativos o cualitativos obtenidos dentro del proceso de medición dimensional de productos tecnológicos/componentes mecánicos, se fomenta en el egresado el análisis de datos, toma de decisiones y la solución de problemas, en caso de que los resultados obtenidos del proceso de medición indiquen problemas de conformidad con base en los criterios de calidad inicialmente especificados; por lo que también sirve de base para el proceso de fabricación.

Por tal motivo, esta UA se ubica en el mapa curricular, entre las unidades de aprendizaje de Dibujo Mecánico I y Dibujo Mecánico II, a fin de que sirva de enlace para el proceso de: (1) medición de muestra, (2) realización de dibujo/diseño y (3) mejora del diseño, mediante la creatividad y evaluación de resultados dimensionales.

La unidad de aprendizaje se estructura en cuatro unidades para su desarrollo con el carácter de Taller, por lo que el alumno tendrá la oportunidad de comprobar los fundamentos teóricos mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio, estudios de caso y análisis dimensionales señalados por el docente.

En la Unidad 1 se inicia con la presentación del contexto de la metrología y su importancia dentro de los sectores de investigación científica, industria, academia, comercio, medicina, así como de la vida cotidiana. Se presentan conceptos fundamentales para el desarrollo de un proceso de medición y selección de los instrumentos, equipos y/o software de medición, o para análisis estadístico, que intervendrán en la evaluación dimensional, así como también, se exponen las principales características que deberá de cumplir un Laboratorio de Metrología Dimensional de Ensayo y Calibración para obtener y mantener su acreditación, donde se enfatiza la importancia de realizar el proceso de medición en un laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA 4

**APROBADO**

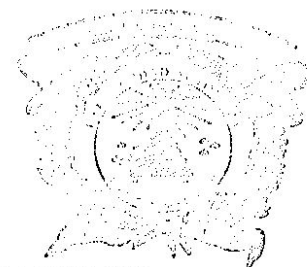


acreditado por una entidad de acreditación oficial como lo es la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

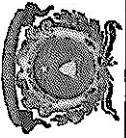
En la Unidad 2 se presenta el proceso de selección de los instrumentos y equipos de medición más adecuados considerando diferentes variables, algunas de las cuales son la exactitud requerida y costo del instrumento/equipo de medición, así como el tamaño, material, forma y peso del componente tecnológico a evaluar. Se identifican y examinan también las principales características técnicas, procedimientos, alcances y recomendaciones para un uso correcto y seguro de los instrumentos/equipos de medición dentro del proceso de evaluación dimensional.

En la Unidad 3 se expone el uso, significado y evaluación dimensional de las tolerancias geométricas (GD&T: *Geometric Dimensioning and Tolerancing*), así como el análisis posterior de los datos obtenidos, para evaluar su conformidad respecto al valor especificado por la tolerancia geométrica. Se muestra la forma de realizar evaluaciones en diferentes piezas que especifiquen las tolerancias geométricas de forma, perfil, orientación, localización y alabeo, que son de un uso común en la práctica dentro de sectores de diseño, producción industrial y evaluación de la calidad del producto.

Por último, la Unidad 4, presenta fundamentos del proceso de validación estadística de los instrumentos y equipos de medición para obtener resultados confiables dentro la evaluación dimensional. Se muestran los estudios de validación estadística más utilizados dentro del sector industrial, así como también, se expone la importancia del uso de instrumentos/equipos de medición validados estadísticamente dentro del proceso de evaluación dimensional.







Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica  
 Reestructuración, 2019  
 Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OFERTAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
<b>O P T A T I V A S</b>									
						<b>A d m i n i s t r a t i v a</b>	Cálculo y Álgebra Cálculo diferencial Matemáticas aplicadas Estadística Producción y administración Métodos de manufactura Diseño de sistemas de manufactura Ingeniería	Métodos estadísticos Probabilidad Mecánica industrial Mecánica de fluidos Diseño de máquinas Diseño de sistemas de manufactura Ingeniería	
						<b>D i s e ñ o m e c á n i c o</b>	Métodos de manufactura Ingeniería	Diseño de máquinas Diseño de sistemas de manufactura Ingeniería	
						<b>I A r u g t e o m e t r i l l a z</b>	Ingeniería	Calibración Diseño de sistemas de manufactura	



**APROBADO**







**SIMBOLOGÍA**

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

→ 28 líneas de variación.

Créditos mínimos 22 y máximos 54 por periodo escolar.

\*Actividad académica.

\*\*Las horas de la actividad académica.

1 UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

**PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

Núcleo básico obligatorio cursar y acreditar 21 UA	53
	30
	83
	136

Total del núcleo básico:  
acreditar 21 UA para cubrir  
136 créditos

Núcleo sustantivo obligatorio cursar y acreditar 27 UA	44
	66
	110
	154

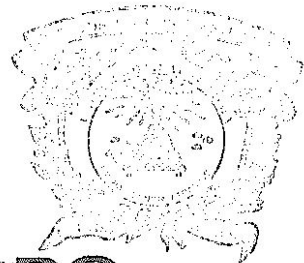
Total del núcleo sustantivo  
acreditar 27 UA para  
cubrir 154 créditos

Núcleo integral obligatorio cursar y acreditar (3UA + 2*)	20
	44**
	64**
	122

Total del núcleo integral  
acreditar 20 UA + 2\* para  
cubrir 142 créditos

Núcleo integral optativo cursar y acreditar 3UA	0
	20
	20
	20

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	63 + 2 Actividades académicas
UA optativas	5
UA a acreditar	68 + 2 Actividades académicas
Créditos	432





## V. Objetivos de la formación profesional.

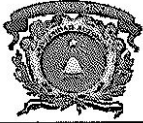
### Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de los estudios profesionales de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica formar profesionales con alto sentido de responsabilidad, críticos, creativos y con vocación de servicio para la solución de problemas relacionados con la conversión de energía en sus diversas formas con la finalidad de favorecer a la sociedad para contribuir al desarrollo social, económico, tecnológico y sustentable del país.

### Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Aprender los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua.
- Tomar decisiones y formular soluciones racionales, éticas y estéticas.
- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Desarrollar un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.





## Particulares

- Diseñar sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para la automatización de procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.
- Diseñar sistemas térmicos convencionales y alternativos utilizando los conocimientos de la termodinámica, mecánica de fluidos, termoquímica, transferencia de calor; turbomaquinaria, diseño térmico y control ambiental para contribuir a la disminución de: costos de producción, emisiones de contaminantes al ambiente utilizando la energía de manera eficiente y sustentable.
- Crear sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para automatizar procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.
- Evaluar proyectos de producción y manufactura utilizando los principios del valor de la inversión a través del tiempo, el tiempo de retorno de inversión, microeconomía, investigación de operaciones, administración industrial y de la producción así como gestión empresarial para seleccionar de manera óptima los recursos humanos, materiales, técnicos y económicos de la producción industrial.

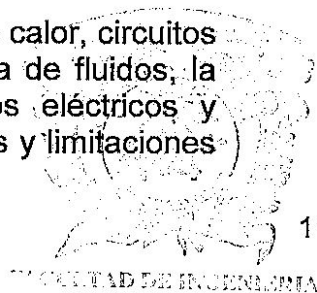
## Objetivos del núcleo de formación:

Desarrollará en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Comprenderá unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

## Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los problemas relacionados con fluidos, transferencia de calor, circuitos eléctricos y de la dinámica a través del estudio de la mecánica de fluidos, la termodinámica, las ciencias de los materiales y los circuitos eléctricos y electrónicos para la explicación de sus condiciones, propiedades y limitaciones en relación con el entorno.



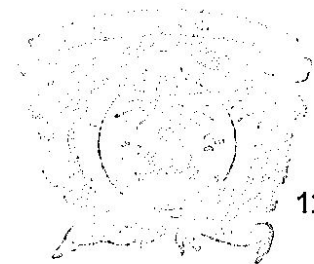


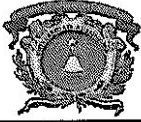
## V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Analizar sistemas de medición mediante el uso y aplicación de unidades de medida, uso de instrumentos y equipos, análisis estadístico (estudios de linealidad, repetibilidad, exactitud, reproducibilidad y precisión), análisis de incertidumbre y trazabilidad, usando la normativa nacionales e internacionales para seleccionar equipos e instrumentos de medición confiables y tomar decisiones con base a los resultados dimensionales obtenidos.

## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

<b>Unidad 1. Conceptos y fundamentos de la Metrología</b>
<b>Objetivo:</b> Examinar el contexto e importancia de la metrología en el aseguramiento, control y mejora de la calidad, en sectores industriales y científicos, mediante la identificación de los principales factores que intervienen en el proceso de medición y equipos para la evaluación dimensional de las características del producto.
<b>Temas:</b> 1.1 Definición de metrología y conceptos básicos (NMX-Z-055:1996.IMNC) 1.2 Clasificación e importancia de la metrología 1.3 Sistemas de unidades de medida y conversiones 1.4 Ley federal de Metrología y Normalización en México 1.5 Proceso de Medición 1.6 Exactitud y precisión 1.7 Calibración y Patrones 1.8 Cadena de trazabilidad 1.9 Definición de incertidumbre 1.10 Tipos de incertidumbre 1.11 Estimación de la incertidumbre de un equipo/instrumento de medición 1.12 Fuentes de error en las mediciones y su prevención. 1.13 Criterios de selección de un instrumento o equipo de medición 1.14 Normativa para laboratorios (Norma ISO/IEC 17025) 1.15 Laboratorios de ensayo y calibración 1.16 Requisitos de un Laboratorio de Metrología Dimensional





## Unidad 2. Metrología dimensional

**Objetivo:** Seleccionar los instrumentos y equipos de medición adecuados, mediante el estudio de sus principales características técnicas, alcances y recomendaciones, para utilizarlos correctamente en el proceso de evaluación dimensional de productos/componentes industriales de formas y tamaños diversos.

### Temas:

#### 2.1 Instrumentación

2.1.1 Instrumentos de medición por variables

2.1.2 Instrumentos de medición por atributos

#### 2.2 Selección de un instrumento o equipo de medición

#### 2.3 Normativas vigentes (ISO 2768-1: Tolerancias Generales)

#### 2.4 Instrumentos de medición simples

2.4.1 Reglas y plantillas de comparación (radios, ángulos)

2.4.2 Cuenta hilos estándar (ingles) y milimétrico.

#### 2.5 Blocs patrón

2.5.1 Clasificación de blocs patrón

2.5.2 Tipos de patrones para la metrología dimensional

#### 2.6 Medición de longitudes: Calibrador

2.6.1 Calibrador con vernier

2.6.2 Calibrador caratula

2.6.3 Calibrador digital

#### 2.7 Medición de longitudes: Micrómetro

2.7.1 Tipos de Micrómetro

2.7.2 Micrómetro de espesores

2.7.3 Micrómetro de profundidades

#### 2.8 Medición de longitudes: Altímetro

2.8.1 Altímetro con punta de trazo

2.8.2 Altímetro con indicador de pestaña

2.8.3 Altímetro con Maestro de Alturas (High Master)

#### 2.9 Medición de longitudes y ángulos: Comparador óptico y sistemas de visión.

#### 2.10 Medición de ángulos: Goniómetro y Regla de senos

#### 2.11 Medición de micro acabado superficial: Perfilómetro y rugosímetro

#### 2.12 Mediciones industriales: Calibres neumáticos

#### 2.13 Medición tridimensional: Máquina de medición por coordenadas (CMM)

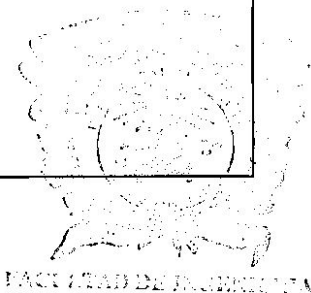


### Unidad 3. Medición de Tolerancias Geométricas (*GD&T: Geometric Dimensioning and Tolerancing*)

**Objetivo:** Analizar características dimensionales que especifiquen tolerancias geométricas, mediante el uso correcto de instrumentos y equipos de medición, interpretando el significado y criterios de aplicación de las tolerancias geométricas conforme a los estándares internacionales vigentes, para evaluar la conformidad del valor obtenido, respecto del valor nominal o límites de variación permitidos.

#### Temas:

- 3.1 Normativas vigentes (ISO 2768-1, ASME Y14.5)
- 3.2 Tipos y simbología de tolerancias geométricas
- 3.3 Terminología de Tolerancias Geométricas
  - 3.3.1 Característica o elemento
  - 3.3.2 Dimensión, valor nominal y tolerancia
  - 3.3.3 Cuadro de control y Marco de referencia
  - 3.3.4 Dimensión Básica
  - 3.3.5 Símbolos modificadores
  - 3.3.6 Condición de máximo y mínimo material
- 3.4 Importancia de las Tolerancias Geométricas (GD&T)
- 3.5 Tolerancias de Forma
  - 3.5.1 Tolerancia de rectitud
  - 3.5.2 Tolerancia de planicidad
  - 3.5.3 Tolerancia de circularidad (redondez)
  - 3.5.4 Tolerancia de Cilindricidad
- 3.6 Tolerancias de perfil
  - 3.6.1 Tolerancia de perfil de línea
  - 3.6.2 Tolerancia de perfil de superficie
- 3.7 Tolerancias de orientación
  - 3.7.1 Tolerancia de angularidad
  - 3.7.2 Tolerancia de perpendicularidad
  - 3.7.3 Tolerancia de paralelismo
- 3.8 Tolerancias de Localización
  - 3.8.1 Tolerancia de posición
  - 3.8.2 Tolerancia de concentricidad
  - 3.8.3 Tolerancia de simetría
- 3.9 Tolerancias de Alabeo (run out)
  - 3.9.1 Tolerancia de alabeo radial simple y total
  - 3.9.2 Tolerancia de alabeo axial simple y total





#### Unidad 4. Validación estadística de sistemas de medición

**Objetivo:** Examinar el contexto, importancia y pasos principales para la validación estadística de los instrumentos de medición, mediante el desarrollo y análisis de estudios de exactitud, linealidad, estabilidad, reproducibilidad y repetibilidad, para conocer la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos por el equipo o instrumento de medición.

##### Temas:

- 4.1 Importancia de la validación estadística
- 4.2 Tipos de estudios de validación estadística
- 4.3 Estudio de exactitud
- 4.4 Estudio de linealidad
- 4.5 Estudio de estabilidad
- 4.6 Estudio Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) para variables
- 4.7 Estudio Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) para atributos
- 4.8 Estudios de validación estadística con el uso de software.
  - 4.8.1 Estudios de validación estadística con MINITAB
  - 4.8.2 Estudios de validación estadística con Excel

## VII. Acervo bibliográfico

### Básico:

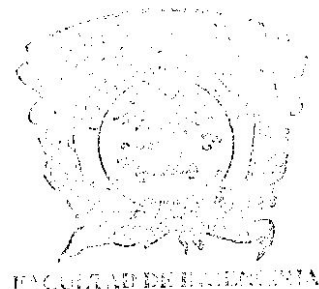
- Escamilla Esquivel Adolfo. (2015). *Metrología y sus aplicaciones*. (2ª edición). Grupo editorial Patria
- Farago Francis, Curtis Mark. (2007). *Handbook of Dimensional Measurement*. (4<sup>th</sup> edition). Industrial Press Inc.
- Meza Sánchez Sergio. (2017). *Metrología Dimensional Aplicada en Elementos Mecánicos*. (1era edición). Editorial Ricardo Alborez García.
- Zeleny Vázquez Ramón, González González Carlos. (2007). *Metrología*. (2ª Edición). Mc Graw Hill





### Complementario:

- American Society for Quality. (2012). *The Metrology Handbook*. (2<sup>nd</sup> edition). ASQ Quality Press.
- American Society of Mechanical Engineers. (2009). *ASME Y14.5M-2009 [Revision of ASME Y14.5M-1994 (R2004)]: Dimensioning and Tolerancing, Engineering Drawings and Related Documentation Practices*. New York: ASME
- Automotive Industry Action Group (AIAG). (2010). *Measurement System Analysis (MSA), Reference Manual (4th Edition)*. U.S.A: AIAG
- ISO /IEC 17025: 2017. *Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración*. (2017)
- ISO 2768-1: 1989 *Tolerancias Generales*
- Raghavendra N., Krishnamurthy L. (2013). *Engineering Metrology and Measurements*. (1st edition). Oxford University Press
- Zeleny Vázquez Ramón. (1999). *Metrología Dimensional (1era Edición)*. Mc Graw Hill



FACULTAD DE INGENIERÍA