

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Investigación de Operaciones II
Clave de la asignatura:	INC-1019
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería industrial

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Para el perfil del Ingeniero Industrial, esta asignatura le proporciona la capacidad para tomar decisiones mediante propuestas de mejora a través del análisis de problemas que se presentan en sistemas productivos, logísticos, de líneas de espera, en situaciones bajo riesgo o incertidumbre, con procesos estocásticos, en redes para optimizar flujos, tiempos, costos, rutas, entre otros, considerando criterios técnicos y económicos para empresas de manufactura o servicios. La investigación de operaciones como ciencia de la administración implica el uso de las matemáticas y la computadora para ayudar a tomar decisiones racionales frente a problemas de administración complejos, de ahí su importancia de integrarse en la formación del ingeniero industrial, ya que esto aporta una característica distintiva de este profesionista que es su habilidad y capacidad para resolver situaciones de alta complejidad en forma sistémica. La materia de Investigación de operaciones II consiste en formular, analizar e implementar modelos matemáticos aplicando técnicas deterministas y probabilistas a situaciones reales del entorno, interpretando las soluciones obtenidas expresadas en un lenguaje accesible al usuario para la eficiente toma de decisiones. Es necesario la adecuada comprensión y entendimiento de los temas de razonamiento lógico matemático, álgebra lineal, conceptos de probabilidad y estadística, nomenclatura matemática, solución de sistemas de ecuaciones, uso de software. De ahí su estrecha relación con materias que previamente deben de haberse acreditado como Matemáticas, Probabilidad y Estadística, lenguajes de computación, Investigación de operaciones I, Fundamentos de Investigación, entre otras. Así mismo, esta materia será soporte de algunas asignaturas como Simulación, Administración de Operaciones I y II, Formulación y Evaluación de Proyectos, entre otras.
Intención didáctica
Se organiza el temario, en cinco unidades, siendo la primera Programación por Metas, ofreciéndose como una alternativa a la formulación de modelos de programación lineal y programación entera de problemas que no pueda resolver. La segunda unidad trata del uso de Redes para la modelación de problemas. La tercera unidad abarca la Teoría de Decisiones para la solución de problemas deterministas o probabilistas. La cuarta unidad estudia las Cadenas de Markov y procesos estocásticos. La quinta unidad trata de las Líneas de Espera, las cuales se presentan frecuentemente en sistemas de producción o servicios. Se agrupan 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 a fin de comprobar la validez de los procedimientos manuales y finalmente todo lo aprendido se aplica a casos reales del entorno.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El docente realiza sesiones de aprendizaje colaborativo, haciendo la rotación de alumnos entre equipos, a fin de mejorar su comprensión en los diversos temas y prácticas con enfoques de solución manual o bien con software especializado. Con estas sesiones, los estudiantes mejoran sus habilidades interpersonales a través de la relación con diferentes compañeros.

El docente refuerza no solamente los aspectos meramente técnicos sino también los formativos, tales como incentivar la curiosidad, el entusiasmo, la puntualidad, la constancia, el interés por mejorar, el respeto y la tolerancia hacia sus compañeros y profesores, a sus ideas y enfoques, y considerar también la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre 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 las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	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, Huétamo, 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, Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas,	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.

	Zacatecas Occidente y Zacatepec.	
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, del 27 al 30 de noviembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Altamira, Apizaco, Cajeme, Cd. Acuña, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Cd. Victoria, Celaya, Chapala, Chihuahua, Colima, Delicias, Ecatepec, Huixquilucan, Iguala, Lerdo, La Paz, Los Mochis, Mexicali, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Purhepecha, Querétaro, Santiago Papasquiaro, Sinaloa de Leyva, Tepic, Teziutlán, Tijuana, Tlalnepantla, Veracruz, Zacatecas y Zacapoaxtla.	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: Cd. Juárez, Tlalnepantla y Toluca.	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(s) específica(s) de la asignatura
Formula y resuelve modelos matemáticos aplicando técnicas deterministas y probabilistas a situaciones reales o teóricas del entorno, interpretando las soluciones obtenidas expresadas en un lenguaje accesible al usuario como apoyo a la toma de decisiones.

5. Competencias previas

- Identifica y utiliza las distribuciones discretas y continuas de probabilidad.
- Establece e interpreta las pruebas estadísticas de hipótesis.
- Calcula e interpreta los intervalos de confianza para las variables aleatorias.
- Utiliza software estadístico.
- Analiza diagrama de causa-efecto.
- Elabora diagramas de Gantt para el control del avance del proyecto.
- Posee una visión sistémica para la solución de problemas.
- Conoce y aplica la gestión de costos, a fin de incluir consideraciones económicas.
- Formula modelos matemáticos para la optimización de procesos.
- Emplea la lógica algorítmica y lenguajes de programación.
- Utiliza las teorías de sistemas de producción e inventarios.
- Emplea los criterios del desarrollo sustentable al diseñar procesos

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Programación por metas	1.1 Definición y conceptos generales. 1.2 Modelo general de metas. 1.3 Diferencias entre modelo lineal y modelo metas. 1.4 Modelos de una sola meta. 1.5 Modelos de metas múltiples. 1.6 Modelos de submetas dentro de una meta. 1.7 Métodos de solución. 1.8 Uso de software.
2	Optimización de redes	2.1. Terminología. 2.2. Problema de la ruta más corta. 2.3. Problema de árbol de mínima expansión. 2.4. Problema de flujo máximo. 2.5. Problema de flujo de costo mínimo. 2.6. Programación lineal en Teoría de Redes. 2.7. Uso de software
3	Teoría de decisiones	3.1. Características generales. 3.2. Criterios de decisión determinísticos y probabilísticos. 3.3. Valor de la información perfecta. 3.4. Árboles de decisión. 3.5. Teoría de utilidad. 3.6. Análisis de sensibilidad. 3.7. Decisiones secuenciales. 3.8. Uso de software.
4	Cadenas de Markov	4.1. Introducción a las cadenas de Markov. 4.2. Probabilidad de transiciones estacionarias de n pasos.

		4.3. Estado estable. 4.4. Casos especiales (cadenas absorbentes, cadenas cíclicas). 4.5. Uso de software
5	Líneas de espera	5.1. Introducción, terminología, notación y casos de aplicación. 5.2. Proceso de nacimiento y muerte (modelos Poisson). 5.3. Población infinita un servidor, cola infinita. 5.4. Población finita un servidor, cola finita. 5.5. Población infinita servidores múltiples, cola infinita. 5.6. 5.6. Uso de software.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1 Programación por metas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): Elabora las definiciones y conceptos de la programación por metas, así como el modelaje y solución de los mismos, para proporcionar una solución óptima. Genéricas: Formula y resuelve problemas de programación entera, para la optimización de los recursos de una empresa.	• Identifica los principales elementos de la programación por metas. • Establece las diferencias de programación por metas y programación lineal. • Analiza mediante dinámicas grupales el contenido del material para lectura identificando las particularidades del modelo. • Realiza mediante WINQSB la solución de ejercicios.
2 Optimización de Redes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): Identifica, construye y utiliza redes para representar un problema a fin de optimizar su solución. Genéricas: Identifica los tipos de problemas de redes y aplica el algoritmo para conocer la ruta que permita optimizar los recursos de la empresa.	• Identifica y diferencia los distintos problemas de redes. • Menciona las diferencias y semejanzas de los diferentes modelos de redes. • Realiza los modelos para los diferentes problemas de redes tomando en cuenta las diferencias entre ellos. • Resuelve los modelos de redes utilizando el Sw WIN QSB para la solución óptima. • Una vez realizada y obtenida la solución óptima se crea la solución o soluciones alternativas. • Realiza mediante WINQSB la solución de ejercicios.

3 Teoría de Decisiones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): • Aplica las técnicas de la teoría de decisiones para modelos deterministas y probabilistas. • Resuelve las etapas concernientes al problema bajo estudio. • Establece las conclusiones correspondientes para la toma de decisiones. Genéricas: Identifica el modelo de decisión y aplica el proceso de toma de decisiones a una problemática que permita a la organización optimizar sus recursos.	• Explica las características generales de la toma de decisiones basada en la teoría de probabilidades. • Conoce y aplica los criterios de decisión deterministas y probabilistas para la toma de decisiones, sus ventajas y aplicaciones en situaciones bajo riesgo e incertidumbre. • Utiliza el valor esperado de la información perfecta. • Analiza problemas utilizando árboles de decisión. • Aplica la teoría de la utilidad • Realiza mediante WINQSB la solución de ejercicios.
4 Cadenas de Markov	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): • Utiliza las Cadenas de Markov para la resolución de problemas. • Utiliza el software específico. Genéricas: Identifica los procesos de markov y aplica el método de solución al área de la empresa que requiera describir el comportamiento probabilístico de sus diversas situaciones.	• Identifica las características de los modelos y problemas de Cadenas de Markov. • Formula y resuelve problemas en sistemas que se pueden modelar por el método de cadenas de Markov. • Establece y explica las conclusiones y recomendaciones para sistemas de este tipo. • Realiza mediante WINQSB la solución de ejercicios.
5 Líneas de Espera	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): • Estudia y aplica los modelos y algoritmos de líneas de espera. • Identifica y analiza los problemas donde se involucran los modelos de líneas de espera y utilizarlos para encontrar su solución, en sistemas de producción o de servicios • Utiliza el software adecuado Genéricas: Analiza un sistema de líneas de espera y aplica el modelo adecuado para minimizar los costos de espera.	• Identifica y reconocer sistemas que sean modelados como líneas de espera • Aplica la terminología y notación de los modelos de línea de espera. • Identifica cuáles son las características básicas de una línea de espera, usar las fórmulas para cada uno de sus modelos • Ejemplifica cada caso específico y resuelve problemas. • Establece las conclusiones para cada modelo estudiado, en un lenguaje accesible para el tomador de decisiones. • Realiza mediante WINQSB la solución de ejercicios.

8. Práctica(s)

- Resolución de ejercicios con software de Investigación de Operaciones y otros paquetes de programación.
- Realiza observaciones directas a los sistemas de líneas de espera como bancos, supermercados, gasolineras, entre otros.
- Identifica y analiza en una organización de la comunidad, las posibles Aplicaciones de la Investigación de Operaciones II.
- Formula y resuelve problemas para alguna institución del entorno.
- Realiza sesiones de aprendizaje colaborativo, aplicando asignación aleatoria, parapropiciar el intercambio de ideas y el trabajo en equipo.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee 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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Tareas.
- Mapas conceptuales.
- Exposiciones de temas de investigación.
- Investigación bibliográfica.
- Solución e interpretación de ejercicios resueltos con apoyo del software.
- Exposición de temas relacionados con la materia.
- Resolución de ejercicios.
- Reporte de prácticas.
- Realización de proyecto de investigación de campo.

11. Fuentes de información

1. Eppen - Gould. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. México: Editorial Prentice Hall. Última edición
2. Hillier – Liberman. *Introducción a la investigación de operaciones*, México: Editorial Mc Graw Hill. Última edición
3. Hillier - Lieberman. *Métodos Cuantitativos para Administración*, Editorial Irwin.
4. Levin - Kikpatrik. *Enfoques cuantitativos a la administración*. México: Editorial C.E.C.S.A. Última edición
5. Kaufman, A. *Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones (Tomo1)*, Editorial C.E.C.S.A. 8ª Edición. Última edición
6. Kirkpatrick, Charles A., Levin, Richard I. *Enfoques Cuantitativos a la administración*, Editorial C.E.C.S.A.
7. Mckeown y Davis. *Modelos Cuantitativos para Administración*, Editorial Iberoamericana.
8. Moskowitz, Herbert., Wright, Gordon. *Investigación de Operaciones*, Editorial Prentice Hall.
9. Prawda, Juan. *Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones (Tomo 1y II)*, Editorial Limusa.
10. Shamblin, James E. *Investigación de Operaciones*, Editorial Mc Graw Hill.
11. Taha, Hamdy A. *Investigación de operaciones: Una introducción*. México: Editorial Alfa Omega. 1989.
12. Thierauf, Robert., Grose, Richard. *Toma de Decisiones por medio de Investigaciones de Operaciones*, Editorial Limusa.
13. Bronson, Richard. *Operation Research*, Editorial McGraw Hill. 2ª. Edición.
14. Gallagher A. Charles y Hugh J. Watson, *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*, Mc Graw Hill, México, Última edición