

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Investigación de Operaciones I</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Industrial</b>
Clave de la asignatura :	<b>INC-1018</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>2 - 2 - 4</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al Ingeniero Industrial la capacidad para diseñar y aplicar modelos matemáticos, relacionados a las organizaciones que ayuden a la toma de decisiones.

Diseña e implementa sistemas y procedimientos para la toma de decisiones en la optimización de recursos.

Aplica técnicas para la medición y evaluación de la productividad en las organizaciones.

Formulará y aplicará modelos lineales a situaciones reales

Identificará las posibilidades de cambios en sus sistemas productivos con base a análisis de sensibilidad.

Optimizará los recursos empleados en la organización usando las técnicas de programación lineal (P.L.) y Entera

Esta materia dará soporte a Investigación de Operaciones II, Simulación, Logística y Cadenas de Suministro y todas aquellas que involucren la toma de decisiones.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cinco unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en los primeros puntos de cada unidad; posteriormente se da una aplicación de este marco teórico en la solución de problemas reales o hipotéticos, para dar paso al uso de software computacional para comprobar la validez de los procedimientos manuales y finalmente todo lo aprendido se aplica a casos reales del entorno.

Este mismo procedimiento se sigue en las cinco unidades. Incluyendo las siguientes sugerencias didácticas:

- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio, argumentación de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia el análisis de casos, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de

---

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

variables y datos relevantes, planteamiento de modelos matemáticos y fomentar el trabajo en equipo.

- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías de los algoritmos que se van aprendiendo en el desarrollo de la materia Investigación de Operaciones 1.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas materias, tales como Probabilidad, Investigación de Operaciones 2, Simulación, Administración de Operaciones 1 y 2, Logística y Cadenas de Suministro, entre otras, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.

1. Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante y el uso de los diferentes algoritmos contenidos en la asignatura.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### Competencias específicas:

- Formular y plantear modelos matemáticos lineales en situaciones reales del entorno, interpretando las soluciones obtenidas a través de los diferentes criterios de optimización expresándolas en un lenguaje accesible.
- Capacidad de análisis para el planteamiento de modelos matemáticos de problemas lineales relacionales con el entorno, obteniendo posibles soluciones considerando la optimización de la función objetivo, incluyendo aspectos sociales y de sustentabilidad.
- Tomar decisiones, con base en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, que permitan elaborar propuestas de mejora en los sistemas bajo estudio, a fin de apoyar la toma de decisiones.

#### Competencias genéricas:

##### Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Capacidad para planear proyectos
- Capacidad para formular modelos matemáticos
- Conocimientos diversos de la carrera: Estudio del Trabajo, Estadística, Administración de Operaciones I, Matemáticas III, conceptos matemáticos básicos
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades básicas de manejo de la computadora y paquetería
- Habilidades de la lógica de programación
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas
- Conocimiento y manejo del Inglés
- Lectura artículos científicos
- Solución de problemas
- Toma de decisiones

##### Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto
- Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios
- Respeto a la diversidad y multiculturalidad
- Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo
- Tener compromiso con los valores y principios éticos.

##### Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos</li><li>• Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo</li><li>• Búsqueda del logro</li></ul>
--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:            Álamo Temapache, Alvarado, Apizaco, Arandas, Campeche, Celaya, Centla, Cerro Azul, Chihuahua, Ciudad Acuña, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Ciudad Valles, Ciudad Victoria, Comitán, Durango, Ecatepec, Huetamo, La Laguna, La Sierra Norte de Puebla, León, Libres, Linares, Los Mochis, Macuspana, Matamoros, Matehuala, Mérida, Minatitlán, Monclova, Morelia, Nuevo León, Ocotlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Piedras Negras, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Valladolid, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Industrial de los Institutos Tecnológicos de:            Toluca y Puebla</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:            Álamo Temapache, Alvarado, Apizaco, Arandas, Campeche, Celaya, Centla, Cerro Azul, Chihuahua, Ciudad Acuña, Ciudad Guzmán, Ciudad Valles, Ciudad Victoria, Comitán, Durango, Ecatepec, Huetamo, La Paz, La Piedad, La Sierra Norte de Puebla, León, Libres, Linares, Los Mochis, Macuspana, Matamoros, Matehuala, Mérida, Monclova, Nuevo León, Ocotlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Piedras Negras, Puebla, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí,</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
	Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.	

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Formular y plantear modelos matemáticos lineales en situaciones reales del entorno, interpretando las soluciones obtenidas a través de los diferentes criterios de optimización expresándolas en un lenguaje accesible.

Analizar, sistemas productivos y de servicios, a través de la Investigación de Operaciones I, con el fin de detectar problemas tales como la optimización de los recursos disponibles en la organización, aplicando los resultados obtenidos para la generación de alternativas de mejora, incluyendo aspectos económicos y con enfoques de sustentabilidad.

Tomar decisiones que permitan mejorar los sistemas bajo estudio, elaborando propuestas de mejora de las diferentes situaciones planteadas usando los diversos criterios de optimización para mejorar las organizaciones.

Diseñar, construir y analizar circuitos.....

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Interpretar modelos y nomenclatura matemática.
- Aplicar operaciones fundamentales y algebraicas
- Conocer y aplicar el algoritmo de Gauss-Jordan.
- Conocer los diferentes tipos de matrices, vectores y operaciones matriciales
- Conocer y aplicar conceptos básicos de programación
- Utilizar software.
- Conocer un lenguaje de computación
- Saber graficar en dos dimensiones
- Conocer y aplicar la gestión de costos, a fin de incluir consideraciones económicas.
- Formular modelos matemáticos para la optimización de procesos.
- Manejar paquetes computacionales básicos.
- Emplear la lógica algorítmica y lenguajes de programación
- Utilizar las teorías de sistemas de producción e inventarios.
- Emplear los criterios del desarrollo sustentable al diseñar procesos

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Introducción a la Investigación de Operaciones	1.1 Definición, desarrollo y tipos de modelos de Investigación de Operaciones 1.2 Fases de estudio del inv. De operaciones. 1.3 Principales aplicaciones de la I. de O. 1.4 Metodología para modelación 1.5 Formulación de problemas lineales más comunes 1.6 Conceptos del Método gráfico y su aplicación

2.	El método Simplex	<p>2.1 Teoría del método Simplex.  2.2 Forma tabular del método Simplex.  2.3 El método de las dos fases.  2.4 Casos especiales  2.5 Uso de software</p>
3.	<b>Dualidad y Análisis de Sensibilidad</b>	<p>3.1. Teoría primal-dual  3.2. Formulación del problema dual.  3.3. Relación primal-dual.  3.4. Dual-Simplex  3.5. Análisis de sensibilidad: cambio en el vector recursos (<math>b_j</math>) y sus límites, cambio en el vector (<math>C_i</math>) y sus límites, adición de una variable (<math>X_i</math>), cambio en coeficientes tecnológicos (<math>a_{ij}</math>), Adición de una nueva restricción  3.6. Interpretación del análisis de sensibilidad  3.7. Uso de software</p>
4.	<b>Programación Entera</b>	<p>4.1. Introducción y casos de aplicación  4.2. Definición y modelos de programación entera y binario  4.3. Método de Gomory  4.4. Método de bifurcación y acotación  4.5. Uso de software</p>
5.	Tema	<p>5.1. Definición del problema de transporte.  5.2. Método de la esquina noroeste  5.3. El método de aproximación de Vogel.  5.4. Procedimientos de optimización.  5.5. Definición del problema de asignación.  5.6. El método húngaro.  5.7. Uso de software</p>
6.	Tema	<p>6.1. Subtema  6.1.1. Sub-Subtema  6.2. Subtema  6.3. Subtema  6.3.1. Sub-subtema</p>
7.	Tema	<p>7.1. Subtema  7.1.1. Sub-Subtema  7.2. Subtema  7.3. Subtema  7.3.1. Sub-subtema</p>
8.	Tema	<p>8.1. Subtema  8.1.1. Sub-Subtema  8.2. Subtema</p>



		8.3. Subtema 8.3.1. Sub-subtema
9.	Tema	9.1. Subtema 9.1.1. Sub-Subtema 9.2. Subtema 9.3. Subtema 9.3.1. Sub-subtema
10.	Tema	10.1. Subtema 10.1.1. Sub-Subtema 10.2. Subtema 10.3. Subtema 10.3.1. Sub-subtema

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y no como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: analizar los parámetros que contiene un modelo lineal de acuerdo a una situación real, identificando la función objetivo de acuerdo al criterio de optimización, recursos disponibles y relacionando con las restricciones del modelo. A partir de la investigación documental, el alumno realizará un cuadro sinóptico, línea de tiempo o mapa conceptual sobre los conceptos básicos de IO.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio, argumentación de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia el análisis de casos, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de modelos matemáticos y fomentar el trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la Investigación de Operaciones.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, tales como Investigación de Operaciones 2, Administración de Operaciones 1 y 2, Logística y Cadenas de Suministro, entre otras, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Elaborar diferentes formulaciones de problemas lineales e interpretarlos argumentando su solución.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían analizarse y resolverse a través de la Investigación de Operaciones.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y sustentar sus resultados.
- Elaboración de un proyecto final en equipo, en el cual se realice una formulación de un sistema real, y se analicen e interpreten los resultados, a fin de proponer acciones de mejora.
- Utilización de software en diferentes actividades y tareas.
- Análisis de artículos científicos, entregando un reporte del mismo.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Introducción a la investigación de Operaciones

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Identificar las aplicaciones de la Investigación de Operaciones.  Conocer y aplicar la terminología propia de la IO I como variables de decisión, coeficientes tecnológicos, optimización, recursos, condición de no negatividad.  Conocer las etapas de un proyecto de IO I.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analizar sistemas en el entorno desde un punto de vista de la IO I; cuándo es posible mejorarlos a través de esta herramienta.</li><li>• Discutir las etapas de un proyecto de IO I y contrastarlas con los pasos del método científico.</li><li>• Investigar en qué áreas de la actividad de generación de bienes y servicios tienen mayor aplicación las herramientas de la IO I.</li><li>• Identificar las aplicaciones de la IO I en diversas áreas de los negocios como los inventarios, las líneas de ensamble, la reparación de maquinaria o equipo, la prestación de un servicio, la logística, entre otros.</li><li>• Identificar las aplicaciones de la IO I en problemas comunes (dieta, redes, transporte, mezcla de productos, inversión, etc.).</li><li>• Reflexionar sobre los enfoques de la IO I y el respeto que debe existir hacia el medio ambiente, así como la responsabilidad social de las instituciones.</li><li>• Comparar los enfoques de la IO I con diferentes criterios de optimización.</li><li>• Identificar las aplicaciones del método gráfico a dos variables de decisión y sus limitaciones.</li></ul>

## Unidad 2: El método simplex

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer el concepto del método simplex y su aplicación.</p> <p>Conocer el concepto del método de doble fase y su aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar a quien se debe la aportación del método simplex y sus pasos.</li><li>• Discutir los pasos del método simplex.</li><li>• Identificar las variables de entrada y salida</li><li>• Aplicar las operaciones elementales de renglón y columna usando el algoritmo de Gauss-Jordan.</li><li>• Elaborar ejercicios del método simplex en equipo.</li><li>• Reconocer los tipos de soluciones del método simplex (no acotada, sin solución, múltiple, degenerada, etc.).</li><li>• Investigar los pasos del método de doble fase.</li><li>• Discutir los pasos del método de doble fase.</li><li>• Elaborar ejercicios del método de doble fase en equipo.</li><li>• Reconocer los tipos de soluciones del método de doble fase (no acotada, sin solución, múltiple, degenerada, etc.).</li><li>• Investigar y analizar las características de uso de cada uno de los métodos.</li><li>• Comparar los métodos de optimización de modelos lineales.</li></ul>

## Unidad 3: Dualidad y Análisis de Sensibilidad

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer las diferentes formas de relación primal-dual.</p> <p>Conocer y aplicar el método dual simplex</p> <p>Interpretar el análisis de sensibilidad en la toma de decisiones.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar las formas de la relación primal-dual y discutir las en equipos de trabajo.</li><li>• Realizar ejercicios de la relación primo-dual.</li><li>• Investigar y aplicar los pasos del método dual simplex.</li><li>• Elaborar problemas y aplicar el algoritmo del dual simplex.</li><li>• Identificar las variables de entrada y salida de un problema práctico en el método dual simplex.</li><li>• Comparar el dual simplex, con los criterios de optimización de la unidad 2.</li><li>• Identificar y discutir cambios en los parámetros de un modelo lineal, haciendo la interpretación económica para la toma de</li></ul>

	<p>decisiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las implicaciones de sustentabilidad y responsabilidad social que deben considerarse para el sistema bajo estudio.</li> <li>• Comparar los resultados de la IO I manual y los que se obtienen utilizando el software.</li> <li>• Discutir los alcances y limitaciones de cada tipo de criterio de optimización.</li> <li>• Establecer las conclusiones de los resultados obtenidos al utilizar los algoritmos de la IO I en sistemas reales</li> </ul>
--	---

#### Unidad 4: Programación Entera

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar los algoritmos de programación entera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y analizar los tipos 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 unidades anteriores.</li> <li>• Hacer equipos de trabajo para analizar y construir modelos que representen problemas típicos de programación entera en la ingeniería industrial.</li> <li>• Aplicar los aspectos de sustentabilidad y respeto al ser humano que deben considerarse para el sistema bajo estudio.</li> <li>• Comparar los resultados de la IO I modificando diversos parámetros del modelo, estableciendo el análisis de sensibilidad.</li> <li>• Establecer las conclusiones y recomendaciones correspondientes para el modelo estudiado con la IO I.</li> <li>• Comparar los resultados obtenidos de los diferentes métodos de programación entera, utilizando software y aportar conclusiones.</li> </ul>

#### Unidad 5: Transporte de asignación

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocer e investigar los diferentes modelos de solución básica inicial de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar por equipo, una tabla comparativa de los diferentes métodos de solución</li> </ul>

<p>transporte.</p> <p>Desarrollar el algoritmo de transporte para la solución óptima</p>	<p>básica inicial de transporte, analizando las ventajas y desventajas de los diferentes métodos y discutirlos.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar ejercicios prácticos haciendo uso del algoritmo de transporte, indicando las variables de entrada y salida, elaborando la ruta óptima, interpretando los resultados.</li><li>• Comparar los resultados obtenidos, en forma manual y con el software.</li></ul>
--	---

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Bronson, Richard. Operation Research, Editorial Mc Graw Hill. 2ª. Edicion.
2. Davis y Mckeown. Métodos cuantitativos para administración, Editorial Mc Graw Hill.
3. Eppen, G.D., Gould, F.J. Investigación de Operaciones, Prentice Hall, ultima edición.
4. Gallagher y Watson. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. Editorial Mc Graw Hill.
5. Hillier, Frederick S. y Lieberman Gerald. Introducción a la Investigación de Operaciones, Editorial Mc Graw Hill. 8ª Edición.
6. Mathur, Kamlesh, Solow Daniel. Investigación de Operaciones. Prentice Hall. Ultima edición.
7. Moskowitz, Herbert., Wright Gordon. Investigación de Operaciones, Editorial Prentice Hall.
8. Prawda, Juan. Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones (Tomo I y II), Editorial Limusa.
9. Rios Insua, Sixto, Rios Insua David, Problemas de Investigación Operativa, Editorial Ra-Ma, ultima edición.
10. Shamblin, James E. Investigación de Operaciones, . Editorial Mc Graw Hill.
11. Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones, Editorial. Pearson, última Edición.
12. Thierauf, Robert . Investigación de Operaciones, Editorial Limusa.
13. Winston, Wayne. Investigación de Operaciones, Editorial Iberoamericana.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Identificar y analizar, en una organización de la comunidad, las posibles aplicaciones de la Investigación de Operaciones 1, tales como: Planteamiento de problemas prácticos su solución e interpretación de los diferentes métodos de solución (simplex, doble fase, dual simplex, análisis de sensibilidad, interpretación económica y toma de decisiones), método de transporte, programación entera y asignación.
- Formular y resolver problemas para alguna institución del entorno incluyendo la interpretación del problema y sustentando la toma de decisiones.
- Hacer la aplicación de los problemas prácticos utilizando un software disponible, interpretando los resultados obtenidos, así como respaldando la toma de decisiones.