



## **PROGRAMA DEL CURSO** **II-1117 Diseño de experimentos avanzado y fiabilidad**

### **II SEMESTRE DEL 2018**

Profesores:

**Inga. Patricia Ramírez Barrantes**  
**Ing. Carlos Villalobos Araya**

#### **GENERALIDADES DEL CURSO**

Grupo: 01  
Créditos: 03  
Horario: jueves, de 16:00h a 20:50h  
Aula: 501

Horario de Consulta: lunes de 18:00h a 20:00h (ver procedimiento adelante)  
Requisitos: II-0602 Diseño Experimental  
Correquisitos: N/A

#### **DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

Introduce al estudiante en la aplicación de métodos experimentales robustos y de optimización como instrumentos en la solución de problemas complejos de ingeniería.

**Requisitos:** Los estudiantes tienen libertad de utilizar diferentes métodos de cálculo en el análisis de resultados, ya sean vistos en clase o no. En todo caso, deberán entender la base conceptual y procedimental de la aplicación, siendo que de requerirlo, deberán proceder al estudio individual de tales consideraciones.

#### **OBJETIVOS**

##### **Objetivo General**

Reconocer diferencias conceptuales y procedimentales de modelos de experimentación robustos y de optimización, para incorporar las nuevas herramientas en aplicaciones que faciliten la creación de soluciones de perfeccionamiento e innovación en el diseño y mejora de productos y procesos.

##### **Objetivos Específicos**

- Formular, ejecutar y ajustar un programa de experimentación, como aplica en la práctica usual de la ingeniería.
- Reconocer técnicas no paramétrica, con el fin de ofrecer una alternativa en ocasiones no normales.
- Reconocer técnicas alternativas de análisis de varianza en situaciones experimentales con datos no balanceados para el mejor ajuste del modelo.





- Ejecutar experimentos robustos y de optimización para valorar el logro de los objetivos que dieron lugar al ensayo.

## ACTIVIDADES

<b>Semana 1: 13 al 17 de agosto, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación del programa, metodología y cursos de acción generales.</li> <li>• Aplicaciones, ventajas y desventajas del diseño de experimentos para la optimización de mezclas y el diseño robusto de productos y procesos según los enfoques de Taguchi.</li> <li>• Conformación de equipos de trabajo.</li> </ul>	<i>Análisis de minicaso: identificación de tipo de experimento aplicable.</i>
<b>Semana 2: 20 al 24 de agosto, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al diseño robusto Taguchi</li> <li>• Filosofía Taguchi</li> <li>• El concepto de robustez</li> <li>• Factores de control, ruido y de señal</li> <li>• Arreglos ortogonales</li> <li>• Introducción al diseño robusto Taguchi</li> <li>• Diseño con arreglo interno y externo</li> <li>• Razón señal/ruido</li> </ul>	Análisis de minicaso
<b>Semana 3: 27 al 31 de agosto, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a diseños anidados</li> <li>• Introducción a parcelas divididas</li> </ul>	Análisis de minicaso
<b>Semana 4: 03 al 07 de setiembre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al diseño con mezclas</li> <li>• Ajuste del modelo y caracterización de la superficie de respuesta</li> <li>• Planeación del programa de experimentación</li> </ul>	Análisis de minicaso
<b>Semana 5: 10 al 14 de setiembre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución experimento No. 1, exploratorio de variables de operación <b>(Jerárquico +Taguchi o factorial fraccionado)</b></li> </ul>	
<b>Semana 6: 17 al 21 de setiembre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición oral experimento No. 1</li> <li>• Ajuste al programa de experimentación.</li> </ul>	<b>Entrega para evaluación del informe escrito del experimento exploratorio de variables de operación.</b>





<b>Semana 7: 24 al 28 de setiembre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecución del ejemplo práctico No.2, primera serie de mezclas.</li> </ul>	
<b>Semana 8: 01 al 05 de octubre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición oral experimento No. 2, primera serie de mezclas</li> <li>Ajuste al programa de experimentación</li> </ul>	
<b>Semana 9: 08 al 12 de octubre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecución del ejemplo práctico No. 3, optimización de mezcla.</li> </ul>	
<b>Semana 10: 15 al 19 de octubre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición oral experimento No. 3.</li> </ul>	
<b>Semana 11: 22 al 26 de octubre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecución del ejemplo práctico No. 4, producto robusto. (<b>Taguchi</b>)</li> </ul>	
<b>Semana 12: 29 de octubre al 02 de noviembre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseños Plackett Burman</li> </ul>	Análisis de minicaso
<b>Semana 13: 05 al 09 de noviembre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseños de Composición Central</li> </ul>	Análisis de minicaso <b>Entrega informe de experimentación</b>
<b>Semana 14: 12 al 16 de noviembre, 2018</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estadística no paramétrica y sus aplicaciones en el diseño experimental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Los estudiantes deben repasar previamente y de manera extraclase los conceptos relacionados con Prueba del signo; Prueba de rango con signo y Kruskal-Wallis-</i></li> </ul>
<b>Semana 15: 19 al 23 de noviembre, 2018</b>	
Errores comunes en diseño experimental <ul style="list-style-type: none"> <li>De análisis de datos</li> <li>De las inferencias</li> <li>Experimentos no balanceados</li> </ul>	<b>Análisis de caso</b>
<b>Semana 16: 26 al 30 de noviembre, 2018</b>	
Exposición oral <b>resultados finales</b> del programa de experimentación	

**Examen de ampliación el martes 11 de diciembre de 2018, 10 a.m. a 1 p.m. Considera toda la materia del curso.**





## PROFESOR

### Ing. Carlos Villalobos Araya

*B.S. Ingeniería Industrial. Universidad De Costa Rica.*

*Lic. Banca Y Finanzas. Universidad Estatal A Distancia.*

*M.Sc. Ingeniería Industrial (in fieri). Universidad De Costa Rica.*

*CQE por ASQ (Cert. No. 57144).*

*CSSBB por ASQ (Cert. No. 15941).*

*CCT por ASQ (Cert. No. 1737).*

Teléfonos: 8708-8304

Correo electrónico: [carlos.avillalobos.araya@gmail.com](mailto:carlos.avillalobos.araya@gmail.com)

### Perfil profesional y académico del profesor

Experiencia en los cursos de Probabilidad y Estadística, Ingeniería de Calidad I, Ingeniería de Calidad II, Diseño Experimental y Diseño Experimental Avanzado de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica. Ha colaborado con los programas de extensión docente de la Sede de Occidente de la Escuela: Técnico en Producción y Técnico en Calidad. Diferentes roles en proyectos de graduación (Director, Lector, Asesor Técnico), más de 10 años de experiencia como docente universitario.

Actualmente se desempeña como *Senior Quality Engineer* para la organización Resonetics.

Cuenta con experiencia en procesos, equipos y calidad en la industria electrónica (componentes plásticos – moldeo por inyección) y en manufactura de dispositivos médicos. Desempeño y experiencia en gestión como Supervisor e Ingeniero de Calidad coordinando sostenimiento, mejora continua, desarrollo de producto / equipos y actividades de introducción de nuevos productos / tecnologías. Como parte de sus roles ha tabajado en arranques de industria en Costa Rica y actividades de transferencia de tecnología trabajando en asignaciones de corto y largo plazo en Chicago, Minnesota y New Hampshire (USA).

Cuenta con la certificación de Lean Manufacturing Level II, desarrollo de proyectos de mejora continua, proyectos Green Belt – Black Belt; dirección de eventos Kaisen. Amplio uso de las herramientas Seis Sigma. Certificado como CQE (Certified Quality Engineer - Cert No. 57144), CSSBB (Certified Six Sigma Black Belt – Cert No. 15941) y CCT (Certified Calibration Technician – Cert. No. 1737) por la ASQ (American Society For Quality).

### Asistente:

Por definir.

## METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

Para el logro de los objetivos se requiere de la participación presencial de los estudiantes, con actitud de autonomía (independencia, iniciativa, capacidad de actuar por sí mismo); responsabilidad y compromiso personal, trabajo en equipo y orientación al conocimiento, entendida como la intención y actuación orientada hacia el *saber* y no solamente al *aprobar* el curso.

Por ello se espera que los aprendices se desenvuelvan como sujetos activos en la creación de experiencias en la investigación empírica con trabajos dirigidos por los profesores, los cuales se realizarán en las clases ordinarias, y otro elegido y desarrollado por ellos mismos.

Se desarrollarán:

*Exposiciones magistrales.*

*Discusión de casos teóricos y prácticos.*





## Tareas

*Informes de documentación y presentación de resultados.*

## EVALUACIÓN

Experimentos: i) Informe exploratorio variables de operación: 25%, (distribuidos de la siguiente manera: 15% informe escrito y 10% exposición oral); ii) informe del programa de experimentación (que reúne **resultados finales** de selección de variables de operación, mezclas, optimización y robustez)=75% (distribuidos de la siguiente manera: 45% informe escrito y 30% de las exposiciones orales -10% cada una-),

En las exposiciones escrita y oral, actividades que se desarrollan a lo largo de toda la formación del estudiante de ingeniería industrial, se valoran además habilidades de comunicar con claridad y precisión: técnicas, resultados y circunstancias de interés en el logro de los objetivos objeto de experimentación.

## OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

### Reposición de evaluaciones

Solamente se permitirá reposición por fuerza mayor o caso fortuito, conforme el procedimiento establecido por la Universidad de Costa Rica.

Los experimentos desarrollados en clase no son sujeto de reposición, pues es materialmente imposible repetir la experiencia. De aplicar, se asigna la planeación, ejecución y análisis de un experimento a realizar de manera extraclase. Se entrega un informe final que cumpla con las características de los experimentos realizados en clase y la exposición oral que debe incluir además un video (de 6 a 8 minutos de duración) que demuestre todas las acciones de la ejecución.

### Disposición de materiales

Esta asignatura ha sido inscrita en el campus virtual, donde los estudiantes disponen de una copia del programa del curso, el enunciado de tareas y parte del material de apoyo que se facilita periódicamente.

**Código de acceso:** II 1117

### Atención de consultas

Con el propósito de ofrecer un servicio equitativo y accesible a todos los estudiantes, los interesados en ser atendidos por los profesores, de manera **presencial**, deberán solicitarlo, con al menos 3 días de anticipación. Para llevar un registro de estas peticiones, los escritos deben enviarse mediante el campus virtual de este curso, indicando el objetivo de la consulta y el tiempo estimado para lograrlo. Se asegura el respeto al orden de ingreso de las peticiones, y se atenderán tantas como el tiempo disponible y la demanda lo permita. El sitio de atención que defina la Escuela de Ingeniería Industrial.

En caso de consultas a distancia, en atención a las estipulaciones de la Universidad, solamente se considerarán las que se presenten mediante el campus virtual; en lo posible, en los siguientes 2 días hábiles contados a partir de su recepción.

Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta tal como, copia, plagio, ayudas no permitidas a otros, utilización de material no autorizado, comunicación o actuación ilícita en cualquiera de las entregas, **perderá**





**automáticamente el curso con nota 5.0 y será sujeto del debido proceso ante las instancias respectivas.**

Si se usa material textual dentro del documento, este debe ser claramente identificado y referenciado.

- Para mayor detalle ver la sección "[Información de Referencia Importante sobre Plagios](#)"

### **INFORMACIÓN DE REFERENCIA IMPORTANTE SOBRE PLAGIOS**

Se presentan una serie de vínculos que importantes que los estudiantes analicen para evitar problemas por plagio. [puede consultar al profesor(a) en clases antes y durante la realización de los trabajos]

- [¿Por qué ocurre el plagio en las Universidades y cómo evitarlo?](http://prof.usb.ve/eklein/plagio/)  
http://prof.usb.ve/eklein/plagio/
- [El Plagio: Qué es y Como se evita](http://www.eduteka.org/PlagioIndiana.php3) http://www.eduteka.org/PlagioIndiana.php3
- [¿Cómo evitar el plagio?](http://librisql.us.es/ximdex/guias/plagio/La%20Biblioteca%20de%20la%20Universidad%20de%20Sevilla_05.htm)  
http://librisql.us.es/ximdex/guias/plagio/La%20Biblioteca%20de%20la%20Universidad%20de%20Sevilla\_05.htm
- [Plagio: Qué es y cómo evitar caer en la trampa](#)
- [Formato APA](http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf) ([http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas\\_APA.pdf](http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf))

## **BIBLIOGRAFÍA**

Libro de texto

Gutiérrez H y De la Vara R. Análisis y diseño de experimentos. Tercera edición. McGraw Hill, 2012

Bibliografía recomendada

Montgomery Douglas. Diseño y análisis de experimentos, segunda edición. Lumusa.

