



## PROGRAMA DEL CURSO II-0806. METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN

II SEMESTRE DEL 2016

Profesor:

Ing. Javier Robles Cordero- Sede de Occidente

### GENERALIDADES DEL CURSO

GRUPO: 001

CRÉDITOS: 3

HORARIO: sábados de 8:00 a 10.50 a.m.

AULA (teoría): 309.

HORARIO LABORATORIO: sábados de 11:00 a 12:50 p.m. Laboratorio de Metrología. SIA.

HORARIO DE CONSULTA: sábados de 11:00 am a 1:00 p.m.

REQUISITOS: II-0602. Diseño de experimentos.

### DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso Metrología y Normalización es un curso del octavo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, de gran impacto en la formación de los futuros ingenieros, considerando que, en el mundo globalizado actual, las mediciones están presentes en todos los campos de la ciencia y la técnica. El curso está diseñado para que los futuros ingenieros comprendan el papel de la Metrología en su interrelación con las diferentes actividades del Sistema Nacional para la Calidad, de manera que puedan tomar decisiones gerenciales bajo incertidumbre controlada, y que estas se transformen en soluciones normalizadas, especialmente a nivel empresarial.

Este curso forma parte del área de conocimiento Calidad, y está relacionado a su vez con los temas de las otras áreas de conocimiento del programa de estudios, como lo son: Probabilidad y Estadística, Ingeniería de Calidad I y II, Gestión de Calidad y Diseño de Experimentos.

Para el correcto aprendizaje de los conocimientos y habilidades esperados al finalizar este curso, se requiere que el estudiante posea de previo, conocimientos relacionados con las normas de gestión, específicamente con los requisitos de seguimiento y medición de procesos, así como las herramientas de la teoría de las probabilidades y de la estadística matemática, que aplicados consecuentemente a los modelos matemáticos que describen los procesos de interés para el ingeniero, les permita evaluar su incertidumbre.





## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de aplicar la metrología en las empresas, como herramienta para generar información que permita tomar decisiones en un ambiente normalizado, de incertidumbre y trazabilidad al SI conocidas.

### Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Reconocer la interrelación de la Metrología con las actividades propias de la normalización, los ensayos y la gestión de la calidad, en el ámbito del Sistema Nacional para la Calidad.
2. Identificar los parámetros que definen los procesos productivos analizados en sus correspondientes modelos matemáticos, así como las principales fuentes de incertidumbres de sus mediciones.
3. Cuantificar la incertidumbre de las mediciones a partir de la elaboración de su presupuesto, utilizando herramientas propias de la teoría de las probabilidades y la estadística matemática.
4. Utilizar la incertidumbre expandida con fines inferenciales, aplicando indicadores de la consistencia metrológica de las mediciones del proceso analizado.
5. Gestionar la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades, realizando calibraciones de instrumentos de medición e interpretando sus resultados.
6. Diagnosticar problemas en empresas, especialmente de carácter metrológico, y proponer soluciones normalizadas, identificando los niveles de normalización internacional, regional y/o nacional que apliquen.
7. Comprender el proceso de elaboración de normas técnicas según las políticas del ente nacional de normalización, y su relación con los reglamentos técnicos.

## ATRIBUTOS DEL PERFIL DEL GRADUADO

Como parte del curso Metrología y Normalización, se aporta en la formación de tres de los atributos del perfil del graduado.

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Seleccionar las herramientas y metodologías matemáticas y estadísticas que permitan resolver problemas (C1-1 - Base de conocimientos para la ingeniería).
- Considerar los aspectos de protección del público y el interés público en la toma de decisiones y el planteamiento de recomendaciones y en la obtención de los resultados (P-1 / OR-2 - Profesionalismo y Orientación a los resultados).





## ACTIVIDADES

**Semana 1:** 13 de agosto del 2016.

- Introducción al curso.
- La interrelación entre la Metrología, la Normalización y la gestión de la calidad. El Sistema Nacional para la Calidad

Presentación y análisis del programa del curso (carta al estudiante)

**Semana 2:** 20 de agosto del 2016.

- Conceptos y definiciones básicas de Metrología (VIM).
- El Sistema Internacional de Unidades (SI).

Definición de los integrantes de los Grupos de Trabajo.

**Semana 3:** 27 de agosto del 2016.

- Introducción al cálculo de la incertidumbre de la medición según GUM.

**Semana 4:** 03 de setiembre del 2016.

- Cálculo de la incertidumbre de la medición según GUM (continuación).

Práctica de Laboratorio I. Ejercicios teóricos de aplicación de la GUM en el aula de teoría.

**Semana 5:** 10 de setiembre del 2016.

- Longitud: instrumentos de medición y procedimientos de calibración.

**Semana 6:** 17 de setiembre del 2016.

- Masa: Instrumentos de medición y procedimientos de calibración.

Práctica de Laboratorio II. Longitud.

**Semana 7:** 24 de setiembre del 2016.

- Temperatura: instrumentos de medición y procedimientos de calibración.

Práctica de Laboratorio III. Instrumentos de pesaje no automáticos.

**Semana 8:** 01 de octubre del 2016.

- Volumen: instrumentos de medición y procedimientos de calibración.

Práctica de Laboratorio IV. Temperatura.

**Semana 9:** 08 de octubre del 2016.

- Introducción a la normalización. Aspectos generales.
- Normalización internacional, regional, nacional y empresarial.

Práctica de Laboratorio V. Volumen.

**Semana 10:** sábado 15 de octubre del 2016.

- I Examen Colegiado: Metrología.

Horario: de 10:00 h hasta 12:50 h.  
Lugar: Sede de Occidente. UCR.

**Semana 11:** 22 de octubre del 2016.

- Normalización y Calidad:
  - ✓ Sistemas de gestión de la calidad - requisitos: ISO 9001.
  - ✓ Requisitos generales para evaluar la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración: ISO/IEC 17025.

Laboratorio de Normalización I.





## ACTIVIDADES (continuación)

**Semana 12:** 29 de octubre del 2016.

- Sistema de gestión de las mediciones: ISO 10012. Laboratorio de Normalización II.

**Semana 13:** 05 de noviembre del 2016.

- Normalización y legislación. Entrega del Informe de Trabajo. Laboratorios de Normalización I y II.

**Semana 14:** 12 de noviembre del 2016.

- Normalización empresarial.

**Semana 15:** sábado 19 de noviembre del 2016.

- II Examen Colegiado: Normalización. Horario: de 10:00 h hasta 12:50 h. Lugar: Sede de Occidente. UCR.

**Semana 16:** 26 de noviembre del 2016.

- Presentación del Proyecto de curso (horario y aula de teoría). Entrega digital del Proyecto de curso (lunes 21 de noviembre del 2016 antes de 08:00 h).

**Semana 17:** 01 de noviembre del 2016.

- Entrega de resultados a los Estudiantes. Publicación de los resultados en la carpeta Dropbox.

**Semana 18:** sábado 10 de diciembre del 2016.

- Examen de ampliación. Horario: de 10:00 h hasta 12:50 h. Lugar: Sede de Occidente. UCR.

**Semana 19:** 16 de diciembre del 2016.

- Entrega de resultados finales del curso a Secretaría. Envío de notas y firma de actas.

## PROFESOR

**Nombre:** Lic. Javier Robles Cordero

**Teléfono:** 8323-1008

**Correo electrónico:** javiroblesco@gmail.com

Licenciado en Química Industrial de la Universidad Nacional en el 2013.

Se desempeñó como Gestor del Centro de Investigación en Corrosión (CICorr) del ICE desde el 2008. Además es auditor interno de Laboratorios de ensayo y calibración del ICE, desde el 2010. Ha coordinado y participado en procesos de implementación de Sistema de Gestión de Calidad (SGC), participado como Auditora Líder para procesos de auditoria bajo la norma INTE-ISO 9001 y como Auditora Interna bajo la norma INTE-ISO/IEC 17025.

Desde el 2013 se desempeña como miembro del comité asesor de laboratorios del Ente Costarricense de Acreditación como representante del sector publico y desde el 2014 forma parte del cuerpo de evaluadores del ECA en las normas INTE-ISO/IEC 17025 e INTE-ISO/IEC 17020





## METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

- Exposición en clase de los diferentes temas. Se asignarán desde el principio del curso los temas que serán presentados y discutidos por el profesor y los estudiantes en cada una de las sesiones. Los temas del curso serán complementados con la bibliografía referida, proveniente de fuentes reconocidas por su autoridad científica o técnica.
- Exámenes cortos ("quizes"). Se realizarán durante las sesiones y están anunciados desde el primer día de clase.
- Laboratorios de Metrología. El curso tendrá cinco prácticas de laboratorio, relacionados con los procedimientos de calibración de los instrumentos de medición considerados en clases.
- Laboratorios de Normalización. El curso tendrá dos asignaciones prácticas relacionadas con el diagnóstico de actividades metrológicas en empresas y las consecuentes propuestas de soluciones normalizadas.
- Proyecto de curso. Su tema podrá estar relacionado con:
  - ✓ La solución normalizada de las desviaciones de los requisitos metrológicos detectadas en los diagnósticos realizados en las empresas.
  - ✓ La elaboración de un anteproyecto de norma con colaboración y asesoría del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).
- Exámenes: Se realizarán dos exámenes acumulativos, con énfasis en el material no evaluado. El primero está relacionado con la Metrología, y el segundo con la Normalización.

## EVALUACIÓN

Examen I	30 %
Examen II	20 %
Quizes	5 %
Laboratorios de Metrología	15 %
Laboratorios de Normalización	10 %
Proyecto	20 %
<hr/>	
	100 %

## OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

### Generalidades.

- Los Estudiantes son responsables por su registro oportuno en las Listas de Asistencia a las diferentes actividades del curso.
- Cada Grupo de Trabajo estará conformado como máximo por cinco estudiantes, de los cuales uno se desempeñará como su Coordinador ante el Profesor.





- El Coordinador del Grupo de Trabajo tendrá las siguientes funciones:
  - ✓ Brindar su correo electrónico oficial, para asegurar el intercambio de información con el Profesor, incluyendo el envío de los Informes de Trabajo considerados en el presente curso.
  - ✓ Asegurar la entrega puntual y completa de los Informes de Laboratorio y del Proyecto de curso.
  - ✓ Verificar que el Profesor recibió la documentación digital y la puede leer.
  - ✓ Conservar una copia de los trabajos enviados, de manera que pueda demostrar su envío oportuno ante un reclamo del Profesor.
- Los Informes de Trabajo de los Laboratorios de Metrología y Normalización, así como del Proyecto de curso, se entregarán en formato digital al correo electrónico del Profesor en la fecha y hora establecidas: de no recibirse la documentación digital o no poder abrirse los archivos, se considerará como trabajo no entregado.
- Son causas de pérdida del curso, con las consecuencias que establece la Universidad de Costa Rica:
  - ✓ La inasistencia a uno de los cinco Laboratorios de Metrología programados.
  - ✓ La no entrega completa de los Informes de Trabajo de los Laboratorios de Metrología y Normalización y del Proyecto de curso, según el cronograma establecido en el presente documento.
  - ✓ Cuando el Estudiante o Grupo de Trabajo incurra en alguna falta grave como: copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación o actuación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, perderá automáticamente el curso.
- Para evitar problemas por plagio, los estudiantes deben consultar al Profesor en clases antes y durante la realización de los trabajos, complementando su información en los siguientes links:
  - ✓ ¿Por qué ocurre el plagio en las Universidades y cómo evitarlo? Recuperado el 2016-07-05 de:  
<http://prof.usb.ve/eklein/plagio/>
  - ✓ El plagio: qué es y como se evita. Recuperado el 2016-07-05 de:  
<http://eduteka.icesi.edu.co/modulos/1/164/125/1>
  - ✓ El plagio: qué es, cómo se reconoce y cómo se evita. Recuperado el 2016-07-05 de:  
<http://eduteka.icesi.edu.co/modulos/1/164/125/1>
  - ✓ Plagio: Qué es y cómo evitar caer en la trampa. Recuperado el 2016-07-05 de:  
<http://openjournal.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/405/385>
- Las citas y referencias bibliográficas en los Informes de Trabajo del presente curso se realizarán según los requisitos del estilo Vancouver.
- Todos los trabajos deben incluir el nombre completo del(los) autor(es) del mismo, de forma explícita y clara, así como la fecha de entrega.
- Cada uno de los participantes es responsable de verificar que su nombre esté en los Informes de Trabajo, porque no se aceptarán reclamos a Estudiantes que no aparezcan referidos.





- El Profesor recibe los trabajos según el cronograma de entrega establecido, considerando que:
  - ✓ El límite de entrega de los documentos puede variar si así lo dispone el Profesor.
  - ✓ La aceptación de los Informes de trabajo fuera del límite de entrega quedan a criterio del Profesor.
  - ✓ El Profesor no tiene la obligación de solicitar la entrega de los trabajos; estos deben ser entregados por los Estudiantes según el cronograma de entrega establecido.
- En los trabajos grupales, el Profesor tiene la potestad de escoger al Estudiante(s) que va(n) a explicar o exponer una parte o la totalidad del trabajo. El desempeño de lo(s) Estudiante(s) en la exposición afecta directamente la nota grupal, hasta en un 75% del total del valor del trabajo.
- Las presentaciones de los trabajos deben realizarse en un ambiente respetuoso, de atención al expositor, y no se tolerarán acciones como interrumpir, silbar o chatear, entre otros. Estas acciones serán consideradas como actos de falta de respeto, y podrán ser sancionados con puntos en su trabajo, hasta por un valor de un 50%.

### **Exámenes cortos ("quizes").**

- Los exámenes cortos ("quizes") se realizan sin aviso previo, cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (Artículo 15), cubriendo la materia de forma acumulativa, incluyendo la contenida en las referencias bibliográficas.

### **Laboratorios de Metrología.**

- El curso tendrá cinco prácticas de laboratorio, enfocadas a la evaluación de la incertidumbre y la interpretación de los resultados obtenidos.
- Una vez concluida la parte práctica del Laboratorio, el Coordinador de cada Grupo de Trabajo presentará el Informe de Laboratorio, que consta de las siguientes partes:
  - a) Informe de Trabajo, elaborado en un editor de texto, que describe detalladamente las actividades realizadas, así como las conclusiones y recomendaciones del Grupo de Trabajo.
  - b) Anexos del Informe de Trabajo, que incluye:
    - Anexo 1. Registro de la calibración.
    - Anexo 2. Presupuesto de incertidumbre de la calibración.
    - Anexo 3. Reporte de verificación del desempeño metrológico del instrumento de medición calibrado.
- Para el cálculo de los parámetros metrológicos y las estadísticas de las mediciones podrá utilizarse una hoja electrónica, sin embargo, los resultados tabulados o gráficos serán insertados en el Informe de Trabajo en forma de objetos, imposibles de modificar.
- El formato normalizado del Informe de Trabajo, incluyendo sus anexos, están disponibles en la correspondiente carpeta Dropbox.
- El Coordinador de cada Grupo de Trabajo entregará el Informe de Laboratorio en formato digital al correo electrónico del Profesor, 48 h después de terminada la parte práctica del Laboratorio; posterior a esa fecha y hora no se aceptarán los Informes de Laboratorio a menos que sea por causa justificada.





### Laboratorios de Normalización.

- El curso tendrá dos Laboratorios de Normalización, el primero dirigido al diagnóstico del estado metrológico de las empresas, y el segundo, enfocado a la normalización de las correspondientes propuestas de soluciones.
- El Coordinador de cada Grupo de Trabajo presentará formalmente la empresa dónde realizará el diagnóstico metrológico y propuesta de solución, a más tardar en la semana 9 del curso, mediante el envío de un correo electrónico al e-mail del Profesor.
- Los formatos del Informe de Trabajo de los Laboratorios de Normalización están disponibles en la correspondiente carpeta Dropbox.
- El Coordinador de cada Grupo de Trabajo entregará los Informes de Laboratorio I y II en formato digital al correo electrónico del Profesor, el miércoles 2 de noviembre antes de las 14:00 h; posterior a esa fecha y hora no se aceptarán los Informes de Trabajo a menos que sea por causa justificada.

### Proyecto de curso.

- El Proyecto de curso consiste en una de las siguientes opciones:
  - ✓ Presentar la implementación de una solución normalizada de las desviaciones de los requisitos metrológicos detectadas en los diagnósticos realizados en las empresas.
  - ✓ La elaboración de un anteproyecto de norma con colaboración y asesoría del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).
- Las opciones serán asignadas a los Grupos de Trabajo a discreción del Profesor, considerando los criterios expuestos por los Estudiantes a través del Coordinador de su Grupo de Trabajo.
- En el primer caso, la solución normalizada incluirá un documento redactado en el formato establecido por los correspondientes requisitos del sistema de gestión de la calidad de la empresa diagnosticada.
- En el segundo caso, se presentará un anteproyecto de norma técnica, relacionado con una actividad de interés para el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), según los requisitos documentales establecidos en la norma INTE 00-00-00-07. Guía para la preparación y presentación de normas, e incluirá el registro de conformación del Comité Técnico de Normalización (formulario INTECO REG-DN-16).
- En ambos casos, se presentará un Informe de Trabajo, donde se describen las actividades realizadas por el Grupo de Trabajo en el desarrollo del Proyecto. El Informe de Trabajo será elaborado en un editor de texto, y su formato está disponible en la correspondiente carpeta Dropbox.
- El Informe de Trabajo del Proyecto incluirá al menos los siguientes anexos:
  - Anexo 1. Bitácoras de trabajo, que registrarán las actividades e incidencias encontradas durante la ejecución del Proyecto.
  - Anexo 2. El documento normalizado resultante.
  - Anexo 3. Registro de conformación del Comité Técnico de Normalización (válido para el segundo caso).
  - Anexo 4. Presentación de la solución normalizada.
  - Anexo 5. Registro de la "Evaluación de la contraparte".
- El Coordinador de cada Grupo de Trabajo entregará el Proyecto de curso en formato digital al correo electrónico del Profesor, a más tardar el lunes 21 de noviembre del 2016 antes de las 08:00 h; posterior a esa fecha y hora no se aceptarán los Proyectos de curso a menos que sea por causa justificada.







- La presentación del Proyecto de curso por el Grupo de Trabajo se realizará el miércoles 23 de noviembre del 2016, en el horario y aula de teoría, y consta de dos partes:
  - ✓ Primera parte: juego de roles, donde cada uno de los miembros del Grupo de Trabajo representará los intereses de las partes interesadas, en la generación de la solución normalizada.
  - ✓ Segunda parte: exposición de la solución normalizada en un programa de presentación.
- En la presentación del Proyecto de curso pueden asistir los representantes de las empresas beneficiadas con los resultados normalizados.

## BIBLIOGRAFÍA

### Referencia principal de consulta.

EURAMET. Metrología - Abreviada. Segunda edición. 2008. Recuperado el 2015-08-04 de:

<http://www.cem.es/sites/default/files/metrologia20abreviada.pdf>

JCGM 200:2012. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM). 3rd edition. 2008 version with minor corrections. Recuperado el 2015-08-04 de:

<http://www.bipm.org/en/publications/guides/>

BIPM. The International System of Units (SI). 8th edition 2006. Recuperado el 2015-08-04 de:

<http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>

JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement. GUM 1995 with minor corrections. First edition. September 2008. Recuperado el 2015-08-04 de:

<http://www.bipm.org/en/publications/guides/>

### Referencias adicionales de consulta.

INTE/ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.

INTE/ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos.

INTE/ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso.

INTE/ISO 22000:2005. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos - Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.

INTE-ISO/IEC 17025:2005. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

INTE/ISO 10012:2003. Sistemas de gestión de las mediciones. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.

Marbán, Rocío M.; Pellecer, J. A. Metrología para no-metrólogos. Segunda edición. 2002. SIM. OEA. Recuperado el 4 de agosto del 2015 de:

<http://www.sim-metrologia.org.br/spanol/publicaciones.php>

