

	<b>Nombre del documento:</b> Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código:</b> TecNM-AC-PO-007-02 <b>Revisión:</b> O
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015</b>	<b>8.3, 8.3.1</b>

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Investigación de Operaciones II
<b>Clave de la asignatura:</b>	LOD-2205
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-3-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Gestión Empresarial

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura proporciona al perfil de egreso del ingeniero en gestión empresarial pensamiento sistemático y la capacidad analítica para la toma de decisiones en forma efectiva, en problemas reales complejos a través de la optimización o factibilidad de modelos matemáticos y algoritmos. Los modelos pueden ser usados para abordar una gran variedad de problemas relacionados con el análisis de sensibilidad en problemas de programación lineal, programación entera, programación dinámica y cadenas de Markov, relacionados con la planeación de la producción, la asignación del personal, las estrategias de inversión, análisis de pronósticos, entre otros.</p>
<p>Se requiere del uso de TIC's, y al ser la investigación de operaciones una rama de las matemáticas aplicadas, es requisito de esta materia tener las bases como el álgebra lineal y los sistemas de ecuaciones, así como conocer su nomenclatura, para lograr la comprensión y razonamiento lógico; contar con los conceptos de probabilidad y estadística; saber resolver el modelo Simplex; de ahí sus estrecha relación con materias que previamente deben de haberse acreditado como Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística Descriptiva e Investigación de Operaciones. Proporciona los fundamentos para identificar, plantear y resolver problemas matemáticos en forma analítica para entenderlos, además de aplicar el uso de Software propio de la materia.</p>
<p>Es una materia base para la materia de Simulación de Modelos Logísticos, ya que además de promover el pensamiento sistemático, proporciona las bases para el desarrollo de simulaciones de procesos logísticos.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>El temario se organiza en cinco unidades, siendo la primera unidad continuación de la unidad dos de programación lineal vista previamente en investigación de operaciones en el cuarto semestre. Se hace énfasis en el modelo dual y su interpretación económica y en el análisis de sensibilidad de modelos matemáticos de programación lineal que aborden situaciones variadas. Propicia en el estudiante la capacidad de análisis, síntesis, e interpretación de resultados para la toma de decisiones.</p>
<p>La segunda unidad se refiere a la programación entera. Da al estudiante las</p>

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

	<b>Nombre del documento:</b> Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código:</b> TecNM-AC-PO-007-02 <b>Revisión:</b> O
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015</b>	<b>8.3, 8.3.1</b>

herramientas matemáticas para plantear y resolver problemas obteniendo soluciones óptimas que se componen de valores enteros en sus variables, desarrollando su pensamiento analítico.

La tercera unidad hace énfasis en problemas de programación dinámica, tanto determinísticos como probabilísticos, mediante el uso de modelos o algoritmos matemáticos diseñados principalmente para mejorar la eficiencia de problemas seleccionados, descomponiéndolos en subproblemas de menor tamaño y por consiguiente hacerlos más fáciles de calcular.

La cuarta unidad estudia las Cadenas de Markov como tipos especiales de procesos estocásticos discretos, fortaleciendo el pensamiento analítico.

La quinta unidad es la introducción a la Simulación de sistemas logísticos y uso de software especializado como ProModel, FlexSim u otro para la elaboración de modelos de simulación, que da al estudiante destrezas tecnológicas y le permite familiarizarse con el entorno, y promueve el pensamiento sistémico.

Cada una de las unidades requiere primeramente se traten los contenidos conceptuales para establecer las bases de cada una de las metodologías y enfoques, seguidos de la práctica en la resolución de ejercicios y, finalmente, que el estudiante pueda plantear en un modelo matemático problemas reales y encontrar solución óptima usando software específico como TORA, WINQSB, Solver, ProModel, FlexSim.

Permite al estudiante desarrollar el pensamiento analítico y sistémico, el aprendizaje basado en resultados, el desarrollo más elevado de sus capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, de tal manera que aprende por cuenta propia la identificación y análisis de problemas y la toma de decisiones.

Resuelve problemas en un entorno global, sustentable, responsable y comprometido.

Se desenvuelve mediante el trabajo colaborativo y el trabajo en equipo.

El docente además de dominar los contenidos conceptuales y procedimentales explicitados, debe trabajar con los estudiantes la parte de formación a fin de motivarlos e incentivarlos; promover el respeto y la tolerancia hacia las ideas de los demás; el trabajo colaborativo; el trabajo en equipo, aplicar los enfoques de la disciplina hacia el cuidado del medio ambiente y la optimización del uso de los recursos naturales.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones

	<b>Nombre del documento:</b> Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código:</b> TecNM-AC-PO-007-02 <b>Revisión:</b> O
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015</b>	<b>8.3, 8.3.1</b>

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí del 30 de marzo de 2009 al 3 de abril de 2009	Representante de los institutos tecnológicos participantes en la Reunión Nacional de Diseño Curricular para el desarrollo de competencias profesionales de la carrera en Ingeniería Logística (Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, Cd. Juárez, Querétaro, Toluca, Puebla, Tijuana, León, Cuautitlán Ixcalli, Tlaxco y Tehuacán).	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular para el desarrollo de competencias profesionales de la carrera en Ingeniería en Logística
Instituto Tecnológico de Puebla, junio 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes en la reunión de consolidación del diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias de la carrera de Ingeniería en Logística (Querétaro, Toluca, Puebla, Tijuana, Cd. Juárez, León, Cuautitlán Ixcalli, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, Tlaxco y Tehuacán).	
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, octubre 2012	Representantes de la Academia de Administración e Ingeniería Industrial	Se realizó un análisis exhaustivo con respecto al contenido y pertinencia de este programa para ser incluido en la especialidad de logística para la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, junio de 2016	Representantes de la Academia de Gestión Empresarial.	Revisión y actualización de los programas de la especialidad en Logística para la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.

	<b>Nombre del documento: Formato de</b> Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código: TecNM-AC-PO-007-02</b> <b>Revisión: O</b>
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1</b>	<b>Página 4 de 11</b>

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, octubre 2021	Representantes de la academia de IGE e Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.	Pertinencia de la especialidad de Logística. Revisión y actualización de programas de estudio.
--	--	---

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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Desarrolla una visión sistemática para la identificación y solución de problemas, a fin de incluir consideraciones económicas. Formula modelos matemáticos para la optimización de procesos. Desarrolla el pensamiento analítico, emplea la lógica algorítmica y lenguajes de programación. Utiliza las teorías de sistemas de producción. Emplea los criterios del desarrollo sustentable al diseñar procesos. Conoce y aplica software de simulación como WinQSB, TORA, Solver, ProModel, FlexSim u otros.

#### 5. Competencias previas

Identifica y aplica las diferentes teorías y técnicas de la investigación de operaciones, en la solución de problemas relacionados con su profesión, en cuanto a una toma de decisiones adecuada y fundada en el método científico en la administración.
Aplica los conceptos de la teoría de la probabilidad y estadística para organizar, clasificar, analizar e interpretar datos para la toma de decisiones en aplicaciones de gestión empresarial.
Realiza el proceso de recopilación, presentación y análisis de información económica-administrativa, para interpretar estadísticas y parámetros en muestras y poblaciones utilizando métodos de cálculo y software estadístico para la toma de decisiones.
Aplica la definición de integral y las técnicas de integración para resolver problemas de ingeniería.
Aplica las nuevas tecnologías de información en las organizaciones para optimizar los procesos de comunicación y procesamiento de información y hacer eficiente la toma de decisiones.

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Dualidad y análisis de sensibilidad en la programación lineal	1.1 La programación lineal y la teoría Dual. 1.2 Formulación del problema dual. 1.3 Relación primal-dual. 1.4 Dual-Simplex 1.5 Interpretación económica del dual



		<p>1.6 Análisis de sensibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1.6.1 Cambio en el vector recursos (bj) y sus límites</li><li>1.6.2 Cambio en el vector (Ci) y sus límites</li><li>1.6.3 Adición de una variable (Xi)</li><li>1.6.4 Cambio en coeficientes tecnológicos (aij)</li><li>1.6.5 Adición de una nueva restricción</li></ul> <p>1.7 Interpretación del análisis de sensibilidad.</p> <p>1.8 Formulación, solución y análisis de sensibilidad de problemas, para la toma de decisiones mediante el uso de software como Tora, WinQSB, Solver u otro.</p>
2	Programación entera	<p>2.1 Introducción y casos de aplicación.</p> <p>2.2 Definición y modelos de programación entera.</p> <p>2.3 Método gráfico de programación entera.</p> <p>2.4 Método de ramificación y acotación.</p> <p>2.5 Método heurístico para problemas binarios.</p> <p>2.6 Uso de software como WinQSB u otro</p>
3	Programación dinámica	<p>3.1 Conceptos y definiciones en PD: etapas, estados, fórmula recursiva, programación en avance y retroceso.</p> <p>3.2 Programación dinámica determinística.</p> <p>3.3 Programación dinámica probabilística.</p> <p>3.4 Principales aplicaciones y problemas de PD.</p> <p>3.5 Utilización de software en la resolución de problemas.</p>
4	Cadenas de Markov	<p>4.1 Conceptos, definiciones y propiedades de las cadenas de Markov.</p> <p>4.2 Formulación de las cadenas de Markov.</p> <p>4.3 Propiedad Markoviana de primer orden.</p> <p>4.4 Probabilidades de transición de un paso y n pasos.</p>



**Nombre del documento: Formato de**  
Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

**Código: TecNM-AC-PO-007-02**

**Revisión: O**

**Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1**

**Página 6 de 11**

		<p>4.5 Estados absorbentes 4.6 Probabilidades de transición estacionarias de estados estables 4.7 Utilización de software para la resolución e interpretación de problemas de cadenas de Markov.</p>
5	Introducción a la simulación y uso de software especializado	<p>5.1 Revisión de los conceptos de sistema y modelo. 5.2 Concepto de simulación. 5.3 Tipos de simulación. 5.3.1 Discreta (determinista o estocástica). 5.3.2 Continua (determinista o estocástica). 5.4 Descripción de ejemplos o casos prototipo 5.4.1 De simulación discreta. 5.4.2 De simulación continua. 5.5 Catálogo de programas de cómputo comerciales de simulación. 5.6 Lectura de artículos sobre aplicaciones de la simulación. 5.7 Metodología general para el proceso de simulación 5.8 Básicos del software especializado para simulación de procesos logísticos, como ProModel, FlexSim u otro. 5.9 Desarrollar un modelo básico de aplicación de simulación y su interpretación de resultados.</p>

	<b>Nombre del documento:</b> Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código:</b> TecNM-AC-PO-007-02 <b>Revisión:</b> O
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015</b>	<b>Página 7 de 11</b>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>1. Dualidad y análisis de sensibilidad en la programación lineal</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<b>Específica(s):</b>  Identifica, formula y resuelve problemas de Programación lineal, mediante la relación primal-dual.  Analiza diferentes escenarios para la toma de decisiones  <b>Genéricas:</b>  Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad para resolver problemas Capacidad de solucionar e interpretar resultados. Toma de decisiones. Manejo de TIC's y software especializado para la solución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la aplicación de la programación lineal y la teoría del problema dual-primal.</li> <li>• Resolver ejercicios de programación lineal, mediante la relación dual-primal, e interpretar resultados.</li> <li>• Realizar análisis de sensibilidad de problemas de programación lineal con el apoyo de software como Tora, WinQSB, Solver u otro.</li> </ul>
<b>2. Programación entera</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<b>Específica(s):</b>  Identifica, formula y resuelve problemas de Programación entera.  <b>Genéricas:</b>  Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de resolver y analizar problemas. Trabajo en equipo. Capacidad de aprender. Uso de TIC's.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y analizar los tipos de problemas de programación entera.</li> <li>• Investigar y discutir en equipo las características del algoritmo de ramificación y acotamiento.</li> <li>• Analizar la relación que guardan los algoritmos de programación entera y los criterios de optimización vistos en unidad anterior.</li> <li>• Resolver problemas de programación entera, por métodos analíticos y con el uso de software específico como WinQSB u otro.</li> <li>• Formar equipos de trabajo para analizar, construir, establecer conclusiones y recomendaciones sobre modelos que representen problemas típicos de programación entera en la ingeniería en gestión empresarial.</li> </ul>

	<b>Nombre del documento:</b> Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código:</b> TecNM-AC-PO-007-02 <b>Revisión:</b> O
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015</b>	<b>8.3, 8.3.1</b>

<b>3. Programación dinámica</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> Formula y aplica los métodos analíticos de solución de problemas de programación dinámica. Interpreta los resultados y elige el que optimiza los recursos de una organización <b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de resolver y analizar problemas. Toma decisiones. Habilidad para trabajar en forma autónoma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir y desarrollar las etapas, estados, fórmula recursiva, del diagrama de flujo.</li> <li>Resolver problemas de Programación Dinámica en avance y retroceso.</li> <li>Evaluar el resultado de la Programación. Dinámica en los problemas determinísticos y probabilísticos para la toma de decisiones.</li> <li>Identificar principales aplicaciones de Programación Dinámica</li> <li>Plantear y resolver problemas de Programación Dinámica por medio de software específico como WinQSB u otro.</li> </ul>
<b>4. Cadenas de Markov</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> Resuelve problemas en sistemas que se pueden modelar por el método de Cadenas de Markov. Utiliza el software específico para la solución de cadenas de Markov. <b>Genéricas:</b> Capacidad de resolver y analizar problemas. Uso de TIC's. Capacidad de integrar y aplicar los conocimientos de otras áreas en la práctica. Toma decisiones. Habilidad para trabajar en forma autónoma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las características de los modelos y problemas de cadenas de Markov e identificar el método de solución al área de la empresa que requiera describir el comportamiento probabilístico de sus diversas situaciones</li> <li>Formular y resolver problemas en sistemas que se pueden modelar por el método de cadenas de Markov. probabilidad de transición estacionaria de un solo paso y de <math>n</math> pasos; los estados absorbentes, la probabilidad de transición estacionaria de estados estables y los tiempos de primer paso.</li> <li>Establecer y explicar las conclusiones y recomendaciones para sistemas de este tipo.</li> <li>Plantear, resolver e interpretar ejercicios de cadenas de Markov mediante software específico como WinQSB u otro</li> </ul>
<b>5. Introducción a la simulación y uso de software especializado</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> Conoce y explica la terminología propia de la	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar en diversas fuentes bibliográficas conceptos básicos de la simulación y</li> </ul>



**Nombre del documento:** Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

**Código:** TecNM-AC-PO-007-02

**Revisión:** O

**Referencia a la Norma ISO 9001:2015** 8.3, 8.3.1

**Página 9 de 11**

simulación como sistemas, modelos y tipos de simulación.

Conoce los programas de cómputo comerciales de simulación.

Conoce y explicar la metodología de la simulación.

Identifica las aplicaciones de la simulación.

Conoce los elementos básicos de software especializado de simulación de procesos logísticos.

#### **Genéricas:**

Habilidad para buscar información proveniente de fuentes diversas.

Capacidad de aprender.

Uso de TIC's.

Capacidad de aprender a manejo de software especializado de simulación.

Habilidad de trabajar en forma autónoma.

modelación.

- Identificar las aplicaciones de la simulación en diversas áreas de los negocios de sistemas productivos y de ser servicios en áreas de logística y otras, mediante la lectura de artículos o investigación en empresas del entorno.
- Reflexionar sobre los enfoques de la simulación de sistemas y el respeto que debe existir hacia el medio ambiente, así como la responsabilidad social de las instituciones.
- Identificar los pasos para la elaboración de un proyecto de simulación.
- Comparar los enfoques de la simulación con los de la teoría de líneas de espera.
- Identificar los elementos básicos de un software comercial como ProModel, FlexSim u otro.
- Desarrollar un modelo básico de aplicación de simulación y su interpretación de resultados.

## **8. Práctica(s)**

Resolver ejercicios por medios analíticos y con el uso de software especializado como WinQSB, TORA, ProModel, Solver u otro de cada una de las unidades del temario.

ABP Aprendizaje Basado en Problemas: Realizar en forma individual o por equipos, los problemas propuestos en el curso en el área logística, con análisis de resultados obtenidos en cada unidad del temario.

	<b>Nombre del documento:</b> Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código:</b> TecNM-AC-PO-007-02 <b>Revisión:</b> O
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015</b>	<b>Página 10 de 11</b>

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparte 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 comunitaria, 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

### Instrumentos:

- Reportes de investigación
- Mapa mental
- Mapa conceptual
- Diagrama de flujo
- Solución de ejercicios por métodos analíticos
- Solución y análisis de modelos logísticos por medio de software
- Tic's
- Examen

### Herramientas:

	<b>Nombre del documento:</b> Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	<b>Código:</b> TecNM-AC-PO-007-02 <b>Revisión:</b> O
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015</b>	<b>8.3, 8.3.1</b>

- Rúbricas.
- Lista de Cotejo.
- Pruebas objetivas.
- Examen
- Portafolio de evidencias.

## 11. Fuentes de información

### Básica:

1. García E., García, H. y Cárdenas. L (2013) *Simulación y Análisis de Sistemas con ProModel*. Ed. Pearson. 2<sup>a</sup>. Edición
2. Hillier y Liberman. (2015). *Introducción a la investigación de operaciones*, México: Mc Graw Hill. 10<sup>a</sup> edición
3. PROMODEL. Disponible en: <http://www.promodel.com.mx>
4. Shamblin, J.E.; Stevens, G.T. (1975). *Investigación de Operaciones, Un enfoque fundamental*. Ed. Mc Graw Hill.
5. Taha, Hamdy A. *Investigación de operaciones* (2012), Ed. Pearson Educación, 9<sup>a</sup> edición, México.

### Complementaria:

6. Davis y McKeown. *Modelos Cuantitativos para Administración*, Ed. Iberoamericana
7. Gallagher, Ch.A. y Watson, H. J. (1982). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*, Ed. McGraw Hill.
8. Kirkpatrick, Ch. A., Levin, R. I. *Enfoques Cuantitativos a la administración*, Ed. C.E.C.S.A.
9. Moskowitz, H., Wright, G. *Investigación de Operaciones*, Ed. Prentice Hall.
10. Thierauf, R.; Grose, R. *Toma de Decisiones por medio de Investigaciones de Operaciones*, Ed. Limusa.