

## 1. Datos Generales de la asignatura

|                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Nombre de la asignatura:</b> | Estadística y Diseño de Experimentos |
| <b>Clave de la asignatura:</b>  | ERF-1010                             |
| <b>SATCA<sup>1</sup>:</b>       | 3-2-5                                |
| <b>Carrera:</b>                 | Ingeniería en Energías Renovables    |

## 2. Presentación

|  |
|--|
| <b>Caracterización de la asignatura</b>  |
| <p>Esta asignatura aporta, al perfil del Ingeniero en Energías Renovables las herramientas metodológicas, para el análisis, caracterización, interpretación y predicción de los distintos fenómenos o datos de estudio, de las diferentes formas de generación de energía.</p> <p>Esta asignatura permitirá al estudiante tener los conocimientos básicos para la recopilación de datos, realizar inferencias estadísticas, formular y comprobar hipótesis, hacer análisis de regresión y correlación; así como analizar experimentos de uno, dos y más factores.</p> <p>Esta asignatura sirve de soporte a otras, directamente con el desempeño profesional como diseño de experimentos e influye en su interpretación y toma de decisiones para mejorar la calidad de cualquier proceso de producción, así como las tendencias de generación de energías; además de capacitar al estudiante para el análisis e interpretación de datos para sustentar sus propuestas, proyectos e informes. Está asignatura se encuentra relacionada con Metrología Mecánica y Eléctrica en la cual se aplican los temas de medidas de tendencia central y dispersión. El tema de Modelos analíticos de fenómenos aleatorios discretos y continuos apoya para entender el comportamiento del recurso eólico en la asignatura de energía eólica. Los temas de análisis de experimentos, estadística descriptiva serán la base para entender el crecimiento de microorganismo en la asignatura de Microbiología así como realizar el diseño de los experimento</p> |
| <b>Intención didáctica</b>   |
| <p>La asignatura se desarrolla en 7 temas:</p> <p>En el tema 1 se abordan los conceptos básicos de la estadística descriptiva con la finalidad de que el estudiante analice y represente gráficamente conjuntos de datos tomados de una situación real, haciendo una interpretación mediante el uso de medidas de tendencia central lo que les permitirá identificar las características de los fenómenos poblacionales o de muestreo. El tema 2 propone el manejo de modelos analíticos de fenómenos aleatorios discretos y continuos, de tal forma que el estudiante aplique los conceptos en procesos de toma de decisiones que involucren incertidumbre, y que le sirvan de sustento en la realización de proyectos e informes. En el tema 3 se contempla el manejo de estimaciones que permitan hacer inferencias estadísticas a través del uso de medias y proporciones, que</p>   |

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

nos permita crear intervalos.

En el tema 4 se presentan las pruebas de hipótesis las cuales servirán como una de las partes que les permita a los estudiantes tomar decisiones; en el tema 5 se contempla el análisis de regresión y la correlación, lo cual les permitirá verificar la relación entre variables y el grado de correlación existente entre ellas.

En el tema 6 se realiza el análisis de experimentos de un factor. Finalmente en el tema 7 se relaciona con el tema anterior con la diferencia que se analizan experimentos de dos o más factores.

El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades de aprendizaje promuevan la investigación documental y de campo, el análisis y discusión de la información. Es importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades programadas y que aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo.

En todos los temas se contempla la utilización de software estadístico para resolver diversos problemas.

El profesor debe promover el uso de las distribuciones, regresiones, etc. en el análisis de datos en experimentos prácticos, con el fin de que posteriormente el estudiante sea capaz de llevar a cabo cualquier práctica de laboratorio y emplear las técnicas aquí estudiadas para realizar de forma correcta su práctica, considerando todos los errores que puede tener en el proceso de medición.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| Lugar y fecha de elaboración o revisión   | Participantes   | Evento  |
|---|---|---|
| Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Laguna, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Orizaba, Saltillo, Toluca, Veracruz y Villahermosa. | Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía. |
| Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.               | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, La Laguna, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Toluca, Veracruz y Villahermosa.  | Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Gastronomía.                          |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Cintalapa, Huichapan, Mexicali, Motúl, Progreso y Tequila. | Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos. |
| Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.     | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Progreso.  | Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.   |

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

| Competencia(s) específica(s) de la asignatura  |
|--|
| Aplica herramientas estadísticas para el análisis de datos experimentales obtenidos durante pruebas o procesos de sistemas de energía renovable. |

#### 5. Competencias previas

|         |
|---------|
| Ninguna |
|---------|

#### 6. Temario

| No. | Temas  | Subtemas   |
|-----|--|--|
| 1   | Estadística descriptiva  | 1.1 Introducción y notación sumatoria.<br>1.1.2 Propiedades de Sumatoria.<br>1.2 Datos no agrupados.<br>1.2.1 Medidas de tendencia central.<br>1.2.2 Medidas de dispersión.<br>1.3 Datos agrupados.<br>1.3.1 Tablas de frecuencias y gráficas<br>1.3.2 Medidas de tendencia central.<br>1.3.3 Medidas de dispersión y de posición. |
| 2   | Modelos analíticos de fenómenos aleatorios discretos y continuos | 2.1 Conceptos de variables aleatorias discretas y continuas.<br>2.1.1 Función de probabilidad y de distribución de una variable aleatoria.<br>2.1.2 Valor esperado.<br>2.2 Función de distribución de una variable aleatoria según sus características.<br>2.2.1 Distribución binomial.<br>2.2.2 Distribución Poisson y su         |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>aproximación a la binomial<br/>2.2.3 Distribución uniforme y exponencial<br/>2.2.4 Distribución normal y su aproximación por la binomial<br/>2.2.5 Distribución de Student<br/>2.2.6 Distribución Ji-cuadrada<br/>2.2.7 Distribución Fisher<br/>2.3 Distribuciones muestrales<br/>2.3.1 Distribución muestral de la media de la muestra<br/>2.3.2 Distribución muestral de la proporción de la muestra<br/>2.3.3 Teorema de Límite central</p> |
| 3 | Estimación puntuales y por intervalos de confianza. | <p>3.1 Estimadores eficientes e imparciales<br/>3.2 Intervalos de confianza para la media de la población.<br/>3.3 Intervalos de confianza de una muestra grande para la población total<br/>3.4 Intervalos de confianza de una muestra grande para la proporción</p>   |
| 4 | Prueba de hipótesis.                                | <p>4.1 Generalidades e importancia de las Pruebas de hipótesis<br/>4.2 Prueba de hipótesis para grandes muestras<br/>4.3 Prueba de hipótesis para pequeñas muestras.</p>  |
| 5 | Análisis de regresión.                              | <p>5.1 Introducción a la regresión.<br/>5.1.1 Relación causal entre variables<br/>5.1.2 Método general de mínimos cuadrados<br/>5.3 Modelo de regresión lineal simple.<br/>5.4 Coeficientes de correlación y determinación<br/>5.5 Modelo de regresión múltiple.<br/>5.6 Regresión no lineal</p>  |
| 6 | Análisis de experimentos de un factor.              | <p>6.1 Introducción a los experimentos con factores<br/>6.2 Familia de diseños para comparar tratamientos<br/>6.2.1 Modelo de efectos fijos<br/>6.2.2 Modelo de efectos aleatorios<br/>6.2.3 Modelo por bloques completamente aleatorios<br/>6.3 Análisis de varianza<br/>6.4 Comparaciones o pruebas de rangos múltiples de Duncan<br/>6.4 Uso de un software estadístico</p>  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 7 | Análisis de experimentos de dos o más factores. | <p>7.1 Conceptos básicos de diseños factoriales</p> <p>7.2 Diseños factoriales con dos factores</p> <p>7.3 Diseños factoriales con tres factores</p> <p>7.4 Diseño factorial general</p> <p>7.6 Uso de un software estadístico</p> |
|---|---|--|

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

| <b>Estadística Descriptiva</b>  |   |
|---|---|
| Competencias  | Actividades de aprendizaje  |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Utiliza herramientas estadísticas para el análisis e interpretación de un conjunto de datos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y discutir los conceptos de población y muestra, medidas de tendencia central y de dispersión.</li> <li>• Presentar un conjunto de datos no mayor a 30 (muestra pequeña), Y calcular su media aritmética, media geométrica, moda, mediana, desviación media absoluta, varianza y desviación estándar.</li> <li>• Mostrar un conjunto de datos con más de 30 elementos (muestras grandes) para construir una distribución de frecuencias y representarlos gráficamente mediante Histogramas, Polígono de frecuencias, ojivas, etc.</li> <li>• Calcular con base a la distribución de frecuencias las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (amplitud de variación, desviación absoluta media, varianza y desviación estándar).</li> <li>• Aplica los conceptos estudiantes para analizar el comportamiento de un conjunto de datos de radiación y velocidad de viento.</li> </ul> |
| <b>Modelos Analíticos de Fenómenos Aleatorios Discretos y Continuos</b>   |   |
| Competencias  | Actividades de aprendizaje  |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Aplica los conceptos de variable aleatoria discreta y continua, con base a situaciones reales o simuladas para una distribución de</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar tipos de variables aleatorias.</li> <li>• Establecer la función de probabilidad de una variable aleatoria discreta a partir de una situación real o simulada, y calcular la esperanza matemática, varianza y</li> </ul>   |

|  |   |
|--|---|
| <p>modelos aleatorios discretos y continuos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.<br/>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.<br/>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p> | <p>desviación estándar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la función de distribución Binomial, Poisson, Uniforme, Exponencial, Normal, Student, Ji-cuadrada y Fisher.</li> <li>• Realizar cálculos de probabilidad mediante el manejo de las tablas correspondientes a las distribuciones Binomial y de Poisson</li> <li>• Aproximar los cálculos de la distribución de Poisson a la distribución Binomial.</li> <li>• Investigar las funciones de distribución de una variable aleatoria continua, como son: la uniforme, exponencial y normal.</li> <li>• Relacionar las distribuciones: Binomial y Normal y Poisson y Normal.</li> <li>• Investigar las distribuciones de probabilidad Student, Ji-cuadrada y Fisher.</li> <li>• Realizar cálculos de probabilidad mediante y uso de tablas y formulas correspondientes a cada tipo de distribución.</li> <li>• Representar gráficamente el teorema del límite central.</li> <li>• Realizar distribuciones de muestreo aplicando el Teorema del límite central para todo tipo de comportamiento.</li> <li>• Aplica a un conjunto de datos de viento y radiación alguna de las distribuciones estudiadas.</li> </ul> |
| <p><b>Estimación Puntual y por Intervalos de Confianza</b></p>   |   |
| <p>Competencias</p>  | <p>Actividades de aprendizaje</p>   |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Estima e interpreta los intervalos de confianza para los diferentes parámetros que caracterizan a procesos y/o poblaciones de medias o proporciones.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir la importancia que desempeña la estimación de parámetros investigando o citando problemas reales.</li> <li>• Describir las características principales de los métodos de muestreo y realizar un muestreo real de campo y exponer su ensayo en plenaria.</li> <li>• Analizar las características de un estimador puntual y diferenciar de un</li> </ul>  |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</p>  | <p>estimador por intervalo de confianza.</p>  |
| <p><b>Prueba de Hipótesis</b></p>   |   |
| <p>Competencias</p>   | <p>Actividades de aprendizaje</p>   |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Aplica la metodología de la prueba de hipótesis para inferir el comportamiento de algunas características de la población o de un proceso para la toma de decisiones.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad de abstracción análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir el concepto de prueba de hipótesis y significado de los errores de tipo I y tipo II.</li> <li>• Resolver problemas estableciendo las hipótesis adecuadas y realizar su prueba para un parámetro o diferencia entre dos parámetros, e interpretar claramente sus resultados.</li> <li>• Analizar un conjunto de datos para determinar el tipo de modelo de distribución de probabilidad se ajusta la población de donde provienen.</li> <li>• Distinguir cuando debe aplicar los métodos de contraste no paramétricos, y exponer ejemplos en plenaria.</li> </ul>      |
| <p><b>Análisis de la Regresión</b></p>  |   |
| <p>Competencias</p>   | <p>Actividades de aprendizaje</p>   |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Aplica la regresión lineal y múltiple para validar las hipótesis inferidas y el desarrollo de modelos matemáticos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p> <p>Capacidad para formular, gestionar y analizar proyectos.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener los coeficientes de regresión de un modelo lineal simple o múltiple, apoyándose con un paquete computacional o bien calculadora científica avanzada a partir de un conjunto de datos de un problema real</li> <li>• Evaluar el ajuste del modelo mediante el coeficiente de determinación (correlación), prueba de falta de ajuste y análisis residual.</li> <li>• Establecer los intervalos de confianza y prueba de hipótesis para los coeficientes del modelo de regresión.</li> <li>• De un conjunto de datos meteorológicos analiza su comportamiento.</li> </ul> |

| <b>Análisis de Experimentos de un Factor</b>  |  |
|---|--|
| Competencias  | Actividades de aprendizaje   |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Desarrolla diseños experimentales para un análisis de datos involucrados dentro de procesos o proyectos de investigación, evaluándolos con las herramientas estadísticas adecuadas.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.<br/>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.<br/>Capacidad de toma de decisiones</p> | <p>Elaborar un resumen sobre las características de los diseños experimentales con factores.<br/>Citar ejemplos prácticos y señalar las diferencias entre un modelo de efectos fijos y uno de efectos aleatorios.<br/>Realizar un análisis estadístico de resultados obtenidos en la evaluación de un factor sobre la respuesta en un proceso o fenómeno.<br/>Hacer comparaciones o pruebas utilizando el modelo de rangos múltiples de Duncan.<br/>Calcular las diferencias entre las medias de tratamientos, utilizando los métodos estudiados.<br/>Discutir en clase las implicaciones sobre el proceso de bloqueo y realizar el análisis estadístico de resultados obtenidos en un diseño de bloques aleatorios.<br/>Interpretar el significado del efecto de los factores en forma individual y en forma combinada sobre la variable de respuesta y resolver serie de problemas.<br/>Desarrollar un diseño experimental factorial hipotético o real y determinar los efectos principales y análisis de varianza explicando claramente sus resultados en exposición plenaria.<br/>Generar con precisión los resultados del manejo de los datos obtenidos en un diseño experimental aplicado en el área de ingeniería, utilizando un paquete computacional e interpretar con claridad el análisis de varianza.<br/>Realizar investigación documental y elaborar un resumen sobre la utilidad del proceso de optimización de factores que intervienen en un diseño experimental y discutirlo en clase, complementando con ejemplos reales.</p> |

| <b>Análisis de Experimentos de dos o más factores</b>   |   |
|---|---|
| Competencias  | Actividades de aprendizaje  |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Analiza y desarrolla diseños experimentales de dos o más factores para su aplicación en el área de la ingeniería renovable.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.<br/>Capacidad para formular, gestionar y analizar proyectos.</p> | <p>Elaborar un resumen de los conceptos básicos de diseños factoriales.</p> <p>Realizar diseños factoriales con dos factores.</p> <p>Presentar un análisis estadístico de resultados obtenidos en la evaluación de dos o tres factores sobre la respuesta en un proceso o fenómeno.</p> <p>Calcular las diferencias entre las medias de tratamientos, utilizando los métodos estudiados.</p> <p>Elaborar un ensayo sobre la estructura, ventajas y desventajas de los diseños factoriales completos y diseños factoriales fraccionados y discutirlo en clase.</p> <p>Desarrollar un diseño experimental factorial 2k hipotético o real y determinar los efectos principales y análisis de varianza explicando claramente sus resultados en exposición plenaria.</p> <p>Generar con precisión los resultados del manejo de los datos obtenidos en un diseño experimental aplicado en el área de ingeniería, utilizando un paquete computacional e interpretar con claridad el análisis de varianza.</p> <p>Aplicar el método de máxima pendiente para discriminar y optimizar la magnitud de factores en un diseño experimental.</p> <p>Aplicar el método de superficies de respuesta para discriminar y optimizar la magnitud de los niveles de los factores de un diseño experimental, explicando claramente su desarrollo en clase.</p> <p>Generar el manejo y análisis de los resultados de la variable de respuesta en un diseño experimental, a través de los métodos de máxima pendiente y de superficie de respuesta, utilizando un paquete estadístico.</p> |

## 8. Práctica(s)

1. Estudio de campo para la generación de medidas de tendencia central y de dispersión.
2. Probar una hipótesis proporcionada por el grupo, de un caso real
3. Análisis de diseños experimentales presentados en literatura.
4. Realizar toma de mediciones con algún sensor de radiación o anemómetro y calcula media, varianza, y distribuciones de probabilidad. Realizar dichas operaciones con algún software de manejo de datos.
4. Realizar investigaciones documentales de aplicaciones prácticas de las técnicas estadísticas
5. Manejo de paquetes estadísticos como STATGRAPHICS, SAS, SSPS, EXCEL, MATH CAD, entre otros.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

Observación del desempeño del estudiante durante la realización trabajos e investigaciones.

Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades de solución de problemas prácticos, así como, las conclusiones obtenidas

Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.

Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.

Reportes escritos de las prácticas experimentales

## 11. Fuentes de información

1. Box, G., Hunter, W. & Hunter, J. (1999). *Estadística para Investigadores*. México, DF.: Reverte, S.A.
2. Cochran, W. & Cox, G. (1983). *Diseños Experimentales*. México, DF.: Trillas.
3. Gil, S. (1984). *Métodos Estadísticos*. México, DF: Trillas.
4. Marques de Cantú, María. (1980). *Probabilidad y Estadística para Ciencias Químico Biológicas*. México. McGraw Hill.
5. Mendenhall, W. (1990). *Estadística para Administradores*. México, DF.: Grupo Iberoamericana.
6. Montgomery, D. & Runger G (2002). *Probabilidad y Estadística Aplicada a la Ingeniería*. México, DF: Limusa-Wiley.
7. Montgomery, D. (1986) *Diseño y Análisis de Experimentos*. México, DF.: Grupo Iberoamericana.
8. Walpole, R. & Raymond, M. (2000). *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*. México, DF: Pearson-Educación