



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

### PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA**

**CARRERA: Ingeniería Mecánica**

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Metrología e Ingeniería de la Calidad**

Área: Organización-Producción

Bloque: Tecnologías aplicadas

Nivel: 4

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

**Cargas horarias totales:**

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
96	128	4

#### **Fundamentación**

De los considerandos del PLAN CURRICULAR surgen una serie de cuestiones importantes relativas al perfil profesional que se deben tener en cuenta a la hora de proponer una orientación de la asignatura Metrología e Ingeniería de Calidad. En efecto, pueden señalarse:

Respecto a la profesión del Ingeniero: "El ingeniero, por la esencia de su quehacer, está motivado y formado para crear bienes y servicios. El país necesita reconstruir prácticamente toda su infraestructura básica, que muestra signos manifiestos de obsolescencia y requiere también mejorar e incrementar su aparato industrial sobre bases modernas, técnicamente y económicamente eficientes". En tal sentido, la asignatura puede y debe realizar un aporte a tales objetivos. La necesidad de recuperación del sentido tecnológico en Ingeniería Mecánica se relaciona, entre otros aspectos, con un profesional que haya internalizado los conceptos y el valor del MUNDO DE LA PRECISIÓN MECÁNICA, ya que es en este campo donde la tecnología mecánica, apoyada por otras tecnologías, ha producido los avances más espectaculares. Debe ser entonces una de las misiones de la asignatura.

En este campo el Ingeniero Mecánico debe comprender, ser capaz de concebir y aplicar los sistemas de medición, instrumentales, equipos y demás componentes que permitan sostener el sistema metrológico de referencia de la instalación industrial moderna. No solo es necesario el conocimiento sobre tipos y usos del instrumental comúnmente



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

utilizados, sino fundamentalmente que el profesional cuente con los criterios necesarios para resolver la solución integral de los diversos problemas metrológicos que se presentan en el diseño y la construcción mecánicos. A modo de síntesis sobre este primer aspecto, podría concluirse que el conocimiento del Ingeniero Mecánico sobre Metrología Técnica debe estar enfocado a lograr:

1. El perfeccionamiento de la base científica de las mediciones como campo derivado de la Física y de las leyes de la probabilidad y la estadística.
2. Un criterio de precisión mecánica que permita sustentar las decisiones ingenieriles sobre tolerancias, instrumental y mediciones.

Un segundo aspecto se refiere a las "bases económicamente eficientes" que, sin duda, constituyó siempre una de las preocupaciones de los ingenieros fabriles. Hoy, evidentemente, este concepto está ampliado debido a la complejidad de los mercados, productos y de la innovación tecnológica, que lleva a que las empresas tengan que enfocar una estrategia más allá de la eficiencia. Sólo a través de modelos de Calidad Total es posible abordar estos nuevos problemas. Esto involucra nuevos conocimientos y nuevas actitudes de los Ingenieros Mecánicos, que ahora deben comprender problemas y participar en tareas multidisciplinarias. En tal sentido, la asignatura debe tener un rol concreto: el conocimiento de los sistemas integrados de calidad y el desarrollo de la capacidad de diálogo en este campo con profesionales de otras disciplinas. En esta línea, el Ingeniero Mecánico debiera comprender acabadamente la idea de sistemas de calidad, lo cual lo lleva a conectarse o retomar el campo de la Organización Industrial. También, debe conectarse con conceptos de Estrategias de Calidad Total, dado que en su rol profesional es posible que esté a cargo de la dirección de áreas de calidad, debiendo estar en condiciones de encarar la capacitación e inducción de otros sectores de la empresa. Las posibilidades de éxito en la implementación de sistemas de calidad se encuentran condicionadas a la problemática de las relaciones humanas, campo que, si bien no es específico de la asignatura, se relaciona así íntimamente a través de las personas involucradas en procesos de cambio y mejora continua de procesos productivos y no productivos y la aplicación de otras herramientas tales como los círculos de calidad.

Esta última condición implica también la necesidad de mejorar las condiciones de comunicación del profesional Ingeniero Mecánico, no sólo a colegas sino a otros individuos dentro de distintos tipos de organizaciones. En tal sentido, contribuye a este aspecto de la formación profesional la preparación y realización de exposiciones orales y públicas a las que se acude para el tratamiento de algunas temáticas de Ingeniería de Calidad dentro del diseño de la asignatura. En lo referente a las técnicas estadísticas, la formación debe realizarse a través del medio informático, desde el diseño y redacción de manuales de calidad, normas y procedimientos, pasando por las bases de datos como los registros de estado de calibración del instrumental, hasta la aplicación de gráficas de



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

control estadístico y de software específico de control de calidad que deberán ser lo habitual, en particular, en las prácticas de Laboratorio de Metrología.

En síntesis, la Metrología dimensional, la Metrología científica, la Metrología legal, los instrumentos y sistemas de mediciones han evolucionado y tienen hoy una función esencial en el desarrollo de todo tipo de desarrollo tecnológico y producciones industriales con particular historia y aplicación en el campo de la ingeniería mecánica desde sus orígenes. La cada vez mayor importancia de los sistemas de calidad en las empresas productivas y de servicios requieren, además del ingeniero, un adecuado conocimiento de la filosofía, los sistemas y las herramientas de la calidad. Ambos aspectos de la asignatura cobran aún mayor relevancia en un contexto de globalización de los negocios y de la tecnología aplicada por las industrias. Por tales razones, la asignatura ocupa un lugar privilegiado en cuarto nivel del plan de estudios, constituyéndose en una de las tecnologías aplicadas de profundo carácter formativo y aplicativo del futuro profesional.

### **Objetivos**

- Comprender y aplicar las técnicas de las mediciones mecánicas
- Aplicar las técnicas de control de roscas y de ruedas dentadas
- Comprender y aplicar los conceptos de calidad en procesos industriales.
- Conocer y comprender los sistemas de calidad por sectores y sistemas de calidad total.

### **Contenidos**

#### **Contenidos mínimos**

#### **Metrología**

- Mediciones y errores.
- Instrumentos de medición.
- Tolerancias y sistemas de ajuste.
- Mediciones lineales directas e indirectas.
- Errores de forma y posición.
- Mediciones angulares.
- Mediciones de roscas.



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

- Medición de ruedas dentadas.
- Rugosidad superficial.
- Verificación de máquinas herramienta.

### Ingeniería de Calidad

- Definiciones.
- Sistemas de calidad.
- Estadística y probabilidad aplicadas al C.C.
- El control de calidad en procesos de fabricación.
- Control de aceptación por atributos.
- Control de recepción por variables.
- Concepto de Calidad Total. Filosofía.
- Técnicas actuales de calidad total.

### Contenidos analíticos

#### UNIDAD TEMÁTICA 1: INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA E INGENIERÍA DE CALIDAD:

**Ubicación de la metrología en el campo del conocimiento:** ¿qué es la metrología?, los mundos de la experiencia y la metrología; Los fundamentos de la metrología: ¿qué es medir? **Organización y regulación nacionales e internacionales:** organismos técnicos y normativos a nivel nacional e internacional; Vocabulario y conceptos básicos. **Características de los sistemas de medición:** sistema generalizado de medición; el error de medición; el resultado de la medición; métodos básicos de medición: Método de indicación directa o deflexión, Método de comparación, Método diferencial; análisis comparativo entre los tres métodos. **Parámetros de los instrumentos de medición:** faja de indicación o alcance, faja o intervalo de medición, valor de una división de la escala, resolución, error sistemático, tendencia, corrección, repetibilidad, característica de respuesta nominal, característica de respuesta real, curva de error, error máximo, sensibilidad, histéresis. **Concepto de incertidumbre de medición:** fuentes de la incertidumbre de medición, minimización de la incertidumbre de medición, modelización correcta del sistema de medición. **Causas comunes de errores de medición:** errores por el instrumento o equipo de medición. Errores del operador o del método de medición: de calibración, de fuerza de medición, de selección del instrumental. por puntos de apoyo. por método de sujeción, de paralaje, de posición, por desgaste, por condiciones ambientales. **Selección correcta del sistema de medición.**



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

**Calibración del sistema de medición:** evaluación de las condiciones de operación de un sistema de medición.

## **UNIDAD TEMÁTICA 2: LAS TOLERANCIAS Y AJUSTES EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**Causas comunes de errores en los procesos productivos:** errores por: factor humano, estado y aptitud de la máquina herramienta. Características de los dispositivos de sujeción. Dimensión, homogeneidad y rigidez de la pieza, calibres y elementos de control. Consecuencias de primer orden o previsibles. Consecuencias de segundo orden o no previsibles. Errores groseros. **Sistema de tolerancias ISO:** tolerancias, diseño, fabricación y control. Tolerancias ISO y ajustes, generalidades y abreviaturas, tolerancias y diferencias. Representación gráfica. Tolerancias fundamentales ISO: unidad internacional de tolerancia, calidad IT. **Tipo de ajustes:** sistemas de agujero único y de árbol único. Selección de ajustes: estudio técnico-económico para la selección del sistema de ajuste. Diferencias admisibles para medidas sin indicación de tolerancia. **Tolerancias de forma y posición. Casos especiales de ajustes y tolerancias:** método de Sawin para ajustes de piezas prismáticas. Determinación del ajuste pistón-cilindro en un motor de combustión interna

## **UNIDAD TEMÁTICA 3: CARACTERIZACIÓN METROLÓGICA DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN Y SU APLICACIÓN EN PROBLEMAS DE METROLOGÍA DIMENSIONAL**

**PROBLEMAS GENERALES DE METROLOGÍA DIMENSIONAL. Clasificación de los instrumentos y aparatos de medición en metrología dimensional. Características metrológicas de los sistemas de mediciones en metrología dimensional:** Mecanismos y principios básicos de los instrumentos de medición, vernier, tornillo micrométrico, ley de Abbe, otras consideraciones constructivas y criterios de selección del instrumental. **Instrumental convencional y procedimientos para la determinación de distancias:** entre centros de agujeros, diámetros externos e internos, alturas, espesores y profundidades. **Empleo de calibradores fijos para control de producción:** usos y tipos de calibradores de límites: fabricación, inspección, recepción. verificadores. Precisión de ejecución, resistencia al desgaste. Principios de diseño: principio de Taylor. diseño y verificación de calibres fijos pasa-no pasa, para diámetros y roscas interiores y exteriores. **Determinación de errores de forma y posición:** perpendicularidad, planitud, paralelismo, coaxialidad, redondez. **INSTRUMENTAL PARA LABORATORIOS Y SALAS DE MEDIDA: Bloques calibradores:** tipos y calidades, medida y verificación, uso, cuidados, precisión, planitud y paralelismo, calidad superficial, dureza y resistencia al desgaste, coeficiente de dilatación térmica, indeformabilidad a través del tiempo, accesorios y aplicaciones. **Mediciones interferométricas:** principios físicos, aplicación a la metrología: planitud, paralelismo, medición de longitudes. Ensayo de planicidad. Verificación del perfil. Interferómetros ópticos: interferómetro de planicidad, interferómetro de longitudes tipo NPL. **Máquinas de medir:** tipos, manuales, motorizadas, con ordenadores. Principio de la técnica de medición por coordenadas.



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

Comparación con la técnica de medición convencional. Estructuras constructivas. Causas de error: específicas y no específicas de la máquina. Efecto combinado de errores en el espacio. Modelo matemático de los desvíos específicos. **PROBLEMAS ESPECÍFICOS DE METROLOGÍA DIMENSIONAL. Medición de máquinas herramientas:** concepto general del control de máquinas herramientas, normas de verificación: verificación geométrica y ensayo práctico. Aplicación a distintos tipos de máquinas herramientas. Niveles de precisión, autocolimadores, **Medición de engranajes:** medición del paso, diámetros, cota sobre rodillos, excentricidad, espesor cordal, cota entre varios dientes (cota W). **Mediciones de roscas:** Definiciones de la geometría de una rosca, diámetro medio, diámetro mayor y menor, paso, semiángulo, altura del triángulo fundamental, sistemas más comunes de roscas: métricas, Whitworth, unificada, API. Sistemas de tolerancias y ajustes para roscas. Diseño de calibradores fijos para roscas. Medición de roscas mediante instrumentos de medición, comparadores ópticos y máquinas de medir: método de los tres alambres. **Mediciones angulares:** medición de conos interiores y exteriores y otras magnitudes angulares mediante rodillos. Regla y mesa de senos. Aplicación de los comparadores ópticos: Rugosidad **superficial:** simbología y conceptos de rugosidad, desvíos de distintos órdenes. Definición de parámetros principales: rugosidad media aritmética, rugosidad media cuadrática, rugosidad total, superficie portante. Longitud de prueba y longitud de integración. Medición mediante réplicas. Estudio de los perfilogramas. Rugosímetros y patrones de rugosidad. **Comparadores y sistemas electrónicos:** ventajas y aplicaciones. **Comparadores neumáticos:** ventajas, calibración, empleo, precauciones. **Instrumentos de medición de masa y presión. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

#### **UNIDAD TEMÁTICA 4: CALIDAD Y CONFIABILIDAD DE LAS MEDICIONES**

**Expresión de la incertidumbre de medición:** concepto de incertidumbre y de incertidumbre de medición. Incertidumbre estándar. Incertidumbre estándar combinada. Incertidumbre expandida. Métodos de evaluación: Tipo A y tipo B. Factor de cobertura. Fuentes posibles de la incertidumbre. Relación de la incertidumbre con las fuentes sistemáticas y aleatorias de los errores. Naturaleza probabilística y estimadores de la incertidumbre. **Evaluación de la incertidumbre en laboratorios de calibración: expresión de la incertidumbre en los certificados de calibración del instrumental:** - Función del mensurando o magnitud de salida. Tratamiento de datos de entrada: series de medición-valor únicas y magnitudes de influencia. Cálculo de los datos de salida: resultado y varianza. Cálculo de la incertidumbre total de medición. Indicación de las incertidumbres: especificación y enunciado en el certificado. Guía práctica para el cálculo de incertidumbre de medición. **RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

#### **UNIDAD TEMÁTICA 5: GESTIÓN Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

**Evolución del concepto de calidad e ingeniería de calidad:** las cuatro etapas: inspección-control estadístico-aseguramiento de calidad (ISO 9000)-Estrategia de calidad total



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

(TQM) **Sistemas de calidad:** Definiciones: control de calidad Control total de la calidad. Sistema de calidad. Sistema de aseguramiento de calidad. Gestión de la calidad. Gestión de la calidad total. **Control de calidad:** características de calidad real y sustituta. Calidad de diseño. Calidad de aceptación o de conformidad. Rol del ingeniero de calidad. Sistemas de control específicos: control del nuevo diseño. Control de materiales adquiridos. Control del proceso. Despliegue de la función calidad: ingeniería simultánea. Técnicas para el control del nuevo diseño. Técnicas para el control del proceso. **Gestión y herramientas de la calidad total (TQM):** Premio Nacional a la Calidad. Premio Malcon Baldrige: criterios de evaluación. Referentes de la calidad: Juran, Deming, Crosby. Análisis comparativo entre los enfoques de calidad de Japón, EEUU y Europa. Especificaciones y costos de calidad: costos de evaluación, costos de prevención, costos de fallas internas, costos de fallas externas. Mejora continua. Técnicas de mejora continua: ciclo PDCA de Deming. Diagrama causa - efecto. Gráficas de control. Benchmarking. Brainstorming. Círculos de calidad. Diagrama de flujo de proceso. Análisis de Pareto. *Resolución de casos y problemas de calidad.* **Aseguramiento de calidad: el sistema ISO 9000:** fundamentos y utilización. Análisis e interpretación de las cláusulas de ISO 9000: responsabilidad gerencial. Sistema de calidad. Revisión del contrato. Control del diseño. Control de documentos. Compras. Productos suministrados por el comprador. Identificación y rastreabilidad de los productos. Control de procesos. Inspección y ensayos. Equipos de inspección, medida y ensayo. Estado de inspección y ensayo. Control de productos no conformes. Acciones correctivas. Manejo, almacenamiento, empaque y despacho. Registros de calidad. Auditorías internas de calidad. Implementación: requisitos previos, planes y manual de calidad, relevamiento y redacción de procedimientos e instrucciones de trabajo. Implementación: auditoría interna y certificación. ISO 9000-2000: enfoque y diferencias con la serie ISO 9000. **Requisitos generales para la acreditación de la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración: ISO / IEC 17025 (IRAM 301)** requisitos relativos a la gestión: organización, sistema de calidad, control de la documentación, revisión de los pedidos, ofertas y contratos, subcontratación de ensayos y de calibraciones, compras de servicios y suministros, servicios al cliente, quejas, control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes, acciones correctivas, acciones preventivas, control de los registros, auditorías internas, revisiones por la dirección. Requisitos técnicos para la acreditación: generalidades, personal, instalaciones y condiciones ambientales, métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos, equipos, trazabilidad de las mediciones, muestreo, manipuleo de los items de ensayo o de calibración. Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración. Informe de los resultados **Normas y normalización:** objeto - principios básicos - espacio de normalización - principios científicos - aspectos fundamentales - metodología.

**UNIDAD TEMÁTICA 6: CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD**

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

**El diagrama de control:** causas fortuitas y causas atribuibles de la variación de la calidad.  
**Base estadística del diagrama de control:** principios básicos, selección de los límites de control, tamaño muestral y frecuencia de muestreo. Subgrupos racionales. Análisis de los patrones en diagramas de control. Ejercicios aplicativos. **Diagramas de control para atributos:** diagrama de control para la fracción de disconformes (diagrama p): desarrollo y empleo. Función característica de la operación. Diagramas de control de disconformidades (diagrama c). Procedimientos con tamaño muestral constante: función característica de la operación. Ejercicios de aplicación. **Diagramas de control de variables:** diagramas de  $\bar{x}$  y  $r$ : base estadística. Desarrollo y uso. Capacidad de proceso. Interpretación de los diagramas  $\bar{x}$  y  $r$ . Función característica de la operación. Diagrama de control de  $\bar{x}$  y  $s$ . Gráficas de control para unidades individuales. Ejercicios de aplicación. **Muestreo de aceptación:** problema del muestreo para aceptación: ventajas y desventajas del muestreo. Tipos de planes de muestreo. Directrices sobre el uso del muestreo. **Planes de muestreo simples por atributos:** definición del plan y curva característica de la operación. Efectos de los tamaños de los lotes. Ejercicios de aplicación.

#### Distribución de carga horaria entre actividades teóricas y prácticas

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
<b>Teórica</b>	<b>48</b>	<b>64</b>
<b>Formación Práctica</b>	<b>48</b>	<b>64</b>
Formación experimental	24	32
Resolución de problemas	15	20
Proyectos y diseño	9	12
Práctica supervisada		

#### Estrategias metodológicas

##### a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

La cursada es programada clase a clase, incluidos los objetivos correspondientes, los que son convenientemente comunicados a los alumnos. Las clases teóricas se imparten con participación activa de los alumnos promoviendo la ejercitación, el trabajo grupal y la discusión de las experiencias laborales. Las prácticas de laboratorio se combinan en tiempo y contenidos con las clases teóricas.

Se privilegia la utilización de medios audiovisuales e informáticos para la exposición de contenidos





Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

- Las exposiciones y presentaciones de trabajos de investigación por parte de equipos de alumnos se enfocan a la mejora de las capacidades de comunicación del futuro ingeniero mecánico.
- Se realizan clases especiales con temas y expositores relativos al campo de la asignatura.

**b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)**

Presentaciones mediante Power Point - bibliografía y cuaderno de ejercicios de la asignatura - Laboratorio de metrología.

**Evaluación**

**Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)**

Se tienen dos exámenes parciales, uno sobre Metrología y otro sobre Ingeniería de Calidad. También hay seis trabajos prácticos de laboratorio sobre los cuales se toman evaluaciones.

**Requisitos de regularidad**

Para obtener la regularidad en la asignatura el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Aprobar dos exámenes parciales con nota mínima seis, en cualquiera de sus instancias.
2. Aprobar la totalidad de los informes de equipo de los 6 (seis) trabajos prácticos del Laboratorio de Metrología e Ingeniería de Calidad
3. Aprobar las evaluaciones de comprobación de conocimiento sobre la totalidad de los 6 (seis) trabajos prácticos del Laboratorio de Metrología e Ingeniería de Calidad.
4. Tener un 75% de asistencia mínima.

***El examen final***

El alumno deberá aprobar el examen final de la asignatura con nota igual o mayor a 6 (seis) mediante examen teórico-práctico escrito, en primera instancia, lo cual dará lugar, si corresponde, al examen oral. En sus respuestas y exposiciones el alumno deberá acreditar la totalidad de los conocimientos correspondientes al programa analítico de la asignatura incluyendo los correspondientes a las actividades de formación experimental realizadas en el laboratorio de metrología.

**Requisitos de aprobación directa**

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

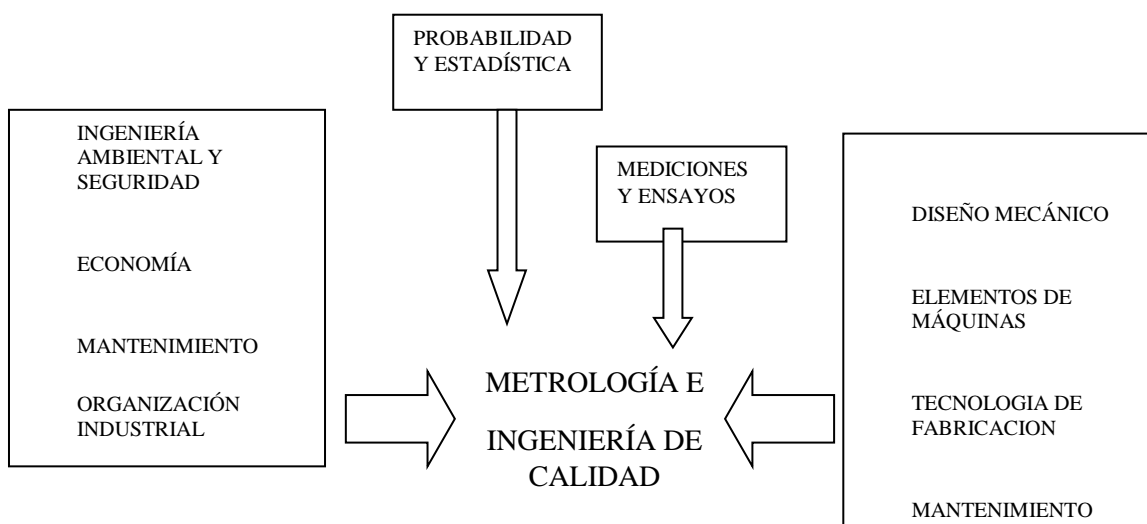
Para obtener la promoción en la asignatura el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Aprobar dos exámenes parciales con nota mínima de ocho puntos, pudiendo recuperar para la promoción sólo uno de ellos.
2. Aprobar la totalidad de los informes de equipo de los 6 (seis) trabajos prácticos del Laboratorio de Metrología e Ingeniería de Calidad
3. Aprobar las evaluaciones de comprobación de conocimiento sobre la totalidad de los 6 (seis) trabajos prácticos del Laboratorio de Metrología e Ingeniería de Calidad.
4. Tener un 75% de asistencia mínima.

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

### Articulación horizontal y vertical con otras materias

En razón de tratarse de una asignatura del cuarto de la carrera, es importante considerar la articulación conforme al siguiente esquema:



Además de la relación directa con las dos asignaturas que preceden en el esquema de correlatividades, por un lado, Mediciones y Ensayos y, por el otro, la base estadística indispensable para Metrología e Ingeniería de Calidad que provee Probabilidad y Estadística, es posible encontrar otras relaciones que aportan a la identidad y articulación de esta asignatura dentro del plan curricular.

Dichas relaciones son:

#### INGENIERÍA AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

La aplicación en Metrología e Ingeniería de Calidad de la norma ISO 14000 sobre Gestión Ambiental, dentro del "paraguas" de la Calidad Total, es una aplicación práctica y actual de la formación general del Ingeniero Mecánico, inicialmente encarada a través de esta asignatura.

#### ECONOMÍA

Los costos de la calidad y otros conceptos incluidos en Calidad Total tienen estrecha relación con los conceptos de administración y economía de la empresa. En definitiva, la Calidad Total que se analiza en Metrología e Ingeniería de Calidad, debe repercutir en una mejora de la competitividad de la empresa, a través de la mejora de todos sus procesos.

#### DISEÑO MECÁNICO

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

La definición de símbolos de acotaciones y criterios de selección de tolerancias en los planos y documentación técnica, resulta importante desde el punto de vista del diseño, la fabricación y la normalización, aspectos centrales en los contenidos de Metrología e Ingeniería de Calidad.

#### ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Aporta las características y el lenguaje de los componentes mecánicos que serán objeto de análisis y medición de la metrología técnica, en particular en el campo de ajustes y tolerancias.

#### TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN

Asocia las características tecnológicas de los procesos productivos a los criterios de selección de tolerancias de fabricación y métodos de control de calidad de la producción.

#### MANTENIMIENTO

También la condición de mantenibilidad de equipos y maquinarias enfocada a través del mantenimiento productivo total (TPM) se relaciona con los criterios de Calidad Total incorporados en Metrología e Ingeniería de Calidad.

#### PROYECTO DE FINAL

El proyecto final como expresión integradora de muchas de las habilidades del Ingeniero Mecánico debe apoyarse en una buena base tecnológica, relacionada con los criterios de precisión mecánica que involucran la selección de tolerancias, montajes y procesos de elaboración a la que debe contribuir Metrología e Ingeniería de Calidad. En vista de las variadas articulaciones que plantea esta asignatura, es necesario que la labor docente incluya en forma permanente las referencias o "puentes" con los conocimientos ya adquiridos o en proceso.

#### **Cronograma estimado de clases**

<b>Unidad Temática</b>	<b>Duración en hs cátedra</b>
Introducción a la metrología e ingeniería de calidad	8
Las tolerancias y ajustes en los sistemas productivos	20
Caracterización metrológica de los sistemas de medición y su aplicación en problemas de metrología dimensional Problemas generales de metrología dimensional	20
Gestión y aseguramiento de calidad	20
Calidad y confiabilidad de las medición	20
ISO/EIC 17025 (IRAM 301)	20
Control estadístico de la calidad	20

#### **Bibliografía**



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

- Deustcher Industrie Normen (DIN) (1966). *Normas DIN 7150: Tolerancias ISO y ajustes ISO para medidas de longitud desde 1 hasta 500 mm; Introducción*. Alemania: DIN.
- Deustcher Industrie Normen (DIN) (1964). *Normas DIN 7151: Tolerancias fundamentales ISO para medidas de longitud desde 1 hasta 500 mm*. Alemania: DIN.
- Deustcher Industrie Normen (DIN) (1966). *Normas DIN 7157: Selección de ajustes. Zonas de tolerancia. Diferencias. Tolerancias de ajuste*. Alemania: DIN.
- Deustcher Industrie Normen (DIN) (1991). *Normas DIN 7168: Tolerancias generales para dimensiones lineales angulares y tolerancias geométricas*. Alemania: DIN.
- Deustcher Industrie Normen (DIN) (1959). *Normas DIN 7182: Tolerancias y ajustes. Conceptos fundamentales*. Alemania: DIN.
- Deustcher Industrie Normen (DIN) (1987). *Normas DIN 7167: Relación entre tolerancias de tamaño, forma y paralelismo; requisito de sobre sin indicación individual en el dibujo*. Alemania: DIN.
- Ishikawa, Kaoru. (1994). *¿Qué es control total de calidad? La modalidad japonesa*. Colombia. Editorial: Norma.
- Chase, R.; Aquilano, N.; Jacobs, R. (2000). *Administración de Producción y Operaciones, Manufactura y Servicios*. Colombia. Editorial: Irwin-Mc Graw Hill.
- Montgomery, Douglas. (1993). *Control Estadístico de la Calidad. Capítulo I: El Aseguramiento de la Calidad en el entorno moderno de la Administración*. 3 Ed. USA. Editorial: Linusa.
- Figliola, Richard; Beasley, Donald. (2008). *Mediciones Mecánicas. 4ta Edición*. México: Alfaomega.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (1981). *Vocabulario De Metrología Legal - Términos Fundamentales – Organización Internacional de Metrología Legal*. Argentina: INTI.
- Pennella, R. C. (2012). *Metrología. Manual de Implantación: Normalización y control de calidad ANSI/ISO/ASQC Q9000*. México. Editorial: Limusa.
- Kennedy, John; Neville, Adam. (1982). *Estadística para Ciencias e Ingeniería. 2da. Ed.* México. Editorial: Harla.
- Centro Español de Metrología (2012). *Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados. 3ª edición*. España: Ministerio de Energía, Industria y Turismo.
- Centro Español de Metrología (2008). *Evaluación de datos de medición. Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida*. España: Ministerio de Energía, Industria y Turismo.
- Rivera Toscano, C. D. (2015). *Metrología y Normalización*. CreateSpace Independent Publishing Platform

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

Moro Piñeiro, M. (2017). *Fundamentos de metrología dimensional*. Marcombo

International Organization for Standardization (ISO) (2018). *Norma Internacional ISO 19011: Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión*. Suiza: Secretaría Central de ISO.

### **Apuntes de cátedra**

“Introducción a la metrología I”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Introducción a la metrología II”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Calibres, Micrometros, Balanzas, Patronos”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Reloj Comparador, Alesometro. Calibración”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Ajuste y Tolerancia; Tolerancias de Forma y Posición”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Ajuste y Tolerancia; Tolerancias de Forma y Posición (Complemento)”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Interferometría”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Incertidumbre: Introducción”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Incertidumbre: Mediciones directas”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.

“Conceptos complementarios y ejercicio sobre determinación de incertidumbre de medición”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

- “Presentación: Sistema de Calidad”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Directrices para auditorías de sistemas de gestión”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Herramientas de la Calidad”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Control estadístico de proceso”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Textura Superficial (Rugosidad)”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Apunte Mediciones de Roscas”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Placa Orificio (Sistema Diferencial)”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Sensores de Temperatura”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Mediciones de Presión - Balanza de Peso Muerto”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Calibración de sensores de temperatura”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Práctica de calibración de una PT100”, Alfredo Severini, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. 2020.
- “Nociones Básicas de la medición por coordenadas”, Jorge Campbell, Cátedra de Metrología e Ingeniería de la Calidad, Departamento de Ingeniería Mecánica, UTN FRBA. Disponible en formato digital en el Aula Virtual de la asignatura. Sin fecha.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Forastieri, Juan (2000). *Expresión de la Incertidumbre de Medición*. Buenos Aires: Mimeo, Inédito.

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

Instituto de Racionalización Argentino de Materiales (2010). *Normas de verificación de geométrica y ensayo práctico de máquinas herramientas*. Argentina: IRAM

Trapet, Eugen; Wäldele, Franz (1991). *Aseguramiento de calidad para máquinas de medir por coordenadas*. España: Seminario del Centro Español de Metrología.

Feigenbaum, A. V. (1991). *Control Total de la Calidad. Ingeniería y Administración*. México. Editorial: CECSA.

Cole, Robert. (1994). *Comparative Perspective On U.S. And Japanese Quality System*. Seminario Internacional. Buenos Aires: Ipace.

González González, C.; Zeleny Vázquez, José Ramón. (2003). *Metrología. 2da Edición*. México: Editorial McGraw-Hill.