

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Modelos de Optimización de Recursos
Carrera :	Ingeniería Civil
Clave de la asignatura :	ICC-1028
SATCA ¹	2-2-4

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.) 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 promisorio, 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

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

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.

El programa de la asignatura de Modelos de Optimización de Recursos esta estructurado en seis unidades, en las cuales se tratarán tanto modelos determinísticos como modelos probabilísticos. Se sugiere que el profesor, en la primera unidad, haga énfasis en las características, diferencias y razones de ambos modelos. En esa misma unidad se abordará el proceso de la toma de decisiones de manera general y particularizando su importancia en el ámbito de la ingeniería civil.

En la segunda unidad se cubre uno de los temas clásicos por excelencia de la Investigación de Operaciones: la Programación Lineal. En esta unidad se sugiere esquematizar los formatos en los que es posible encontrar los modelos matemáticos de programación lineal a fin de que el alumno 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 profesor durante la clase aborde los casos generales, quedando al alumno una carga ponderada de problemas diversos a resolver de manera extraclase con la asesoría del profesor.

En la tercera unidad, 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 Vogel. A manera de propiciar en el alumno la búsqueda y análisis de material sobre el tema, es posible que, tanto en el tema de transporte como en el de asignación, el profesor 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 alumno la manera de resolver las situaciones de desequilibrio, siempre bajo la asesoría del profesor.

En el mismo contexto, la cuarta unidad puede ser tratada por el profesor 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 alumno tendrá que investigar la solución de casos particulares.

En el tema correspondiente a los modelos de control de proyectos es necesario que el profesor 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 esa misma unidad, en el subtema correspondiente a la relación tiempo-costos 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 la última unidad, 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.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas: ▪ Plantear, modelar y resolver problemas relacionados con el uso óptimo de los recursos en las organizaciones.	Competencias genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales <u>Competencias sistémicas</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro	
---	---	--

4.- HISTORIA 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 Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Civil.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 26 de octubre de 2009 al 5 de marzo de 2010.	Academias de Ingeniería Civil de los Institutos Tecnológicos de: Chilpancingo.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Civil.
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 la Carrera de Ingeniería Civil.

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Plantear, modelar y resolver problemas relacionados con el uso óptimo de los recursos en las organizaciones.

6.- 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.

7.- TEMARIO

Unidad	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 línea	3.1. El problema de transporte: planteamiento del problema, determinación de la Solución Básica Factible Inicial, el criterio de optimalidad 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 el control de proyectos. Las técnicas PERT-CPM	5.1. Construcción de redes de actividades de un proyecto 5.2. Aplicación del PERT-CPM para determinar la ruta crítica bajo condiciones de certidumbre e incertidumbre. 5.3. Relación tiempo-costos 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. 5.4. Nivelación de recursos. 5.5. Uso de software.
6.	Modelación y simulación de operaciones y procesos	6.1. El proceso de simulación: Concepto, elementos y fases. 6.2. Las técnicas Montecarlo 6.3. Aplicaciones de la simulación en problemas de líneas de espera e inventarios. 6.4. Uso de software.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

Al iniciar el curso:

- Explicar el origen y desarrollo de la asignatura, el por qué de su ubicación dentro de la retícula de la carrera y la manera en la que los contenidos contribuyen al desarrollo del perfil profesional. Asimismo, plantear a los alumnos claramente las reglas que regirán el desarrollo del curso, las responsabilidades y compromisos de todos.

En el desarrollo del curso:

- Promover a que el alumno se oriente hacia un proceso educativo en el cual se transite de la cultura del estudiante pasivo y receptivo a una del estudiante activo y propositivo, con autonomía respecto al profesor para la construcción del conocimiento y con espíritu de socializar entre sus compañeros no solamente sus logros, sino también sus dudas y dificultades.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado 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 la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- 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 argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Propiciar la crítica y la autocrítica en el marco del respeto y tolerancia.
- Realizar actividades diagnósticas periódicas sobre el desarrollo del curso con el propósito de corregir fallas.

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:

- Información obtenida durante las investigaciones y solución de ejercicios solicitados plasmados en documentos escritos.
- Participación en exposiciones temáticas, tanto de manera individual como en el trabajo desarrollado por equipos
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: El enfoque sistémico en las organizaciones. Conceptos y problemas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Interpretar el proceso de la toma de decisiones bajo el enfoque sistémico y la investigación operativa. Identificar las características básicas de los modelos que desarrolla la investigación de operaciones.	• Investigar sobre las etapas fundamentales del proceso de toma de decisiones. • Investigar sobre el concepto de sistema, así como la clasificación que hay sobre ellos. • Investigar sobre el desarrollo que ha tenido la Investigación de operaciones y sus aplicaciones en la ingeniería civil. • Analizar e identificar sistemas de su entorno y sus componentes desde el punto de vista organizacional. • Reflexionar sobre las ventajas comparativas que tiene el enfoque científico en la toma de decisiones en las organizaciones.

Unidad 2: El modelo de Programación Lineal

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Plantear y modelar problemas que involucren variables lineales en el uso de los recursos. Determinar los valores de las variables de decisión de los modelos de programación lineal utilizando el método gráfico y el algoritmo del método simplex. Aplicar el análisis de sensibilidad a problemas de programación lineal Utilizar software apropiado para la solución de problemas de programación lineal.	• Identificar 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 los valores de las variables de decisión. • 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.
--	--

Unidad 3: Algoritmos especiales de Programación Lineal

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Definir las características de los algoritmos especiales de Programación Lineal respecto de los problemas clásicos. Modelar fenómenos relativos a problemas de transporte y asignación. Optimizar soluciones a los problemas de transporte y asignación utilizando los algoritmos específicos en cada caso. Utilizar e interpretar el software en la solución de problemas	• Indagar e interpretar el tratamiento al 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. • Indagar e interpretar el 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 • Indagar en internet sobre el desarrollo y aplicaciones de los temas en el ámbito de la ingeniería civil.

Unidad 4: Modelos de Flujo en Redes

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocer y emplear la terminología de la teoría de redes o grafos. Aplicar los algoritmos de solución a problemas de determinación de la ruta más corta, la longitud mínima y el flujo máximo de una red. Utilizar e interpretar el software en la solución de problemas.	• Elaborar un diccionario 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. • 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. • Analizar e interpretar 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.
--	---

Unidad 5: Modelos para el control de proyectos. Las técnicas PERT-CPM

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Representar mediante redes o grafos las relaciones de precedencias y consecuencias entre las actividades de un proyecto. Determinar la duración de un proyecto, tanto en condiciones determinísticas como de incertidumbre. Determinar la duración óptima de un proyecto con base en la relación tiempo-costos del proyecto. Aplicar el procedimiento en la nivelación de los recursos para la ejecución del proyecto. Utilizar e interpretar el software en la solución de problemas.	• 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 del PERT-CPM, tanto de manera manual como con la utilización del software.

Unidad 6: Modelación y simulación de operaciones y procesos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Asimilar el proceso y utilidad de las técnicas de simulación y su aplicación en la solución de problemas de la ingeniería civil. Plantear y resolver problemas de simulación en el ámbito de la ingeniería civil. Utilización de programas de software en la solución de problemas de simulación.	• Elaborar un diccionario 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 solución de problemas. • 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.
--	---

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Hillier y Lieberman. "Investigación de Operaciones". 8ª. Edición. Edit. Mac Graw Hill. México. D. F., 2008.
2. Arreola Risa J., y Arreola Risa, A. "Programación Lineal". Una Introducción a la toma de decisiones cuantitativas". Edit. Thomson. México, 2003.
3. Serpell, Alfredo. "Administración de operaciones en construcción". 2ª. Edición. Edit. Alfaomega-Ediciones Universidad de Chile. México. 2002.
4. Jensen A. Paul y Bard F. Jonathan. "Operation Researchs. Models and Methods". John Wiley and Sons. New York. U.S.A. 2003.
5. 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). Disponible en internet < <http://www.ingenieria.uady.mx/revista/volumen9/laempresa.pdf> > (con acceso 25/09/09).
6. Bellini, M. Franco. "Investigación de Operaciones". Apuntes de curso. Universidad de Santa María. Caracas, Ven. Localizado en <<http://www.investigacion-operaciones.com/contenido.htm>> Con acceso Marzo del 2009.
7. 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.
8. 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.
9. Rodríguez Romelia, Lieda. "Técnicas de Gantt, CPM Y PERT". Artículo. Localizado en: <<http://www.romeliarodriguezv.com.ve/files/Tecnicas%20GANTT,%20PERT%20y%20CPM.pdf>> 1-26. Con acceso en Octubre de 2009.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Taller de aplicación de ejercicios prácticos con el apoyo de la computadora.