



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Investigación de operaciones
Clave de la asignatura:	DAF-2416
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Desarrollo de Aplicaciones.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Investigación de Operaciones brinda al alumno de Ingeniería en Desarrollo de Aplicaciones la competencia para crear propuestas de modelos matemáticos para las soluciones de problemas de índole organizacional que le permitan a los gerentes contar con alternativas eficaces para la toma de decisiones adecuadas. Además de lo anterior, le permite a este profesionista hacer uso de herramientas para la implementación de los modelos que desarrolla.

Con relación al perfil de egreso de esta carrera impacta en las siguientes competencias:

- Analiza, diseña y construye aplicaciones web, móvil o de cómputo en la nube que satisfacen requerimientos de los usuarios, mediante la aplicación de principios, herramientas, prácticas, metodologías y tecnologías emergentes.
- Formula, diseña, ejecuta y evalúa proyectos de desarrollo de aplicaciones orientados a la satisfacción de necesidades previamente detectadas en las organizaciones, el entorno o la sociedad misma.
- Desarrolla proyectos de inversión viables, empleando como una de las estrategias de solución el uso de nuevas tecnologías, para la satisfacción de necesidades de las organizaciones y la sociedad.
- Desarrolla actividades profesionales para brindar servicios y productos pertinentes a la sociedad, distinguiéndose por ejercer un liderazgo adecuado, participar en equipo y poseer una conducta ética, orientada a la comunicación efectiva y solidaria en asuntos de diversidad, responsabilidad social y de cuidado del ambiente.
- Utiliza modelos de ciencias básicas, ciencias sociales y del área computacional para resolver problemas profesionales de manera ética y sostenible.
- Desarrolla una cultura de investigación, en el ejercicio de su profesión, para entender y resolver problemas desconocidos o explicar el comportamiento de eventos relacionados con la construcción y ejecución de aplicaciones web, móvil o de cómputo en la nube.

Aunque en términos prácticos es una asignatura terminal dentro de la retícula genérica, también, ejerce su contribución con las asignaturas Administración de Proyectos de TI, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión y Mercadotecnia Digital, en lo relativo a la planeación de las actividades del proyecto, ya que brinda las herramientas para la programación de actividades dentro del tema de modelos de redes, específicamente, con PERT y CPM.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Intención didáctica

Dado que dentro de las tecnologías de la información existen herramientas que permiten automatizar los procesos involucrados por los modelos matemáticos vistos en cada uno de los temas, se sugiere desarrollar en los estudiantes su capacidad para la creación de modelos matemáticos específicos para la solución de problemas en los que se pueden aplicar, brindando una práctica manual aceptable para adquirir el dominio de los conceptos y procesos con la solución de pocos problemas, así como una amplia utilización de herramientas de software en la solución de la mayoría de ellos. Además de lo anterior, se recomienda fomentar en los estudiantes la reflexión sobre los resultados obtenidos para que llegue a una buena interpretación sobre ellos.

Esta asignatura consta de seis temas a estudiar. El primero de ellos, denominado introducción y modelado con programación lineal, está orientado a brindar una descripción de las aportaciones de la investigación de operaciones y las tecnologías de la información en la toma de decisiones dentro de las organizaciones. Además de lo anterior, empieza el proceso formativo del educando en investigación de operaciones brindando información y habilidades dentro de la programación lineal. Dado que se enfatiza la aplicación de herramientas, se solicita al catedrático brinde una pequeña formación sobre el empleo de SOLVER en la hoja electrónica de Excel, así como la instalación y uso de AMPL.

El segundo tema gira en torno al modelo simplex y el análisis de sensibilidad, por lo cual, recomienda brindar las bases de cada uno de esos temas, induciendo a los estudiantes a la solución de algunos ejercicios para que adquieran una habilidad básica de la aplicación de ellos y orillándolos a aplicar las herramientas citada en la unidad anterior en la mayor parte de aquellos que les solicite resolver.

El tercer tema es el modelo de transporte y se sugiere tener un trato con él similar al tema anterior, empleando como herramienta TORA u otra que tenga los métodos estudiados en él.

El cuarto de los temas es el modelo de redes y se sugiere que se siga conservando la misma tónica, sin embargo, se le solicita al catedrático que los educandos aprendan lo básico de una herramienta para la administración de proyectos, específicamente, en lo relativo al programación y control de actividades de un proyecto. Las herramientas empleadas pueden ser MSPProject, GanttProject o algo similar.

El quinto tema abarca el sistema de inventarios para el cual el tratamiento será desde la comprensión y la resolución de ejercicios para adquirir habilidades de gestión de ellos.

El último de los temas gira en torno a la simulación, la cual es una herramienta que puede ser empleada para la predicción o mejora de comportamiento de sistemas de producción u organizacionales. Aquí se sugiere dejar de lado la bibliografía propia de investigación de operaciones y centrarse en una de simulación como la de (García Dunna et al., 2013), ya que las aportaciones que realiza desarrollan mejor las competencias esperadas. Dado la disposición del tiempo, se sugiere que se les pida a los estudiantes la práctica y el estudio del tema simulaciones de variables aleatorias, encargándose el maestro de brindar los subtemas anteriores.

Para terminar, las competencias genéricas que más se desarrollan dentro de esta asignatura son trabajo en equipo, capacidad de análisis y síntesis, así como solución de problemas.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico Nacional de México 23 de octubre del 2023	Representantes del Instituto Tecnológico de Chetumal	Presentación de la propuesta de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Aplicaciones.
Instituto Tecnológico de Querétaro Campus Norte del 19 al 22 de marzo 2024.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Chetumal, Ensenada, La Zona Olmeca, Querétaro, Villahermosa. Tecnológicos Superiores de: Huetamo, Mario Molina Pasquel y Henríquez (unidad Mascota), Purhépecha. Representante de Ciencias Básicas de los Institutos de: Celaya, Morelia y CIIDET.	Diseño y/o desarrollo curricular de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Aplicaciones.
Tecnológico Nacional de México del 22 al 24 de abril del 2024.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de Chetumal y Villahermosa.	Contraste y ajuste de las asignaturas Ing. en Desarrollo de Aplicaciones con respecto a las de Ing. en Inteligencia Artificial, Ing. en Ciberseguridad e Ingeniería en Ciencia de Datos.
Tecnológico Nacional de México del 27 al 31 de mayo de 2024	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Chetumal, Ensenada, La Zona Olmeca, Villahermosa.	Consolidación curricular de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Aplicaciones.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Crea soluciones oportunas y pertinentes, aplicando modelos y procesos analíticos de investigación de operaciones, para la disposición de alternativas de solución en la toma de decisiones relacionadas con procesos productivos o administrativos.



5. Competencias previas

- Aplica los conceptos de la teoría de la probabilidad y estadística para organizar, clasificar, analizar, representar e interpretar datos para la toma de decisiones en aplicaciones de las distintas ingenierías.
- Resuelve problemas de modelos lineales aplicados en ingeniería para la toma de decisiones de acuerdo con la interpretación de resultados utilizando matrices y sistemas de ecuaciones. Analiza las propiedades de los espacios vectoriales y las transformaciones lineales para vincularlos con otras ramas de las matemáticas y otras disciplinas.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción y modelado con programación lineal.	<ul style="list-style-type: none">1.1. Resumen de la participación de investigación de operaciones y las TIC's en la toma de decisiones<ul style="list-style-type: none">1.1.1. Introducción.1.1.2. Enfoques distintos para la toma de decisiones.1.1.3. Modelado matemático con la investigación de operaciones.1.1.4. Modelado con analítica.1.1.5. Inteligencia artificial.1.1.6. Aprendizaje de máquina.1.2. Modelado con programación lineal<ul style="list-style-type: none">1.2.1. Modelado de dos variables.1.2.2. Solución gráfica.1.2.3. Solución computacional con hoja electrónica de cálculo.1.2.4. Aplicaciones de la programación lineal.
2	Método Simplex y análisis de sensibilidad.	<ul style="list-style-type: none">2.1. El modelo de programación lineal en la forma de la ecuación.2.2. Transición de la forma gráfica a la solución algebraica.2.3. Método simplex.2.4. Soluciones iniciales para programaciones lineales de "mal comportamiento".2.5. Casos especiales del método simplex.2.6. Análisis de sensibilidad.
3	Modelo de transporte.	<ul style="list-style-type: none">3.1. Definiciones.3.2. Aplicaciones no tradicionales del modelo.3.3. El modelo de asignación.3.4. El modelo de transbordo.



4	Modelos de redes.	4.1. A Enfoque y definición del modelo de redes. 4.2. Algoritmo de árbol de expansión mínimo. 4.3. El problema de la ruta más corta. 4.4. Modelo de flujo máximo. 4.5. CPM y PERT 4.6. Problema de flujo capacitado de costo mínimo.
5	Modelado de inventario.	5.1. A El problema de los inventarios. 5.2. Perspectiva de la cadena de suministros en el problema de inventarios. 5.3. Modelos de cantidad de orden económica, estáticos y determinísticos. 5.4. Modelos probabilísticos de revisión continua. 5.5. Modelos probabilistas de un solo período. 5.6. Modelos probabilísticos de períodos múltiples.
6	Eventos discretos y simulaciones de Monte Carlo.	6.1. Conceptos de simulación. 6.2. Simulación de Monte Carlo. 6.3. Números pseudoaleatorios. 6.4. Variables aleatorias. 6.5. Simulaciones de variables aleatorias.

6. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción y modelado con programación lineal	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Explica las aportaciones que hacen las tecnologías de información y la investigación de operaciones, considerando características generales de cada una, para la mejora de la toma de decisiones. Diseña modelos de programación lineal, considerando las recomendaciones y buenas prácticas recomendadas en ella, para el uso óptimo de recursos.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Trabajo en equipo. Capacidad de análisis y síntesis. Solución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> En equipo de trabajo realizar las actividades seleccionadas por el catedrático, conforme a los criterios y los resultados especificados por él. Elaborar un informe sobre la aplicación de la investigación de operaciones, la inteligencia artificial, el aprendizaje de máquina y el modelado analítico. Empleando la información de (Taha, Operations Research: An Introduction 11th Edición, 2022). Realizar ejercicios de modelado con programación lineal donde aplique la solución gráfica. Estudiar el lenguaje de modelado AMPL, cuya descripción se encuentra en (Taha, Operations Research: An Introduction 11th Edición, 2022). Efectuar ejercicios de programación lineal donde se aplique la funcionalidad de SOLVER de Excel para resolverlos.



1. Introducción y modelado con programación lineal	
Competencias	Actividades de aprendizaje
	<ul style="list-style-type: none">Resolver ejercicios de programación lineal similares a los expuestos sobre la aplicación de esta conforme a (Taha, INVESTIGACION DE OPERACIONES. Décima edición, 2017) y (Taha, Operations Research: An Introduction 11th Edición, 2022).
2. Método Simplex y análisis de sensibilidad	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Genera soluciones óptimas fiables, aplicando el método simplex y el análisis de sensibilidad, para problemas de ingeniería donde se requiera el alcance de valores máximos o mínimos en los resultados, dado un conjunto de restricciones.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Trabajo en equipo.Capacidad de análisis y síntesis.Solución de problemas.Iniciativa y espíritu emprendedor.	<p>En equipo de trabajo realizar las actividades seleccionadas por el catedrático, conforme a los criterios y los resultados especificados por él.</p> <ul style="list-style-type: none">Resolver ejercicios aplicando el método simplex.Resolver ejercicios aplicando el método de sensibilidad.Resolver ejercicios que inician con una solución artificial.Resolver ejercicios donde se aplique software tales como TORA, AMPL y SOLVER de Excel.Elaborar un informe sobre la solución de los casos de estudio propuestos por (Taha, INVESTIGACION DE OPERACIONES. Décima edición, 2017), (Taha, Operations Research: An Introduction 11th Edición, 2022), (Hillier & Lieberman, 2021) y (Hillier & Lieberman, 2023).
3. Modelo de transporte	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Planea rutas de transporte adecuadas, aplicando técnicas de investigación de operaciones, para lograr un costo mínimo en el traslado de recursos o productos de un sitio geográfico a otro.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Trabajo en equipo.Capacidad de análisis y síntesis.Solución de problemas.	<p>En equipo de trabajo realizar las actividades seleccionadas por el catedrático, conforme a los criterios y los resultados especificados por él.</p> <ul style="list-style-type: none">Resolver ejercicios o problemas donde se aplique el algoritmo del transporte.Resolver ejercicios donde se apliquen TORA, AMPL y SOLVER.Resolver ejercicios donde se aplique el método de asignación húngaro.Resolver ejercicios donde se aplique el modelo de transbordo.Elaborar un informe sobre la solución de casos de estudio propuestos por (Taha, Operations Research: An Introduction 11th Edición, 2022), (Taha, INVESTIGACION DE OPERACIONES. Décima edición, 2017), (Hillier & Lieberman, 2021) y (Hillier & Lieberman, 2023).



4. Modelos de redes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <p>Plantea modelos de redes, considerando las buenas prácticas y tipos estudiados acerca de ellas, para la solución de problemas relacionados con el flujo máximo, la determinación de la ruta más corta, así como el control de tiempo, costo y esfuerzo dentro de la ejecución de un proyecto.</p> <p>+</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Trabajo en equipo.• Capacidad de análisis y síntesis.• Solución de problemas.	<p>En equipo de trabajo realizar las actividades seleccionadas por el catedrático, conforme a los criterios y los resultados especificados por él.</p> <ul style="list-style-type: none">• Resolver ejercicios o problemas de la ruta más corta.• Resolver ejercicios o problemas de flujo máximo.• Resolver problemas o ejercicios de PERT o CPM.• Resolver problemas de flujo capacitado de costo mínimo.• Estudiar un vídeo o un manual de operación de MSProject, si esta aplicación está disponible en la institución, o de una gratuita tal como GanttProject. Para esta última, se pueden emplear el curso de (PrograKids, 2022) o el de (Video Tutoriales Educación, 2014). El objetivo es, después de haber aprendido la herramienta, hacer la planeación de un proyecto, usando la herramienta instalada.• Elaborar un informe sobre la solución de casos de estudio propuestos por (Taha, Operations Research: An Introduction 11th Edición, 2022), (Taha, INVESTIGACION DE OPERACIONES. Décima edición, 2017), (Hillier & Lieberman, 2021) y (Hillier & Lieberman, 2023).
5. Modelado de Inventarios	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <p>Crea estrategias de gestión de inventarios, empleando modelos determinísticos, para la satisfacción, al menor costo posible, de necesidades de recursos usados por una organización o productos ofrecidos a los clientes.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Trabajo en equipo.• Capacidad de análisis y síntesis.• Solución de problemas.	<p>En equipo de trabajo realizar las actividades seleccionadas por el catedrático, conforme a los criterios y los resultados especificados por él.</p> <ul style="list-style-type: none">• Resolver ejercicios donde se apliquen los modelos de cantidad de orden económica, estáticos y determinísticos.• Resolver ejercicios donde se aplique el modelo probabilístico de revisión continua.• Resolver ejercicios donde se apliquen modelos probabilistas de un solo período.• Resolver ejercicios donde se apliquen modelos probabilísticos de períodos múltiples.• Elaborar un informe sobre la solución de casos de estudio propuestos por (Taha, Operations Research: An Introduction 11th Edición, 2022), (Taha, INVESTIGACION DE OPERACIONES. Décima edición, 2017), (Hillier & Lieberman, 2021) y (Hillier & Lieberman, 2023).



6. Eventos discretos y simulaciones de Monte Carlo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Crea modelos que emulan el comportamiento de un evento o sistema, empleando conceptos y procesos de probabilidad y estadística, para la obtención de indicadores que le permitan la toma de decisiones acerca de la mejora de su comportamiento o diseño.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo. • Capacidad de análisis y síntesis. • Solución de problemas. 	<p>En equipo de trabajo realizar las actividades seleccionadas por el catedrático de la bibliografía de (García Dunna et al., 2013), conforme a los criterios y los resultados especificados por él.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un informe sobre el tema simulación de variables aleatorias de (García Dunna et al., 2013). • Resolver problemas de variables aleatorias. • Realizar un informe los casos de estudio elaborados por (García Dunna et al., 2013). • Resolver problemas de simulación de variables aleatorias.

8. Práctica(s)

- Modelar un sistema real contextualizándolo y resolverlo manualmente.
- Aplicar un método de solución del problema de transporte y resolverlo manualmente.
- Aplicar un método de solución del problema de asignación y resolverlo manualmente.
- Resuelva un problema del camino más corto utilizando software especial o un lenguaje de programación.
- Construya la ruta crítica y evalúe un problema real.
- Hacer la ejemplificación de los modelos determinísticos de los sistemas de inventarios.
- Resolver un problema de la literatura correspondiente de un sistema de inventarios utilizando un software

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

Debido al enfoque práctico de la asignatura, se recomienda hacer una combinación de algunos de los siguientes elementos para llevar a cabo la evaluación:

- Estudio de casos.
- Ejercicios.
- Informes.
- Examen.

11. Fuentes de información

1. Boucherie, R. J., Tijms, H., & Braaksma, A. (2021). Operations Research: Introduction To Models And Methods. World Scientific.
2. García Dunna, E., García Reyes, H., & Cárdenas Barrón, L. E. (2013). Simulación y Análisis de Sistemas con Promodel. Pearson.
3. Boucherie, R. J., Tijms, H., & Braaksma, A. (2021). Operations Research: Introduction To Models And Methods. World Scientific.
4. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2023). Introducción a la Investigación de Operaciones. Undécima edición. McGraw-hill .
5. Hillier, F., & Lieberman, G. (2021). ISE Introduction to Operations Research 11th. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
6. PrograKids. (1 de febrero de 2022). Curso de GanttProject de Principiante a Experto. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=8XJ1XmR40Y0&list=PLxCDcDTkuZR3WTzF0zcOxuaDnFKDMSGn&index=1>
7. Taha, A. A. (2017). INVESTIGACION DE OPERACIONES. Décima edición. Pearson.
8. Taha, A. A. (2022). Operations Research: An Introduction 11th Edición. Pearson.
9. Video Tutoriales Educación. (2 de octubre de 2014). Tutorial Ganttproject - 01/04 Instalación. Propiedades del Proyecto. Crear recursos del proyecto. YouTube
https://www.youtube.com/watch?v=I-Kyh53DgIY&list=PLLLaU95AMQPphux5Ka_QfriOkme5Z-Ua