

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

### II SEMESTRE DEL 2015

Profesor

**Inga. Patricia Ramírez Barrantes (Sede Interuniversitaria de Alajuela)**  
**Ing. Carlos Villalobos (Sede Occidente)**

#### GENERALIDADES DEL CURSO

GRUPO: 01  
CRÉDITOS: 03  
HORARIO: Martes, de 1800h a las 2150h.  
AULA: 309

HORARIO DE CONSULTA: Martes, de las 1700h a la 1750h (ver procedimiento adelante)  
REQUISITOS: II-0602 Diseño de experimentos  
CORREQUISITOS:

#### 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.

##### **Competencias específicas.**

A continuación las cinco competencias<sup>1</sup> específicas que se procura desarrollar, sin que se entienda que son las únicas que interesan y potencializan<sup>2</sup>.

**Innovación:** Los estudiantes, ante situaciones similares, deberán observar condicionantes de la experimentación que inciden en los resultados e idear formas nuevas de actuar.

**Aprendizaje continuo:** Los estudiantes deben realizar múltiples esfuerzos para adquirir nuevas habilidades y conocimientos mediante la búsqueda de información, técnicas, y desarrollo de recursos para efectuar experimentos en condiciones empresariales no siempre amigables con el proceso.

<sup>1</sup> Las "competencias" se han definido de diversas maneras y en múltiples agregaciones. Es común describirlas como "la combinación de conocimientos, capacidades y comportamientos que se pueden utilizar e implementar directamente en un contexto de desempeño" (Le Boterf, Cómo gestionar la calidad de la formación, 1993).

<sup>2</sup> Adaptado de Martha Alles, Dirección estratégica de recursos humanos, Gestión por competencias: El Diccionario; Editorial Granica, 2002 Buenos Aires. Argentina.

**Pensamiento conceptual:** Es la capacidad de comprender una situación o problema uniendo sus partes, viendo el todo, realizando conexiones entre situaciones que no están obviamente relacionadas e identificando los temas que subyacen en una situación compleja.

**Flexibilidad:** Capacidad para ajustarse a condiciones de entorno imprecisas y variantes, que requieren adaptar el enfoque propio y promover cambios en el equipo de trabajo que pueden afectar la organización y responsabilidades de los participantes.

**Temple:** Serenidad y dominio en todas las circunstancias adversas y llevar al equipo al logro de objetivos.

## 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

- Utilizar modelos de regresión para propósitos de estimación.
- 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

### Semana 1: 10 al 15 de Agosto, 2015.

Presentación del programa, metodología y cursos de acción generales.

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.

Conformación de equipos de trabajo.

*Análisis de minicaso: identificación de tipo de experimento aplicable.*

### Semana 2: 17 al 21 de Agosto, 2015.

Introducción a diseños anidados.

Introducción a parcelas divididas.

Análisis de minicaso.

**Asignación de tarea**

### Semana 3: 24 al 28 de Agosto, 2015.

Regresiones.

Regresión lineal simple y correlación.

Introducción a transformaciones no normales.

Regresión no lineal y múltiple.

*Los estudiantes deben repasar previamente y de manera extraclase los conceptos relacionados con regresión lineal*



**Semana 4: 31 de Agosto al 4 de Setiembre, 2015.**

Regresión lineal simple y correlación.  
Introducción a transformaciones no normales.  
Regresión no lineal y múltiple.  
Experimentos no balanceados.  
Cálculo del número de réplicas.  
*Análisis de minicaso*

**Semana 5: 7 al 12 de Setiembre, 2015.**

Introducción al diseño con mezclas  
Ajuste del modelo y caracterización de la superficie de respuesta

**SEMANA 6: 14 al 18 de setiembre de 2015**

Planeación del programa de experimentación de mezclas

**SEMANA 7: 21 al 25 de setiembre de 2015**

Ejecución del ejemplo práctico No.1

***Entrega informe experimento 1***

**SEMANA 8: 28 de setiembre al 3 de octubre de 2015**

Exposición oral experimento No. 1  
Ajuste al programa de experimentación de mezclas

**SEMANA 9: 5 al 10 de octubre de 2015**

Ejecución del ejemplo práctico No.2

**SEMANA 10: 12 al 17 de octubre de 2015**

Introducción al diseño robusto Taguchi  
Filosofía Taguchi  
El concepto de robustez  
Factores de control, ruido y de señal

***Entrega informe experimento 2***

**SEMANA 11: 19 al 23 de octubre de 2015**

Arreglos ortogonales Introducción al diseño robusto Taguchi  
Diseño con arreglo interno y externo  
Razón señal/ruido  
Ajuste a la planeación del programa de mezclas, experimento robusto

**SEMANA 12: 26 al 30 de octubre de 2015**

*Ejecución experimento de robusto*

**SEMANA 13: 2 al 7 de noviembre de 2015**

Estadística no paramétrica  
Intervalos de confianza

*Los estudiantes deben repasar previamente y de manera extraclase los conceptos relacionados con Prueba del signo; Prueba de rango con signo y Kruskal-Wallis-)*

***Entrega informe experimento 3***

**SEMANA 14: 9 al 14 de noviembre de 2015**



Errores comunes en diseño experimental  
De análisis de datos  
De las inferencias  
*Análisis de casos*

**Entrega de tarea**

**SEMANA 15: 16 al 21 de noviembre de 2015**

Exposición resultados del programa de experimentación

**SEMANA 16: 23 al 28 de noviembre de 2015**

Exposición de resultados de la tarea

**Examen de ampliación el martes 8 de diciembre de 2015, de 10 a.m. a 1 p.m. Considera toda la materia del curso**

## PROFESOR(A)

**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).*

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

Experiencia en los cursos: Probabilidad y Estadística, Ingeniería de Calidad I, Ingeniería de Calidad II y Diseño Experimental para 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 Comité Asesor, Lector, Asesor Técnico).

Actualmente se desempeña como Quality Transfer Engineer Sr. para la organización Saint Jude Medical.

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 y Minnesota (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, herramientas de análisis estadístico avanzado. 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 1,2 y 3: 25% cada uno, para un total de 75% (distribuidos de la siguiente manera: 20% informe y 5% exposición oral)

Tarea: 25% (distribuidos de la siguiente manera: 20% informe y 5% exposición oral)

Los estudiantes deberán exhibir todas las competencias específicas desglosadas en el apartado correspondiente, al planear, ejecutar y valorar resultados de los experimentos que se realizan en empresa y en la tarea; labores que se realizan en equipo.

En el análisis de minicasos (actividad grupal), y en el examen final, de ejecución individual, se enfatiza en la comprensión cognitiva, donde se valoran, entre otras, el pensamiento conceptual.

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 asignará la planeación, ejecución y análisis de un experimento a realizar de manera extraclase. Se entregará 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 facilitará 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 permitan. 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/>
- [El Plagio: Qué es y Como se evita](#) <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))

## 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

