

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

## COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

### COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA

#### PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

- Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
- Programa Educativo:** Ingeniero Industrial
- Plan de Estudios:** 2019-2
- Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Diseño de Experimentos
- Clave:** 34911
- HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05
- Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
- Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
- Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Control de Calidad y Confiabilidad



#### Equipo de diseño de PUA

Yuridia Vega

Paul Adolfo Taboada González

Jorge Limón Romero

Aida López Guerrero

Margarita Gil Samaniego Ramos

Fecha: 06 de septiembre de 2018

#### Firma

Handwritten signatures in blue ink for the PUA design team members: Yuridia Vega, Paul Adolfo Taboada González, Jorge Limón Romero, Aida López Guerrero, and Margarita Gil Samaniego Ramos.

#### Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)

María Cristina Castañón Bautista

José Luis González Vázquez

Humberto Cervantes De Ávila

Alejandro Mungaray Moctezuma

Angélica Reyes Mendoza

Handwritten signatures in blue ink for the academic unit directors: María Cristina Castañón Bautista, José Luis González Vázquez, Humberto Cervantes De Ávila, Alejandro Mungaray Moctezuma, and Angélica Reyes Mendoza.

#### Firma

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to one of the academic unit directors.

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad del curso es proporcionar al alumno los métodos y técnicas del Diseño de Experimentos para el análisis de las condiciones actuales de un proceso productivo que permitan generar información necesaria para lograr la optimización y mejora del desempeño del proceso a través de la identificación e inducción del valor óptimo de los factores que influyen en la variable de respuesta o característica de calidad, así como la identificación de la(s) fuente(s) de variabilidad que impactan en su capacidad; generando así un diseño del proceso robusto a las oscilaciones de las variables, que permita la reducción de costos y tiempos de operación del proceso, así como la reducción del trabajo experimental en su campo disciplinario para la solución de problemas de ingeniería aplicada en el contexto de conceptos y teorías bajo un marco sistémico .

La asignatura es de carácter obligatorio y está ubicada en la etapa disciplinaria, pertenece al área de calidad, para cursarla es necesario acreditar la unidad de aprendizaje de Control de Calidad y Confiabilidad.

## III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar procesos productivos, mediante la aplicación de métodos y técnicas del diseño de experimentos, para lograr una mayor confiabilidad en los procesos analizados, actuando de manera crítica, analítica, propositiva y responsable.

## IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega el análisis de proceso productivos y/o de servicios, el cual debe presentar:

- Diagnóstico del proceso
- Aplicación de un diseño de experimentos
- análisis de resultados
- propuestas de mejora
- Conclusión
- Presentado en forma clara, coherente y estructurado

<p style="text-align: center;"><b>V. DESARROLLO POR UNIDADES</b> <b>UNIDAD I. Esquema conceptual del diseño de experimentos</b></p>		
<p><b>Competencia:</b> Identificar los principios, fundamentos e importancia del diseño de experimentos así como las etapas de su desarrollo, a través del análisis de sistemas productivos, para los estudios y mejora continua de procesos industriales y de servicios, de manera responsable y colaborativa.</p>		
<table><tr><td><p><b>Contenido:</b></p><ul style="list-style-type: none"><li>1.1 Introducción al diseño de experimentos</li><li>1.2 Definiciones básicas en el diseño de experimentos</li><li>1.3 Etapas en el diseño de experimentos</li><li>1.4 Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos</li><li>1.5 Principios básicos</li></ul></td><td><p><b>Duración:</b> 2 horas</p></td></tr></table>	<p><b>Contenido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1.1 Introducción al diseño de experimentos</li><li>1.2 Definiciones básicas en el diseño de experimentos</li><li>1.3 Etapas en el diseño de experimentos</li><li>1.4 Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos</li><li>1.5 Principios básicos</li></ul>	<p><b>Duración:</b> 2 horas</p>
<p><b>Contenido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1.1 Introducción al diseño de experimentos</li><li>1.2 Definiciones básicas en el diseño de experimentos</li><li>1.3 Etapas en el diseño de experimentos</li><li>1.4 Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos</li><li>1.5 Principios básicos</li></ul>	<p><b>Duración:</b> 2 horas</p>	

## UNIDAD II. Experimentos con un solo factor

### Competencia:

Identificar la relevancia de un factor, aplicando la metodología de análisis de varianza simple y pruebas de idoneidad, para explicar y pronosticar el comportamiento de una variable de interés, con una actitud inquisitiva y propositiva.

### Contenido:

**Duración:** 3 horas

- 2.1 Conceptos básicos
- 2.2 Diseños completamente al azar y análisis de varianza (ANOVA)
- 2.3 Construcción de la tabla de ANOVA de un solo factor
- 2.4 Comparación de parejas de medias de tratamientos
- 2.5 Método LSD (diferencia mínima significativa)
- 2.6 Método de Duncan
- 2.7 Método de Tukey
- 2.8 Verificación de la idoneidad del modelo

### UNIDAD III. Diseños en bloques aleatorizados

**Competencia:**

Identificar fuentes de variabilidad de un proceso productivo, a través del diseño de bloques y solución de casos prácticos así como el desarrollo de prácticas de laboratorio, para generar información relevante en la optimización y la mejora continua, de manera comprometida y colaborativa.

**Contenido:****Duración:** 3 horas

- 3.1 Diseños en bloques completamente aleatorizados
- 3.2 Diseños en cuadro latino
- 3.3 Diseños en cuadro grecolatino
- 3.4 Diseños por bloques incompletos balanceados

## UNIDAD IV. Diseños factoriales

**Competencia:**

Analizar el comportamiento de sistemas o proceso, mediante la resolución de casos aplicados a diseños factoriales, y prácticas de laboratorio en software estadístico, que permitan a partir de los resultados obtenidos analizar en el comportamiento de sistemas complejos, con objetividad y responsabilidad.

**Contenido:****Duración:** 4 horas

- 4.1 Principios y definiciones básicas
- 4.2 Ventajas de los diseños factoriales
- 4.3 Diseño factorial general
- 4.4 Análisis de varianza para un diseño factorial
- 4.5 Análisis de residuos para un diseño factorial

## UNIDAD V. Diseños factoriales 2k y 3k

### Competencia:

Analizar el comportamiento de sistemas complejos, a través del diseño factorial 2K y 3K, modelo de regresión y diseño factorial fraccionado 2K-p, que permita la correcta toma de decisiones del desempeño actual del proceso analizado, de manera comprometida, objetiva y con base en el trabajo en equipo.

### Contenido:

**Duración:** 4 horas

- 5.1 Diseño general 2K
- 5.2 Ajuste del modelo de regresión
- 5.2 Diseño general 3K
- 5.3 Diseño factorial fraccionado 2K-p

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD I</b>				
1	Exponer los principios, fundamentales del Diseño de Experimentos, a través de un análisis documental, para el diseño y análisis de procesos, de manera responsable y objetiva.	Elabora un mapa conceptual o cuadro sinóptico, donde represente de manera clara los conceptos básicos, etapas y herramientas de un diseño de experimentos, mediante lecturas proporcionadas por el profesor.	Bibliografía, computadora y páginas de internet.	2 horas
<b>UNIDAD II</b>				
2	Determinar la significancia de factores de proceso, mediante la aplicación de ANOVA simple, para explicar el impacto que tienen sobre la variable de respuesta, con pensamiento crítico y objetivo.	Resuelve problemas que impliquen los diseños completamente al azar y construye la tabla ANOVA de un solo factor.	Problemas propuestos por el docente, calculadora, formulario y bibliografía.	2 horas
3		Resuelve problemas donde aplique los métodos LSD, Dunnett y Turkey para realizar las comparaciones entre las diferencias de las medias de los tratamientos.	Problemas propuestos por el docente, calculadora, formulario y bibliografía.	2 horas
4		Resuelve problemas que involucren la verificación de la idoneidad del modelo.	Problemas propuestos por el docente, calculadora, formulario y bibliografía.	2 horas
<b>UNIDAD III</b>				
5	Determinar fuentes de variabilidad de un proceso productivo, mediante el uso de la metodología de diseño de bloques y solución de casos prácticos, para generar información relevante en la optimización y la mejora continua de un proceso, de manera objetiva y colaborativa.	Resuelve problemas de diseños por bloques completamente aleatorizados con un factor y construye la tabla ANOVA.	Problemas propuestos por el docente, calculadora, formulario y bibliografía.	2 horas
6		Resuelve problemas de diseños en cuadros latinos y grecolatinos y construye la tabla ANOVA.	Problemas propuestos por el docente, calculadora, formulario y bibliografía.	4 horas
7		Resuelve problemas de diseños por bloques incompletos balanceados y construye la tabla ANOVA.	Problemas propuestos por el docente, calculadora, formulario y bibliografía.	2 horas



## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD II</b>				
1	Analizar la influencia de factores en un proceso, mediante la resolución de problemas de ANOVA simple y comparaciones de medias en software estadístico, para generar información pertinente para toma de decisiones en la variable de respuesta, manera objetiva y responsable.	Aplica la metodología para realizar los diseños completamente al azar y construye la tabla ANOVA de un solo factor.	Computadora, calculadora, manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.	2 horas
<b>UNIDAD III</b>				
2	Analizar fuentes de variabilidad de un proceso productivo, a través de la metodología de diseño de bloques y solución de casos prácticos en software estadístico, para generar información relevante en la optimización y la mejora continua, de manera objetiva y colaborativa.	Aplica la metodología para realizar los diseños en bloques completamente al azar de un factor y construirá la tabla ANOVA	Computadora, calculadora, manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.	2 horas
3		Aplicará la metodología para realizar los diseños en cuadro latino y grecolatino y construirá la tabla ANOVA	Computadora, calculadora, material de apoyo, bibliografía básica y Software Minitab.	2 Horas
<b>UNIDAD IV</b>				
4	Aplicar el método de análisis de varianza para un Diseño Factorial general, mediante el uso de software estadístico, para evaluar el desempeño de una característica de calidad de un proceso, con objetividad y	Aplica la metodología para realizar pruebas: ANOVA, estimación de parámetros, análisis de efectos, análisis de residuos y pruebas de idoneidad.	Computadora, calculadora, manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.	4 horas
5		Mediante la conformación de equipos	Computadora, calculadora,	4 horas

	responsabilidad.	<p>de trabajo (máximo 4 elementos) los cuales analizara un proceso productivo, define el modelo experimental, y realiza un análisis de varianza que incluya estimación de los parámetros, pruebas de comparación de parámetros, análisis de residuos, interpretación gráfica de los resultados, prueba de normalidad e independencia. El análisis se realizará utilizando software estadístico.</p> <p>Entrega un reporte de la práctica que incluya: introducción, objetivo, desarrollo, materiales y métodos, resultados y conclusiones, referencia (citada estilo APA)</p>	manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.	
<b>UNIDAD V</b>				
6	Analizar el desempeño de una característica de calidad de un proceso productivo, mediante el método de análisis de varianza para un Diseño Factorial $2^k$ y $3^k$ en software estadístico, para una correcta toma de decisiones, de manera, colaborativa, responsable, objetiva y con base en el trabajo en equipo.	Aplica el método de ANOVA para un diseño Factorial $2^k$ donde incluya: ANOVA, estimación de parámetros, análisis de efectos, análisis de residuos y pruebas de idoneidad y ajuste de un modelo.	Computadora, calculadora, manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.	4 horas
7		Aplica la metodología para datos experimentales, aplicando el método de ANOVA para un diseño Factorial $2^{k-p}$ donde incluya: ANOVA, estimación de parámetros, análisis de efectos, análisis de residuos y pruebas de idoneidad.	Computadora, calculadora, manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.	4 horas
8		Aplica la metodología para datos experimentales, aplicando el método de ANOVA para un diseño Factorial $3^k$ donde incluya: ANOVA, estimación de parámetros, análisis de efectos, análisis de residuos y pruebas de	Computadora, calculadora, manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.	4 horas

	idoneidad.		
9	<p>Mediante la conformación de equipos de trabajo, los cuales selecciona (o diseña) un proceso de estudio en el cual identifiquen una característica de calidad; define el modelo experimental, y realiza un análisis de varianza que incluya estimación de los parámetros, pruebas de comparación de parámetros, análisis de residuos, interpretación gráfica de los resultados, prueba de normalidad e independencia. El análisis se realizará utilizando software estadístico.</p> <p>Entrega un reporte de la práctica que incluya: introducción, objetivo, desarrollo (planeación del experimento, identificación del problema, descripción del experimento, análisis del experimento), resultados y conclusiones, referencia (citada estilo APA).</p>	<p>Computadora, calculadora, manual de prácticas, bibliografía básica y Software Minitab.</p>	6 horas

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategia de enseñanza (docente)**

- Gestión del conocimiento facilitado por el docente a través de su experiencia profesional.
- Fomentar en el alumno el sentido de Investigación a través de fuentes primarias y secundarias.
- Propiciar en los estudiantes las lecturas y análisis de casos.
- Fomentar la participación de los alumnos a través de mesas de discusión para la óptima solución de casos.
- Relacionar los conocimientos adquiridos a través de reportes de resultados en casos prácticos con las temáticas de esta asignatura.
- Exposición por parte de los alumnos del diseño de sus estrategias.
- Proporcionar conferencistas y paneles de expertos para enriquecer los temas de la asignatura.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno)**

- Participación activa en las actividades de la asignatura.
- Asistencia de forma presencial a las clases asignadas de acuerdo a reglamento.
- Entrega de tarea y trabajos correspondientes a la asignatura en tiempo y forma.
- Fomentar la evaluación constante para la mejora continua en el estudiante
- Realiza investigaciones documentales
- Analiza textos.
- Presenta avances de proyecto final.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

- Cuatro exámenes Parciales .....30%
  - Portafolio .....30%
  - (Prácticas de taller, laboratorio y actividades realizadas en el curso)
  - Investigaciones y tareas ..... 10%
  - Evidencia de desempeño.....30%
  - (Análisis de proceso productivos y/o de servicios)
- Total.....100%**

## IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
<p>Dean, A., Morris, M., Stufken, J., &amp; y Bingham, D. (2015). <i>Handbook of Design and Analysis of Experiments</i>. Estados Unidos: Chapman &amp; Hall / CRC Press.</p> <p>Dean, A., Voss, D., y Draguljic, D. (2017). <i>Design and Analysis of Experiments</i> (2<sup>a</sup> ed.). New York, NY: Springer International Publishing.</p> <p>Gutiérrez-Pulido, H. y De la Vara Salazar, R. (2012). <i>Análisis y Diseño de Experimentos</i> (3<sup>a</sup> ed). Editorial McGraw-Hill [Clásica].</p> <p>Lawson J. (2014). <i>Design and Analysis of Experiments with R</i>. Estados Unidos: CRC Press.</p> <p>Montgomery, D. (2017). <i>Design and Analysis of Experiments</i>, (9<sup>th</sup> ed.). New York, NY: Wiley</p>	<p>Everitt, B.S. &amp; Dunn, G, (2001). <i>Applied Multivariate Data Analysis</i>. London &amp; New York: Arnold. [clásica]</p> <p>Fallis, A. (2013). <i>Elementos de diseño de experimentos. Journal of Chemical Information and Modeling</i> (Vol. 53). Recuperado de: <a href="https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004">https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004</a></p>

## X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente debe presentar título de Ingeniero Industrial o área afín; preferentemente con estudios de posgrado, se sugiere experiencia docente y laboral mínima de un año, con dominio en el área de estadística o de mejora continua, experiencia en optimización de procesos, con una actitud proactiva, analítica y de liderazgo.