

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Modelos de Optimización de Recursos
Clave de la asignatura:	ICC-1028
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería Civil

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Ante el panorama de incertidumbre que caracteriza el desarrollo de las sociedades contemporáneas, los procesos para la toma de decisiones en cualquier organización se tornan cada vez más complejos. Ello ha generado la necesidad de herramientas cada vez más sofisticadas que proporcionen una base objetiva y rigurosa a la adopción de decisiones en el uso y optimización de los recursos y procesos. En ese sentido, el uso de la matemática clásica en sistemas organizacionales más complejos se ha tornado insuficiente. De ahí que a lo largo del siglo XX, sobre todo en la segunda mitad, dentro de los útiles y artificios que se han desarrollado para hacer frente a esa complejidad, se puede subrayar la importancia de la programación matemática (lineal, cuadrática, dinámica) y de todas aquellas técnicas que agrupadas en la Investigación de Operaciones (problemas de transporte, asignación, flujos óptimos, inventarios, etc. etc.) se han visto potenciadas con el desarrollo de las computadoras a fines del siglo pasado.

La amplitud de aplicación de los modelos para la toma de decisiones que proporciona la Investigación de Operaciones se ve cada vez más promisoria, yendo desde los campos profesionales que tradicionalmente ha cubierto, hasta campos en los que anteriormente su aplicación pudiera considerarse impensable, como el campo de las ciencias médicas y las ciencias sociales. En los terrenos de la práctica ingenieril, la Investigación Operativa ha transitado de la ingeniería industrial, como campo profesional por excelencia, hacia otras ramas de la ingeniería, incluyéndose de manera destacada al campo profesional de la ingeniería civil.

En ese contexto, la asignatura de Modelos de Optimización de Recursos aporta al perfil profesional del Ingeniero Civil las bases para el desarrollo de las capacidades necesarias que le permitan incidir en el proceso de la toma de decisiones desde la perspectiva organizacional, con el propósito de optimizar procesos y recursos inherentes al ámbito de la práctica de la ingeniería civil.

La estructuración de la asignatura se fundamenta en los principios de la escuela de la administración científica, particularmente en aquellos que tienen que ver con la consolidación de la investigación operativa como campo de estudio que, en el contexto de la problemática organizacional, aspira a proporcionar los mejores cursos de acción en la toma de decisiones bajo la premisa de la escasez de recursos.

Por sus contenidos la asignatura guardará una estrecha relación con todas las asignaturas comprendidas en el área específica de la construcción en las cuales se aborden temas que tengan que ver con procesos de toma de decisiones respecto a tres tipos de recursos: recursos humanos, temporales (de tiempo) y económico-financieros. En ese sentido la asignatura se relaciona directamente con temas comprendidos en las asignaturas de costos y presupuestos, administración de la construcción y evaluación de proyectos.

Intención didáctica

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El programa de la asignatura de Modelos de Optimización de Recursos está estructurado en seis temas, en las cuales se tratarán tanto modelos determinísticos como modelos probabilísticos. Se sugiere que el docente, en la primera tema, haga énfasis en las características, diferencias y razones de ambos modelos. En este mismo tema se abordará el proceso de la toma de decisiones de manera general y particularizando su importancia en el ámbito de la ingeniería civil.

En el segundo tema se cubre uno de los temas clásicos por excelencia de la Investigación de Operaciones: la Programación Lineal. En este tema se sugiere esquematizar los formatos en los que es posible encontrar los modelos matemáticos de programación lineal a fin de que el estudiante pueda deducir las diferencias entre el formato canónico, formato estándar y formato libre. Dadas las limitaciones de tiempo en las que se desarrollarán los contenidos del curso, para el modelado y aplicación de los algoritmos de solución de los problemas, se sugiere que el docente durante la clase aborde los casos generales, quedando el estudiante con una carga ponderada de problemas diversos a resolver de manera extraclase con la asesoría del docente.

En el tercer tema, en lo que respecta al problema de transporte, dado que no es posible cubrir todos los métodos para la determinación de la Solución Básica Factible Inicial, se sugiere abordar el método clásico de la Esquina Noroeste y contrastarlo con uno de los métodos que ofrecen mayor ventaja como puede ser el método de Aproximación de Voguel. A manera de propiciar en el estudiante la búsqueda y análisis de este tema, es posible que, tanto en el tema de transporte como en el de asignación, el docente ilustre el planteamiento de los problemas de ambos temas con los casos ideales, es decir cuando las situaciones se encuentran en equilibrio, quedando bajo la responsabilidad del estudiante la manera de resolver las situaciones de desequilibrio, siempre bajo la asesoría del docente.

En el mismo contexto, en el cuarto tema puede ser tratada por el docente ilustrando los casos generales y las similitudes en los problemas de el camino más corto, el árbol de expansión mínima y el flujo máximo en redes, en ese sentido el estudiante tendrá que investigar la solución de casos particulares.

En el tema correspondiente a los modelos de control de proyectos es necesario que el docente haga énfasis en el por qué la variable tiempo convenientemente se trata bajo un contexto de certidumbre cuando se aplica la técnica del CPM y por qué cuando se hace uso del PERT el contexto es más apegado a la realidad al incorporar la incertidumbre. En este mismo tema, en el subtema correspondiente a la relación tiempo-costo será necesario explicar de los costos involucrados en la ejecución de un proyecto, tanto directos como indirectos, y su importancia en la determinación de la duración óptima de un proyecto

En el último tema, se sugiere explicar de manera general el concepto y proceso de simulación, induciendo a los alumnos en la búsqueda de aplicaciones del tema en la práctica de la ingeniería civil. La ejemplificación del proceso de simulación aplicado en casos concretos se sugiere que pueda hacerse a manera de talleres con el uso indispensable de la computadora.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Chetumal del 19 al 23 de octubre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Civil, Licenciatura en Biología y Arquitectura.

	Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	
Instituto Tecnológico de Oaxaca del 8 al 12 de marzo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Civil, Licenciatura en Biología y Arquitectura.
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, del 27 al 30 de noviembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Cd. Victoria, Chetumal, Chilpancingo, Durango, Huixquilucan, La Paz, Matamoros, Nogales, Oaxaca, Oriente del Estado de Hidalgo, Tapachula, Tehuacán, Tepic, Tuxtepec.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Civil y Arquitectura.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chilpancingo, Durango y Tuxtepec.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Planea, modela y resuelve problemas relacionados con el uso óptimo de los recursos en las organizaciones.

5. Competencias previas

- Resolver problemas de aplicación e interpretar las soluciones utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales para las diferentes áreas de la ingeniería.
- Conocer y aplicar las distribuciones de probabilidad
- Conocer los elementos básicos para integrar una investigación

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	El enfoque sistémico en las organizaciones. Conceptos y problemas	1.1. El proceso de la toma de decisiones y la investigación operativa. 1.2. Concepto y clasificación de sistemas 1.3. Concepto y tipología de modelos
2	El modelo de programación lineal	2.1. El planteamiento del problema de P. L. 2.2. El modelo primal y el dual. 2.3. La interpretación geométrica. 2.4. El método simplex tabular. 2.5. Análisis de sensibilidad: cambios en los coeficientes objetivos, cambios en los recursos y cambios en los coeficientes tecnológicos. 2.6. Uso de software.
3	Algoritmos especiales de Programación Lineal	3.1. El problema de transporte: planteamiento del problema, determinación de la Solución Básica Factible Inicial, el criterio de optimabilidad y el algoritmo de mejoramiento de la solución (Ruta de los signos). 3.2. El problema de asignación: planteamiento del problema, Algoritmo para determinar la asignación óptima. 3.3. El uso de software
4	Modelos de flujos en redes	4.1. El modelo del camino más corto. 4.2. El modelo de flujo máximo. 4.3. El modelo del árbol de expansión mínima. 4.4. Uso de software.
5	Modelos para la planeación, programación y control de proyectos de construcción	5.1. Construcción de redes de actividades de un proyecto. 5.2. Aplicación métodos de planeación, programación y control de proyectos para determinar la ruta crítica bajo condiciones de

		<p>certidumbre e incertidumbre.</p> <p>5.3. Relación tiempo-costo en la duración de un proyecto: variación del tiempo de un proyecto de acuerdo con los costos fijos y variables. Determinación de la duración óptima por medio de la compresión de redes.</p> <p>5.4. Nivelación de recursos.</p> <p>5.5. Uso de software.</p>
6	Modelación y simulación de operaciones y procesos.	<p>6.1. El proceso de simulación: Concepto, elementos y fases.</p> <p>6.2. Aplicaciones de la simulación en problemas de líneas de espera e inventarios.</p> <p>6.3. Uso de software.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. El enfoque sistémico en las organizaciones. Conceptos y problemas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Especifica(s): Interpreta el proceso de la toma de decisiones bajo el enfoque sistémico y la investigación operativa. Identifica las características básicas de los modelos que desarrolla la investigación.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). Capacidad para tomar decisiones Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un reporte de las etapas fundamentales del proceso de toma de decisiones. Realizar un esquema gráfico del concepto de sistema, así como la clasificación que hay sobre ellos. Investigar y elaborar un reporte del desarrollo que ha tenido la Investigación de operaciones y sus aplicaciones en la ingeniería civil. Elaborar un mapa de conceptos donde identifique sistemas de su entorno y sus componentes desde el punto de vista organizacional. Elaborar un ensayo sobre las ventajas comparativas que tiene el enfoque científico en la toma de decisiones en las organizaciones
2. El modelo de Programación Lineal	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantea y modela problemas que involucren variables lineales en el uso de los recursos. Determina los valores de las variables de decisión de los modelos de programación lineal utilizando el método gráfico y el analítico. Aplica el análisis de sensibilidad a problemas de programación lineal. Utiliza software apropiado para la solución de problemas de programación lineal. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y desarrollar un esquema gráfico en donde indique los componentes básicos de un modelo de programación lineal en el planteamiento de un problema: la función objetivo, el vector de costos/beneficios, el vector de recursos disponibles o requerimientos mínimos y la matriz de coeficientes tecnológicos. Interpretar gráficamente: el significado de los componentes de un modelo de programación, el concepto de región de soluciones factibles y

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para organizar y planificar el tiempo. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. 	<p>los valores de las variables de decisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar e interpretar los componentes básicos del algoritmo del método simplex tabular: Las variables excedentes y faltantes, determinación del Grupo Básico Inicial, el criterio de Optimalidad, Determinación de la Variable entrante y variable saliente. • Desarrollar un documento en el que se resuelvan en ejercicios extraclase problemas relativos al tema, tanto de manera manual como con la utilización del software. • Integrar equipos de trabajo con el propósito de intercambiar opiniones, dudas y formas de trabajo. • Indagar en internet sobre el desarrollo y aplicaciones de los temas en el ámbito de la ingeniería civil .y entregar un reporte
<p>3. Algoritmos especiales de Programación Lineal</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Define las características de los algoritmos especiales de Programación Lineal respecto de los problemas clásicos. • Modela fenómenos relativos a problemas de transporte y asignación. • Determina soluciones óptimas a problemas de transporte y asignación utilizando los algoritmos específicos en cada caso. • Utiliza e interpreta el software en la solución de problemas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para organizar y planificar el tiempo. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y elaborar un reporte del problema de transporte cuando la oferta no se encuentra en equilibrio con la demanda. • Investigar y exponer las diferencias y ventajas comparativas que existen entre los distintos métodos para determinar la solución básica factible inicial de un problema de transporte. • Investigar y elaborar un reporte del tratamiento a problemas de asignación en los que el número de asignados es distinto al número de tareas, • Desarrollar un documento en el que se resuelvan ejercicios extraclase relativos al tema de transporte y asignación tanto de manera manual como con la utilización del software • Investigar en internet sobre el desarrollo y aplicaciones de los temas en el ámbito de la ingeniería civil y entregar un reporte.
<p>4. Modelos de Flujo en Redes</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce y emplea la terminología de la teoría de redes o grafos. • Aplica los algoritmos de solución a problemas para determina la ruta más corta, la longitud mínima y el flujo máximo de una red. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un glosario en el que se definan por varios autores los términos de más importantes y de mayor utilidad de la teoría de grafos o redes. • Investigar y exponer la aplicación de los flujos en redes en el ámbito de la ingeniería civil.

<ul style="list-style-type: none"> Utiliza e interpreta el software en la solución de problemas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para organizar y planificar el tiempo. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar diagramas de flujo en el que se expresen los algoritmos desarrollados para la determinación de la ruta más corta, la longitud mínima y el flujo máximo. Investigar y elaborar un reporte de las diferencias y similitudes en problemas de determinación de la ruta más corta, el árbol de expansión mínima y el flujo máximo de una red. Desarrollar un documento en el que se resuelvan ejercicios extraclase relativos al tema de flujo en redes, tanto de manera manual como con la utilización del software.
<p>5. Métodos para planeación programación y control de proyectos.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Representa mediante redes o grafos las relaciones de precedencias y consecuencias entre las actividades de un proyecto. Determina la duración de un proyecto, tanto en condiciones determinísticas como de incertidumbre Obtiene la duración óptima de un proyecto con base en la relación tiempo-costos del proyecto. Aplica el procedimiento en la nivelación de los recursos para la ejecución del proyecto. Utiliza e interpreta el software en la solución de problemas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para organizar y planificar el tiempo. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> Construir los conceptos de proyecto, actividad y recurso Investigar y exponer la representación de proyectos en el ámbito de la ingeniería civil Interpretar las diferencias en la representación de un proyecto mediante la Red de Actividades por Flechas o Arcos y la Red de Actividades por Nodos. Interpretar el concepto de Ruta Crítica de un Proyecto, así como el concepto de holgura de una actividad. Analizar y exponer las diferencias existentes en la determinación de la duración de un proyecto con y sin incertidumbre. Explicar la relación que existe entre el tiempo de duración de un proyecto y los costos directos e indirectos del mismo. Desarrollar un documento en el que se resuelvan ejercicios extraclase relativos al tema de planeación, programación y control de proyectos, tanto de manera manual como con la utilización del software
<p>6. Modelación y simulación de operaciones y procesos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplica el proceso y utilidad de las técnicas de simulación y en la solución de problemas de la ingeniería civil. Plantea y resuelve de problemas de simulación en el ámbito de la ingeniería civil. Utiliza de software en la solución de 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un glosario en el que se definan por varios autores los términos de más importantes y de mayor utilidad en el tema de simulación. Elaborar mapas conceptuales para la comprensión del proceso de simulación. Elaborar diagramas de flujo en el que se exprese el proceso de simulación en la

<p>problemas de simulación. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para organizar y planificar el tiempo. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad crítica y autocrítica. 	<p>solución de problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar y exponer la aplicación de procesos de simulación en problemas relacionados con la práctica de la ingeniería civil. • Analizar las ventajas y desventajas que ofrece la simulación en la solución de problemas • Realizar ejercicios de simulación con la ayuda de la computadora
---	--

8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar prácticas para establecer niveles de demanda y suministro para la ejecución de una obra para optimizar costo de transporte. • Realizar diagramas de flujo para determinar la ruta más corta, la longitud mínima y el flujo máximo.

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

<p>La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje utilizando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de proyectos. (problemarios, examen escrito que requiera aplicación de procedimientos y resolución de ejercicios, listas de cotejo en trabajos de investigación, rúbricas para la evaluación de las prácticas). • Fomentar la autoevaluación y coevaluación. • Proyecto de asignatura. • Portafolio de evidencias.

11. Fuentes de información

- Arcudia, Carlos E.; Pech Pérez, Josué y Álvarez Romero, Sergio O. 2005. La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas”. Revista digitalizada de Ingeniería UADY. (25-36). <http://www.ingenieria.uady.mx/revista/volumen9/laempresa.pdf> > (con acceso 25/09/09).
- Arreola Risa J., y Arreola Risa, A. “Programación Lineal”. Una Introducción a la toma de decisiones cuantitativas”. Edit. Thomson. México, 2003.
- Bellini, M. Franco. “Investigación de Operaciones”. Apuntes de curso. Universidad de Santa María. Caracas, Ven. Localizado en <<http://www.investigacionoperaciones.com/contenido.htm>> Con acceso Marzo del 2009.
- Concepción Maroto, Javier Alcaraz Soria, Rubén Ruiz García. “Investigación Operativa: Modelos y Técnicas de Optimización”, Edición: Valencia, 2002, ISBN 9788497052399
- CPM.pdf> 1-26. Con acceso en Octubre de 2009.
- Hillier y Lieberman. “Investigación de Operaciones”. 8ª. Edición. Edit. Mac Graw Hill. México. D. F., 2008.
- Jensen A. Paul y Bard F. Jonathan. “Operation Researchs. Models and Methods”. John Wiley and Sons. New York. U.S.A. 2003.
- Larson C. Richard and Odoni R. Amadeo “Urban Operation Research. Logistal and transportation planning methods. Massachusetts Institute of Technology. 2002. Libro electrónico localizado en la página < http://web.mit.edu/urban_or_book/www . Acceso en Enero de 2008.
- Quesada Ibarguen, Victor M. y Vergara Schmalbac, Juan C. “Análisis cuantitativo con WINQSB”. Universidad de Cartagena, Col. Libro electrónico, localizado en la página <<http://www.eumed.net/libros/2006c/216/index.htm>>. Acceso en Mayo de 2008.
- Rodríguez Romelia, Liedo. “Técnicas de Gantt, CPM Y PERT”. Artículo. Localizado en: <<http://www.romeliarodriguezv.com.ve/files/Tecnicas%20GANTT,%20PERT%20y%20>
- Serpell, Alfredo. “Administración de operaciones en construcción”. 2ª. Edición. Edit. Alfaomega-Ediciones Universidad de Chile. México. 2002.