



**PROGRAMA ANALÍTICO**

**FACULTAD: INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO: MECÁNICA**

**CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA**

**PLAN DE ESTUDIO: 2005**

**MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL**

**ORIENTACIÓN: NO POSEE**

**ASIGNATURA: METROLOGÍA**

**CÓDIGO: 0327**

**DOCENTE RESPONSABLE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Gustavo Adolfo Zocco	Ingeniero Agromecánico	Profesor Adjunto	Semi-Exclusiva

**EQUIPO DOCENTE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Gustavo Adolfo Zocco	Ingeniero Agromecánico	Profesor Adjunto	Semi-Exclusiva
Omar Chiaramello	Especialista en Estrategia de Empresas	Profesor Asociado	Semi-Exclusiva
Juan Manuel Fontana	Doctor en Ingeniería Biomédica	Profesor Adjunto	Simple

**AÑO ACADÉMICO: 2019**

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:** Obligatoria

**RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA:** Cuatrimestral

**UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO:** 2DO. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

**RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:**

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0406	0321
0322	-
0417	-



**ASIGNACIÓN DE HORAS:**

Semanales Totales		(45 h.)
Semanales		(3 h.)
Teóricas		(15 h.)
Prácticas	Resolución de problemas	(15 h.)
	Laboratorio	( 15 H.)
	Proyecto	(...h.)
	Trabajo de campo	(...h.)
Teórico-Prácticas		(...h.)

**FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:**

El contar y medir constituyen las bases que requiere la Metrología para desarrollar su actividad fundamental como ciencia que estudia los sistemas de unidades, los métodos, las normas y los instrumentos para medir. En la Ingeniería Mecánica es indispensable tener un conocimiento amplio sobre la Metrología, cómo seguir estándares y cómo saber cuándo es necesario tener un instrumento calibrado. La Metrología es entonces un pilar fundamental para la estabilidad y credibilidad de cualquier Ingeniero Mecánico que ejerza la profesión ya que este necesitará conocer con claridad el funcionamiento y la correcta utilización de aparatos de medición y control.

El objetivo que persigue la materia es el de desarrollar conceptos y sentar las bases de la Metrología a partir del conocimiento de los sistemas de medición como núcleo central contenidos. Como aporte específico de la materia a la formación profesional, se buscará que el estudiante adquiera las habilidades, los conocimientos y el manejo del instrumental metrológico para lograr una producción de calidad, promoviendo la trazabilidad, el desarrollo y la investigación.

**OBJETIVOS PROPUESTOS:**

Al finalizar la asignatura los estudiantes sabrán:

- Utilizar instrumentos y dispositivos de medición y control para la medición y certificación de patrones y piezas mecánicas.
- Establecer planes de calibración para los instrumentos de medición
- Determinar las incertidumbres y errores asociados a una medida
- Calcular ajustes normalizados que garanticen la intercambiabilidad de piezas.

A su vez, serán capaces de:

- Conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas de medición a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen
- Seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas de medición más adecuadas, utilizando criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc.





- Utilizar las técnicas y herramientas de medición adecuadas de acuerdo con estándares y normas de calidad.
- Interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas de medición utilizadas.

### **COMPETENCIAS:**

- **Competencias genéricas:**
  - 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería
- **Competencias específicas:**
  - 3.1. Determinar y certificar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de lo descrito en la Actividad Reservada 1 (para el Ingeniero Mecánico) de acuerdo con especificaciones.

### **EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS:**

**Unidad N° 1:** Medición. Bosquejo Histórico. Generalidades. Normalización. Sistemas de Ajustes y Tolerancias

- 1.1.- Bosquejo Histórico
- 1.2.- Tablas de Pesas y Medidas
- 1.3.- Normas y Normalización
- 1.4.- Metrología Dimensional
- 1.5.- Tolerancias Dimensionales y Geométricas
- 1.6.- Vocabulario Internacional de Metrología
- 1.7.- Necesidad de Medir, intercambiabilidad y variabilidad de los procesos productivos.
- 1.8.- Noción de Medición
- 1.9.- Introducción a un Sistema de Medición y al Proceso de Medición
- 1.10.- Normas IRAM 5001 – 5002 – 5003 – 5004
- 1.11.- Tolerancias Generalidades
- 1.12.- Tolerancias y Diferencias
- 1.13.- Ajustes. Generalidades, diversos Sistemas
- 1.14.- Elección de Ajustes y Cálculo de Tolerancias
- 1.15.- Series de Renard aplicadas a la Normalización de las Tolerancias
- 1.16.- Determinación de un Ajuste partiendo de los Juegos Máximos y Mínimos
- 1.17.- Acotación de Dimensiones con Tolerancias
- 1.18.- Calibres de Tolerancia

**Unidad N° 2:** Sistemas de Unidades

- 2.1.- Sistemas de Unidades de Medidas
- 2.2.- Sistema Internacional de Unidades: Unidades de Base, Derivadas y Suplementarias
- 2.3.- Múltiplos y Submúltiplos de las Unidades del Sistema Internacional (SI)
- 2.4.- Realización de los Unidades. Patrones. Diseminación de los Patrones
- 2.5.- Calibración – Trazabilidad



### **Unidad N° 3: Errores e Incertidumbre de Medición**

- 3.1.- Errores en la Medición
- 3.2.- Clasificación de los errores en cuanto a su origen
- 3.3.- Medición y Registro
- 3.4.- Errores involuntarios en la medición
- 3.5.- Principio de Abbe
- 3.6.- Error de Paralaje
- 3.7.- Puntos Airy
- 3.8.- Puntos Bessel
- 3.9.- Ley de Hooke
- 3.10.- Deformación de Hertz
- 3.11.- Temperatura, etc.
- 3.12.- Incertidumbre de Medición: Definición y Generalidades
- 3.13.- Tolerancia e Incertidumbre
- 3.14.- Cálculo de la Incertidumbre: Incertidumbre Tipo A y Tipo B
- 3.15.- Incertidumbre Standard Combinada
- 3.16.- Incertidumbre Standard Expandida
- 3.17.- Evaluación de los Componentes de Incertidumbre
- 3.18.- Grados de Libertad y Niveles de Confianza

### **Unidad N° 4: Temperatura de Referencia. Patrones**

- 4.1.- Temperatura de Referencia, Precauciones de Isotermia
- 4.2.- Corrección de las Medidas distintas de las de Referencia
- 4.3.- Patrones. Generalidades. Clasificación
- 4.4.- Bloques Patrones
- 4.5.- Certificados de los Bloques Patrones
- 4.6.- Patrones Cilíndricos
- 4.7.- Varillas Patrón de extremos esféricos
- 4.8.- Patrones de ángulos
- 4.9.- Mármoles: verificación
- 4.10.- Reglas de planitud
- 4.11.- Escuadras. Comprobación de las escuadras
- 4.12.- Métodos de Medición de Patrones

### **Unidad N° 5: Medición con instrumentos Básicos**

- 5.1.- Reglas
- 5.2.- Medidores de espesores
- 5.3.- Patrones de Trazo
- 5.4.- Patrones de Radios
- 5.5.- Patrones para: brocas alambres y láminas
- 5.6.- Cuentahilos
- 5.7.- Compases
- 5.8.- Calibres telescópicos
- 5.9.- Calibres para agujeros pequeños
- 5.10.- Trazadores y Gramil



- 5.11.- Calibres angulares
- 5.12.- Lupas de Comparación

**Unidad N° 6: Medición y comprobación de longitudes**

- 6.1.- Calibres: Generalidades
- 6.2.- Calibres: Pie de Rey, Pie de Coliza, de Carátula, de profundidad, electrodigitales
- 6.3.- Medidores de Altura
- 6.4.- Precauciones cuando se mide con calibres y medidores de altura
- 6.5.- Medidores de altura con carátula
- 6.6.- Medidores de altura con carátula y contador
- 6.7.- Medidores de altura electrodigitales
- 6.8.- Cuidados al usar los medidores de altura
- 6.9.- Calibración de calibres

**Unidad N° 7: Sistemas de Medición por desplazamiento a tornillo Micrométrico**

- 7.1.- Principios de funcionamiento y lectura
- 7.2.- Partes del Micrómetro
- 7.3.- Micrómetros para exteriores
- 7.4.- Micrómetros para aplicaciones especiales
- 7.5.- Cabezas Micrométricas
- 7.6.- Micrómetros de interiores
- 7.7.- Micrómetros de profundidades
- 7.8.- Micrómetros digitales y electrodigitales
- 7.9.- Errores involucrados en el uso del Micrómetro
- 7.10.- Cuidados generales requeridos al usar micrómetros
- 7.11.- Calibración de micrómetros

**Unidad N° 8: Mediciones lineales indirectas**

- 8.1.- Comparadores. Generalidades. Clasificación
- 8.2.- Comparadores de amplificación Mecánica
- 8.3.- Comparadores de amplificación óptica
- 8.4.- Comparadores de amplificación neumática
- 8.5.- Comparadores de amplificación eléctrica y electrónica
- 8.6.- Cuidados generales al usar comparadores
- 8.7.- Calibración de comparadores

**Unidad N° 9: Instrumentos electrodigitales. Máquinas de medir**

- 9.1.- Introducción
- 9.2.- Sensores de posición
- 9.3.- Funciones básicas de elementos electrodigitales de medición
- 9.4.- Sistema M-SPC
- 9.5.- Cuidados requeridos al utilizar instrumentos electro digitales de medición
- 9.6.- Otras características y aplicaciones
- 9.7.- Código IP
- 9.8.- Máquinas de Medición. Generalidades. Clasificación





- 9.9.- Bancos de medir
- 9.10.- Microscopios de medición
- 9.11.- Máquinas de Medición por coordenadas
- 9.12.- Proyectores de perfiles

**Unidad N° 10: Medición y comprobación de ángulos**

- 10.1.- Generalidades
- 10.2.- Medición directa de ángulos, Goniómetro universal, Goniómetro óptico
- 10.3.- Medición trigonométrica de ángulos
- 10.4.- Medición sobre piezas de apoyo
- 10.5.- Bloques “Micyl”; su utilización
- 10.6.- Regla de Senos. Aparatos fundados en la regla de senos
- 10.7.- Niveles de Burbuja, características de un nivel
- 10.8.- Tipos de niveles de burbuja de gran precisión
- 10.9.- Empleo del Nivel de Burbuja
- 10.10.- Nivel electrónico
- 10.11.- Medición indirecta por comparación con un patrón de ángulo
- 10.12.- Comprobación directa con un patrón de ángulo

**Unidad N° 11: Metrología Superficial. Rugosidad**

- 11.1.- Introducción
- 11.2.- Las Curvas P y R
- 11.3.- Definición de Ra
- 11.4.- Definición de Rz
- 11.5.- Definición de Ry
- 11.6.- Símbolos para la dirección de marcado
- 11.7.- Recomendaciones prácticas para medir la rugosidad de una superficie
- 11.8.- Rugosímetros
- 11.9.- Definición de otros parámetros
- 11.10.- Curvas de ondulación
- 11.11.- Normas de referencia

**FORMAS METODOLÓGICAS:**

La materia se llevará a cabo mediante una clase semanal de 3hs de duración dictadas por los docentes de la Asignatura. Las clases se desarrollarán en aula, con exposición oral, uso de pizarrón, proyector y uso de tecnologías de la información y comunicación (TICs). Tanto el material de estudio necesario para el cursado de la materia como el material adicional estarán disponibles en la plataforma virtual que ofrece la Facultad de Ingeniería (cursos.ing.unrc). Esta plataforma se utilizará también para enviar comunicaciones a los alumnos referidas a diferentes temas de interés de la materia.

Con el objetivo de fortalecer los conceptos estudiados, el alumno deberá completar una serie de trabajos prácticos que estarán estrechamente relacionados con los contenidos dados en las clases. Los trabajos prácticos deberán ser completados al finalizar las unidades correspondientes y serán entregados en una carpeta al finalizar el cursado. Se prevé también la realización de actividades de laboratorio destinadas a la familiarización del alumno con instrumentos de medición directa e indirecta. El equipamiento necesario para la realización de dichos prácticos se encuentra disponible en el Laboratorio de



Metrología de la Facultad de Ingeniería. En cada uno de los prácticos de laboratorio se respetarán los procedimientos de seguridad general y particular del equipamiento utilizado así como también se respetarán los procesos de operación de cada equipo para garantizar la seguridad del alumno en todo momento.

**PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:**

Se prevé la participación de los docentes de la materia en todo proyecto o actividad para la mejora de la enseñanza de grado siempre que signifiquen una contribución al desarrollo de la materia y a la formación de los estudiantes.

**CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:**

- Semana 1: Medición. Bosquejo Histórico. Generalidades. Normalización – *Trabajo Práctico 1.*
- Semana 2: Sistema de Ajustes y Tolerancias – *Trabajo Práctico 2 y 3.*
- Semana 3: Sistema de Unidades. Errores e Incertidumbre de medición – *Trabajo Práctico 4.*
- Semana 4: Temperatura de referencia. Patrones. – *Trabajo Práctico 5.*
- Semana 5: Medición con instrumentos básicos
- Semana 6: Medición y comprobación de longitudes. – *Trabajo Práctico 6.*
- Semana 7: **Parcial I**
- Semana 8: Medición y Comprobación de longitudes
- Semana 9: Mediciones lineales indirectas. – *Trabajo Práctico 7.*
- Semana 10: Instrumentos electrodigitales máquinas de medir. – *Trabajo Práctico 8.*
- Semana 11: Medición y comprobación de ángulos. – *Trabajo Práctico 9.*
- Semana 12: Metrología Superficial. Introducción.
- Semana 13: **Parcial II**
- Semana 14: Metrología Superficial. Rugosidad. – *Trabajo Práctico 10.*
- Semana 15: **Recuperatorios Parcial I y Parcial II/ Presentación carpeta Trabajos Prácticos**

**BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:**

<i>Título</i>	<i>Autor/s</i>	<i>Editorial</i>	<i>Año de Edición</i>	<i>Ejemplares Disponibles</i>
<i>Metrología</i>	González C.- Zeleny R.	McGraw –Hill	2009	Ninguno
<i>Metrología de taller</i>	Compain L.	Urmo	1974	2(dos)
<i>Tolerancias, Ajustes y Calibres</i>	García Mateos A.	Urmo	1969	2 (dos)
<i>Mediciones Mecánicas</i>	Figliola R – Beasley D.	Alfaomega	2013	Ninguno
<i>Sistemas de Medición e instrumentación</i>	Doebelin E.	Mc Graw-Hill	2005	Ninguno
<i>Theory and Design for Mechanical Measurements</i>	Figliola R. – Beasley D	John Wiley & Sons, Inc.	2008	Ninguno



**HORARIO DE CLASES:**

<i>DIA</i>	<i>HORARIO</i>
Martes	8 a 11 h.

**HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS:**

<i>DIA</i>	<i>HORARIO</i>	<i>LUGAR</i>
Lunes	9 a 11 h.	GAV
Lunes	11 a 13 h.	LAMET
Martes	11 a 13 h.	LAMET
Miércoles	9 a 11 h.	GAV

**REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN:**

La evaluación se hará a través de dos exámenes parciales, teórico/prácticos y escritos.

**Régimen de Promoción:**

Los requisitos para la promoción son:

- Tener el 80 % de asistencia a las clases dictadas durante el cuatrimestre.
- Tener una calificación promedio de 7 (Siete) puntos considerando los dos parciales, sin registrar instancias evaluativas con notas inferiores a 5 (cinco) puntos. El estudiante tendrá derecho a recuperar cada instancia evaluativa para mantenerse en el sistema de promoción.
- Tener la carpeta de trabajos prácticos aprobada para lo cual tendrá que tener el 100 % de los trabajos prácticos aprobados.

**Régimen de regularidad**

Los alumnos regularizaran la asignatura si cumplen con las siguientes condiciones:

- Tener el 80 % de asistencia a las clases dictadas durante el cuatrimestre
- Alcanzar una calificación mínima de 5 (cinco) puntos en cada uno de los parciales. El estudiante tendrá derecho a recuperar cada instancia evaluativa para mejorar sus aprendizajes y obtener la nota mínima que le permita alcanzar la condición de regularidad. La nota que obtenga en los recuperatorios reemplazará a la nota de los parciales recuperados.
- Tener la carpeta de trabajos prácticos aprobada, para lo cual tendrá que tener el 100 de los trabajos prácticos aprobados.

Para el caso de los exámenes finales:

- Los alumnos Regulares serán examinados en los turnos que la Facultad de Ingeniería establezca, de acuerdo al calendario académico y la reglamentación vigente. sobre tres temas teórico-prácticos del programa de la asignatura en vigencia, a criterio del tribunal examinador.
- Los alumnos Libres que se anoten para rendir en los turnos que establezca la facultad deberán de rendir una evaluación escrita teórico-práctica de cualquiera de los contenidos de la signatura; en caso de superar esta instancia será evaluado sobre tres temas del programa de la materia vigente que el tribunal examinador decida; cualquiera de las dos instancias son eliminatorias.





- c) Tanto para los alumnos Regulares como Libres la nota mínima para aprobar la materia será de cinco puntos.

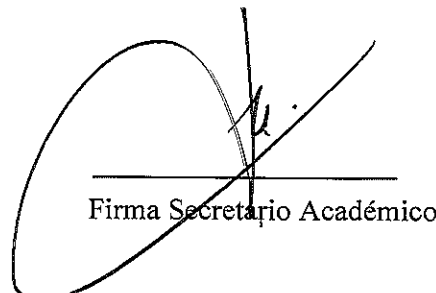
**CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:**

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Parcial 1	Teórico/Práctico	Escrito	2 semanas	2 semanas
Parcial 2	Teórico/Práctico	Escrito	1 semana	1 semana
Recuperatorio	Teórico/Práctico	Escrito	1 semana	1 semana

EXAMENES FINALES	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Teórico/ Práctico	Mixto



Firma Docente Responsable



Firma Secretario Académico