



# UNIVERSIDAD DE SONORA

## Unidad Regional Centro

### División Ingeniería

#### Departamento Ingeniería Industrial

#### LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

**Nombre de la Asignatura:** Investigación de Operaciones II

Clave:	Créditos:	Horas totales:	Horas Teoría:	Horas Práctica:	Horas Semana:
7996	07	64	03	01	04

**Modalidad:** Presencial

**Eje de formación:** Profesionalizante

**Elaborado por:** Dr. Jaime Alfonso León Duarte, Dr. Luis Felipe Romero Dessens

**Antecedente:** 7983 Investigación de Operaciones I

**Consecuente**

**Carácter:** Obligatoria

**Departamento de Servicio:** Ingeniería Industrial

#### **Propósito:**

Esta asignatura es obligatoria y forma parte del eje de formación profesionalizante del egresado y corresponde a una asignatura obligatoria del área de modelación. En esta asignatura se busca que el participante utilice conocimientos, habilidades y aptitudes aprendidas a lo largo de su formación de educación superior en esta licenciatura.

La asignatura 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. Para ello, se crearán y resolverán modelos matemáticos aplicando técnicas deterministas y probabilistas, interpretando las soluciones obtenidas expresadas en un lenguaje accesible al usuario para la eficiente toma de decisiones.

## I. Contextualización

#### **Introducción:**

La asignatura está orientada a que el participante identifique, aprenda, modele y utilice la investigación de operaciones en situaciones propias de sistemas de producción y/o servicios resolviendo problemas asociados con su problemática de planeación táctica y en algunos casos estratégica. En esta formulación y solución de problemas es importante que el participante modele sistemas cliente proveedor, reproduzca su funcionamiento empujando modelos deterministas y probabilistas, interprete los resultados que estos modelos arrojan y los utilice para realizar estudios de sensibilidad al modificar algunas de sus parámetros.

También, es importante que para en la solución de los se realice manualmente (en modelos sencillos)

para que comprenda el fundamento teórico de la solución y pueda validarlo con el uso de paquetes computacionales de modelación genérica (Excel) y específica. En este nivel superior de aplicación, se abordarán problemáticas más complejas cuya modelación resultante requerirá el uso de la computadora para su resolución.

**Perfil del(los) instructor(es):**

**Estudios:**

Poseer Licenciatura en Ingeniería Industrial o sus variantes como Ingeniería Industrial Administrativa, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ingeniería Administrativa o de Gestión y tener un grado académico mínimo de maestría

**Experiencia**

Docente. Al menos 1.5 años en educación superior impartiendo cursos del área de investigación de operaciones o

Profesional. Al menos tres años en la práctica de la investigación de operaciones.

## II. Competencias a lograr

**Competencias genéricas a desarrollar:**

- Capacidad Comunicativa.
  - ✓ Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas
- Compromiso ético
  - ✓ Analiza el impacto social (y medioambiental) de las soluciones científico-técnicas
- Pensamiento crítico.
  - ✓ Analiza críticamente los factores que influyen en su toma de decisiones
  - ✓ Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.
- Competencia Digital.
  - ✓ Utiliza en forma eficiente los recursos y herramientas digitales
  - ✓ Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
  - ✓ Comparte sus conocimientos de una manera y usando los recursos más apropiados para ello.
  - ✓ Domina los contenidos de una determinada disciplina y mantiene un estado del arte en su actualización
- Trabajo colaborativo
  - ✓ Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- Capacidad para la toma de decisiones.

- ✓ Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Desarrolla diferentes alternativas de solución del problema, viendo las ventajas y desventajas de utilizar una u otra y emitiendo informes sobre cada alternativa.
- ✓ Reúne la información necesaria de cada alternativa presentada para solucionar el problema o situación.
- ✓ Evalúa información importante.
- ✓ Utiliza ideas que se ha utilizado con anterioridad y que han dado un resultado positivo.
- Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.
  - ✓ Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
  - ✓ Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
  - ✓ Sintetiza evidencias obtenidas mediante la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.
  - ✓ Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.

### **Competencias específicas:**

#### **OPERACIONES**

- Administra la asignación y operación de los recursos de la empresa
- Toma 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.

#### **MATEMÁTICAS Y CIENCIAS**

- Comprende las ciencias físicas, matemáticas, estadísticas, sociales y computacionales en que se sustenta lo cubierto en el programa.

#### **DISEÑO**

- Habilidad para el diseño de modelos deterministas y probabilistas de sistemas productivos y/o de servicio.

#### **MODELACIÓN**

- Habilidad para modelar sistemas complejos de ingeniería industrial y de sistemas usando las apropiadas prácticas analíticas, computacionales y experimentales.
- Mide el desempeño del trabajo realizado en el sistema.

#### **PROFESIONALISMO**

- Es responsable de las conclusiones y propuestas que establece.

**Objetivo General:**

Formulará y optimizará modelos matemáticos relacionados con sistemas de producción y administrativos aplicando técnicas deterministas y probabilistas, interpretando las soluciones obtenidas expresadas en un lenguaje accesible al usuario de estos modelos de programación matemática.

**Objetivos específicos:**

1. Identificar y describir sistemas y procesos de fabricación y /o de servicio en donde se cumplan las características para utilizar modelos lineales, desarrollando modelos deterministas y probabilistas basados su comportamiento.
2. Identificar y analizar los problemas donde se involucran modelos de líneas de espera y utilizarlos para encontrar su solución, en sistemas de producción o de servicios
3. Aplicar algoritmos de programación entera a la solución de problemas de sistemas de producción y servicios.
4. Identificar, modelar, y aplicar la teoría de redes para representar un problema, con el fin de optimizar su funcionamiento.
5. Diseñar modelos matemáticos de tipo cuadrático con restricciones de tipo lineal para aplicaciones de sistemas productivos y de servicios.
6. Identificar y analizar los problemas donde se involucran los modelos de líneas de espera y utilizarlos para encontrar su solución, en sistemas de producción o de servicios

**Unidades Didácticas:**

1. Otros modelos deterministas en programación lineal
2. Programación entera
3. Modelos de redes
4. Programación no lineal
5. Teoría y aplicación de líneas de espera

### III. Didáctica del programa

**Unidad 1 – Otros modelos deterministas en programación lineal**

Que el participante reconozca otros modelos lineales y no lineales, que reconozca los modelos lineales de programación entera y continua

- 1.1 El modelo de transporte
- 1.2 El modelo de transbordo

### 1.3 El modelo de asignación

## **Unidad 2 – Programación entera**

Que el participante analice, identifique y construya modelos lineales deterministas con programación entera y binaria mediante paquetes computacionales

- 2.1 Optimización Entera
- 2.2 Aplicaciones de Programación Entera
- 2.3 Planteamiento de problemas
- 2.4 Métodos de solución
- 2.5 Algoritmo de Ramificación y acontecimiento
- 2.6 Algoritmo Aditivo de Balas

## **Unidad 3 – Modelos de redes**

El participante resolverá formulaciones lineales deterministas utilizando redes

- 3.1 Terminología de redes
- 3.2 Problema de la ruta más corta
- 3.3 Problema del árbol de expansión mínima
- 3.4 Problema de flujo máximo
- 3.5 Problema del flujo de costo mínimo
- 3.6 Método símplex para redes
- 3.7 Modelo de redes para optimizar los trueques entre tiempo y costo de un proyecto

## **Unidad 4 – Programación no lineal**

Conceptos: Programación no Lineal, Principios y teoremas para la búsqueda de óptimos globales, Optimización clásica sin restricciones, Métodos de búsqueda directa, Método de direcciones conjugadas, Optimización clásica con restricciones, Modelos con restricciones de igualdad, Multiplicadores de Lagrange, Condiciones de Kuhn-Tucker

- 4.1 Ilustración gráfica de problemas de programación no lineal
- 4.2 Tipos de problemas de programación no lineal
- 4.3 Optimización no restringida de una variable
- 4.4 Optimización no restringida de varias variables
- 4.5 Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT) para optimización restringida
- 4.6 Programación cuadrática
- 4.7 Programación separable

#### 4.8 Programación convexa y no convexa

### **Unidad Didáctica V – Líneas de espera**

El participante modelará, y resolverá problemas asociados con 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. Uso de programa de computación (incluir los demás casos).
- 5.7. Toma de decisiones en líneas de espera.
- 5.8. Formulación de funciones de costos de espera.
- 5.9. Modelos de decisiones.

#### **Criterios de desempeño:**

1. Entrega oportuna de tareas asignadas a resolver manualmente, hoja de cálculo y software estadístico.
2. Presentar los exámenes.
3. Presentación exitosa de un trabajo final donde se aplique correctamente parte de lo cubierto en el curso, mismo que es elaborado en equipos.

#### **Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos**

1. Exposición del maestro
2. Participación del alumno asociando los conocimientos con su aplicación.
3. Lectura de temas afines
4. Interacción en clase
5. Visitas a empresas
6. Asesoría individual y grupal
7. Trabajo final

#### **Experiencias de aprendizaje.**

1. Lectura de los materiales.
2. Elaboración modelos de sistemas productivos y /o servicio.
3. Elaboración de modelos de los tiempos de servicio y tiempos entre entradas a un sistema.
4. Reproducción manual del funcionamiento de un sistemas determinista y probabilista.
5. Elaboración de un proyecto de simulación en un sistema de producción y/o de servicio.
6. Exposición de proyectos (opcional).
7. Solución de tareas y exámenes.

PRINCIPIOS GUÍA:

- 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 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.
- 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.

**Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):**

1. Laptop
2. Cañón
3. Pintarrón
4. Conexión a internet
5. Software: PowerPoint, Excel, estadístico y de programación matemática
6. Web con material

**Bibliografía Básica**

Taha, H. A. (2012). Investigación de operaciones, 9ª ed. México: Pearson Educación.  
Hillier, F. S. , Lieberman G. J. (2010). Introducción a la investigación de operaciones, 9ª ed.. México: McGraw Hill  
Krajewski, L. J. , Ritzman, L. P. y Malhotra, M.K.. (2013). Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro, 10ª ed. ; México: Pearson  
Wayne, W. (2012). Investigación de operaciones. Aplicaciones y algoritmos, 4ª ed.; México Cengage Learning

### **Bibliografía Complementaria**

Nahmias, S.; Análisis de la producción y las operaciones, 6ª ed. México: McGraw-Hill.  
Anderson, D. R. , Sweeney, D. J. Williams, T. A. , Camm, J. D. y Martin, K. (2011). Métodos cuantitativos para los negocios, 11ª ed. México: Cengage Learning.  
Moskowitz H., Wright, G. P. (2012). Investigación de operaciones. México: Prentice Hall.

## IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	*Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	h	Habilidades	Los participantes demostraran que aprendieron las técnicas y procedimientos manuales y con paquetería computacional compartidas en el aula	Promedio de las tareas individuales y de grupo elaboradas extraclase	20
2	c, h, a	Conocimientos Habilidades Aptitudes	Los participantes deberán mostrar sus conocimientos, habilidades y aptitudes apropiados, mediante exámenes que cubran una o varias unidades didácticas	Promedio de la calificación de exámenes individuales. <b>Uno de los exámenes (líneas de espera) se complementa con un trabajo de aplicación en un entorno real de producción o servicios.</b>	80
Total					100 %

\*

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes

**Tareas.** Ejercicios, preguntas de conceptos, trabajos de síntesis, lectura y comprensión de artículos serán utilizados para evaluar la **habilidad** del estudiante en el manejo de los **conocimientos** para analizar los datos relacionados con la calidad para implementar métodos y prácticas de mejora de la calidad

**Exámenes.** Comprensión y de aplicación. Serán utilizados para evaluar del alumno (1) el grado de **comprensión** de los conceptos de la calidad y (2) la **habilidad** para extraer conclusiones de los datos analizados estadísticamente.

**El proyecto final** será utilizado para evaluar sus, **conocimientos, habilidades y actitudes** adquiridas. Consiste en que un equipo de estudiantes encuentren un problema que requiera la aplicación de uno o más conocimientos adquiridos, obtengan datos, los analicen y concluyan presentando soluciones y forma de implementarlo.