

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL



PROGRAMA DE ESTUDIOS  
INGENIERÍA DE SISTEMAS II

<b>Elaboró:</b>	M. en I. Gastón Vertiz Camarón	Facultad de Ingeniería
	Dr. José Manuel Hernández Flores	Facultad de Ingeniería
	Ing. José Erik Martínez Herrera	Facultad de Ingeniería

<b>Asesoría técnica:</b>	Lic. Araceli Rivera Guzmán	Dirección de Estudios Profesionales
--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

<b>Fecha de aprobación:</b>	H. Consejo Académico 12 de septiembre de 2022	H. Consejo de Gobierno 13 de septiembre de 2022
-----------------------------	--------------------------------------------------	----------------------------------------------------

Facultad de Ingeniería



## Índice

	Pág.
I. Datos de identificación.	3
II. Presentación del programa de estudios.	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.	6
IV. Objetivos de la formación profesional.	8
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	10
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	10
VII. Acervo bibliográfico.	15



### I. Datos de identificación.

Espacio académico  
donde se imparte

**Facultad de Ingeniería**

Estudios profesionales

**Licenciatura de Ingeniería Civil, 2019**

Unidad de aprendizaje

**Ingeniería de sistemas II**

Clave

**LIC18**

Carga académica

**3**

Horas  
teóricas

**1**

Horas  
prácticas

**4**

Total de  
horas

**7**

Créditos

Carácter

**Obligatoria**

Tipo

**Curso**

Periodo escolar

**Séptimo**

Área  
curricular

**Ciencias de la Ingeniería**

Núcleo de  
formación

**Sustantivo**

Seriación

**Ingeniería de sistemas I**

UA Antecedente

**Ninguna**

UA Consecuente

Formación común

No presenta

**X**



## II. Presentación del programa de estudios.

Los ingenieros en todo momento se enfrentan a la búsqueda de estrategias que ayuden a entregar soluciones técnicas a problemas que conlleven a la optimización de recursos. La unidad de aprendizaje de Ingeniería de sistemas II, proporciona a los alumnos de Ingeniería Civil técnicas mediante las cuales es posible resolver una amplia variedad de problemas teóricos y prácticos mediante el uso de un enfoque cuantitativo que proporcionan los métodos de investigación de operaciones y ayuda a mejorar la toma de decisiones.

En este orden de ideas, los métodos que se abordan manualmente y con el uso de Excel, así como con el uso de software de propósito específico como herramienta auxiliar y poderosa, constituye una forma de corroborar los resultados a los que se llegan cuando se realizan de forma manual o con el Excel.

Esta unidad de aprendizaje es obligatoria e impartida en el séptimo periodo escolar de la licenciatura de Ingeniería Civil y que, de acuerdo con el plan de estudios, se tiene como unidad de aprendizaje consecuente a la UA Ingeniería de sistemas I, ubicada en el sexto periodo escolar; ésta proporciona una perspectiva generalizada del ámbito de la optimización, una visión metodológica utilizada en la construcción de modelos matemáticos, las bases algorítmicas de resolución de 5 problemas, así como resultados generales teóricos que posteriormente serán utilizados en la UA Ingeniería de Sistemas II. Pese a no presentar seriación con algunas otras unidades de aprendizaje, la presente UA será una herramienta valiosa en temáticas de unidades de aprendizaje posteriores tales como Ingeniería económica, Evaluación de proyecto, Administración de la construcción, entre otras.

El programa ha sido estructurado en seis unidades temáticas, las cuales se explican a continuación.

La unidad temática uno, proporciona elementos fundamentales para que el alumno sea capaz de calcular la ruta crítica de un proyecto, determine el tiempo total de terminación de un proyecto, elabore el diagrama de Gantt correspondiente, considerando duraciones deterministas e inciertas en las actividades, así como también, la realización de la gráfica PERT/Costo y halle el modelo de programación lineal entera que ayude a calcular el mínimo costo total adicional cuando se desea reducir o comprimir la duración de algunas actividades en el proyecto.

En la unidad temática dos, se incluye los elementos fundamentales de un problema de programación dinámica y proponen resolver los siguientes problemas: mochila, inversionista, presupuesto de capital, tamaño de la fuerza de trabajo, dimensionalidad, confiabilidad y ruta más corta. Cada una de estas temáticas ilustran la forma aplicarlos y resolverlos.

Para la unidad temática tres, se exponen temas relacionados con el análisis de decisiones bajo certeza, el análisis de decisiones bajo riesgo y el análisis de decisiones bajo incertidumbre, así como una introducción a la función de utilidad, y que cada una de estas temáticas ayudan a mejorar la toma de decisiones en las condiciones que apliquen.



En la unidad temática cuatro, consiste en la obtención de la cantidad óptima de pedido, así como en tiempo entre pedidos, con la idea de que su costo total sea mínimo y posteriormente diseñar un plan de requerimiento de materiales para facilitar la organización de cualquier proceso, mediante el enfoque justo a tiempo y el análisis ABC para considerar una mejora en la administración de los inventarios.

Para la unidad temática cinco, se hace énfasis en la determinación de las medidas de desempeño que se generan en el sistema de línea de espera actual y se pretende realizar una mejora de estas medidas, para que su funcionamiento se lleve a cabo en condiciones óptimas. Asimismo, se requiere examinar una cadena de Markov para modelar el comportamiento de algunos fenómenos como procesos estocásticos para ayudar a mejorar la toma de decisiones.

Finalmente, para la unidad temática seis, se trata de imitar el comportamiento de un sistema o proceso del mundo real para conocer algunas de sus medidas de desempeño y posteriormente mejorar éstas, distribuyendo de una mejor forma los recursos para optimizarlos.



### III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL, 2019

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	
O B L I G A T O R I A S	Mecánica de la partícula 3 1 4 7	Estática 3 1 4 7	Dinámica 3 1 4 7	Materiales para Ingeniería Civil 2 4 6 8	Procesos constructivos 3 1 4 7	Instalaciones 2 2 4 6	Programación y presupuestación 2 2 4 6	Legislación en la construcción 3 1 4 7	Proyecto de investigación 1 2 3 4		
	Programación básica 2 2 4 6	Lenguaje gráfico 0 6 6 6	Mecánica de materiales 3 1 4 7	Teoría estructural 4 0 4 8	Análisis estructural I 3 1 4 7	Análisis estructural II 3 1 4 7	Diseño de estructuras de concreto 1 3 4 5	Diseño de estructuras de acero 1 3 4 5	Administración de la construcción 3 1 4 7		
	Geometría analítica 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Métodos numéricos 1 3 5 5	Geología 4 0 4 8	Geotecnia I 2 2 4 6	Geotecnia II 2 2 4 6	Sustentabilidad e impacto ambiental 3 1 4 7				
	Cálculo I 3 1 4 7	Cálculo II 3 1 4 7	Cálculo III 3 1 4 7	Mecánica del medio continuo 3 1 4 7	Hidráulica 2 3 5 7	Hidráulica de canales 2 2 4 6	Hidrología 2 2 4 6	Obras de hidráulica 3 1 4 7	Software de construcción 0 4 4 4		
	El ingeniero y su entorno socioeconómico 3 1 4 7	Epistemología 3 1 4 7	Geomática 2 5 7 9	Química 3 1 4 7	Termodinámica y electromagnetismo 3 1 4 7	Ingeniería de sistemas I 3 1 4 7	<b>Ingeniería de sistemas II</b> 3 1 4 7	Abastecimiento de agua potable y alcantarillado 2 4 6 8	Sistemas de tratamiento 1 3 4 5		
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 3 1 4 7	Métodos estadísticos 3 1 4 7	Economía 3 1 4 7	Ingeniería económica 3 1 4 7	Transporte 4 1 5 9	Vías terrestres 2 3 5 7	Pavimentos 2 2 4 6		
	Comunicación oral y escrita 3 1 4 7	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Habilidades directivas 1 3 4 5	Evaluación de proyectos 3 1 4 7	Integrativa profesional* - - - 8	Ética y responsabilidad profesional 2 2 4 6		
								Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5		
											P r á c t i c a  P r o f e s i o n a l *  30
		HT 20 HP 8 TH 28 CR 48	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 17 HP 14 TH 31 CR 48	HT 21 HP 9 TH 30 CR 51	HT 18 HP 11 TH 29 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 18 HP 11 TH 29 CR 47	HT 11 HP 16** TH 27** CR 47	HT 10 HP 17 TH 27 CR 37	HT -- HP ** TH ** CR 30



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
							Software de transporte 1 2 4 5	Ferrocarriles 1 3 4 5	
							Proyecto ejecutivo de carreteras 1 3 4 5	Carreteras 1 3 4 5	
							Estructuras de mampostería 1 3 4 5	Puentes 1 3 4 5	
							Concreto pretensado 1 3 4 5	Proyecto estructural 1 3 4 5	
							Hidráulica de ríos 1 3 4 5	Tratamiento de agua residual municipal 1 3 4 5	
							Aprovechamientos hidráulicos 1 3 4 5	Modelación computacional en hidráulica 1 3 4 5	
							Sustainable building <sup>1</sup> 1 3 4 5	Disposición de residuos sólidos 1 3 4 5	
							Software de optimización 1 3 4 5	Estrategias competitivas 1 3 4 5	
								Supervisión de obra 1 3 4 5	

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje (UA)	HT: Horas Teóricas HP: Horas Prácticas TH: Total de Horas CR: Créditos
----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

→ 15 líneas de setación.  
22 créditos mínimos y 56 máximos por periodo escolar.

\* Actividad académica  
\*\* Las horas de la actividad académica

<sup>1</sup> UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico: cursar y acreditar 21 UA obligatorias	96 28 54 140	Total del núcleo básico: acreditar 21 UA para cubrir 140 créditos
Núcleo sustantivo: cursar y acreditar 26 UA obligatorias	83 49 112 175	Total del núcleo sustantivo: acreditar 26 UA para cubrir 175 créditos
Núcleo integral: cursar y acreditar 15 UA + 2 <sup>*</sup> obligatorias	28 27 55 121	Núcleo integral: cursar y acreditar 2 UA opcionales
		Total del núcleo integral: acreditar 15 UA + 2 <sup>*</sup> para cubrir 131 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	60 + 2 Actividades académicas
UA opcionales	2
UA a acreditar	62 + 2 Actividades académicas
Créditos	446



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios  
Aprobado por los HH. Consejos  
Académico y de Gobierno



## IV. Objetivos de la formación profesional

### Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura de Ingeniería Civil, formar profesionistas con los conocimientos necesarios para participar en la planeación, el proyecto, el diseño, la construcción, la operación y mantenimiento de las obras civiles, considerando los aspectos metodológicos, social, económico, técnico y ecológico; bajo una perspectiva ética y buscando el aprovechamiento óptimo de los recursos existentes en el lugar donde la infraestructura será realidad, y desarrollar los aprendizajes y competencias para:

### Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Convivir con las reglas de comportamiento socialmente aceptables, y contribuir en su evolución.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Cuidar su salud y desarrollar armoniosamente su cuerpo; ejercer responsablemente y de manera creativa el tiempo libre.
- Ampliar su universo cultural para mejorar la comprensión del mundo y del entorno en que vive, para cuidar de la naturaleza y potenciar sus expectativas.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas del inglés.
- Evaluar el progreso, integración e incertidumbre de las ciencias, ante la creciente complejidad de las profesiones.

### Particulares

- Justificar la necesidad e inversión de la obra de vivienda, industria, hidráulica, de transporte, servicio y recreación a través de la identificación y proyección de la población beneficiada, así como de los costos y beneficios que permiten evaluar los indicadores de valor presente neto y la tasa interna de retorno para contribuir en el desarrollo de obras civiles priorizando aquellas que tengan un mayor beneficio a la sociedad.





- Formular proyectos de obras civiles de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación, a través del estudio de la topografía, geotecnia, mecánica de materiales, análisis y diseño estructural, hidráulica, vías terrestres, factores ambientales, así como los procedimientos constructivos, normas y reglamentos de construcción; para contar con proyectos ejecutivos de obras que faciliten la movilidad de personas y productos, que incidan en el aprovechamiento y tratamiento del agua, que permitan contar con inmuebles de vivienda, industria y/o servicios seguros, con un uso racional de los recursos y un enfoque sustentable.
- Crear obras civiles de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación, integrando los procesos constructivos, los materiales, el personal, y el equipo conforme a lo especificado en el proyecto ejecutivo de diseño, a la normatividad aplicable, así como a los programas físicos y financieros que controlan y administran la obra, con la finalidad de generar, remodelar y/o mantener infraestructura que atienda las demandas sociales en favor del desarrollo personal y colectivo de manera que contribuya a mejorar sus actividades cotidianas y calidad de vida.
- Ejecutar cada una de las etapas de la administración de la obra civil de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación a evaluar, diseñar, construir o remodelar y mantener a través de la justificación, gestión de recursos económicos, contratación, asignación, supervisión y cierre de la misma, para desarrollar infraestructura segura, sustentable y de calidad en apego a la normativa aplicable.

### **Objetivos del núcleo de formación:**

Desarrollar en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Comprender unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

### **Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

Examinar las características físicas y mecánicas del suelo, de los materiales de Ingeniería Civil, así como los elementos y fenómenos del comportamiento estructural de transporte e hidráulica, a través de principios como la dinámica estructural, de Arquímedes y del módulo de elasticidad; teorías como de desplazamientos, esfuerzo-deformación, volumen-concentración-velocidad y capacidad; métodos como Cross, Kani, fórmula de Darcy-Weisbach, diagrama universal de Moody, envolventes, simplex, costo mínimo, redes PERT Y CPM, ruta crítica y cuatro fases; y técnicas de límites de Atterberg para fundamentar la evaluación, diseño, construcción o remodelación y mantenimiento de obras civiles.



## V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Formular modelos de investigación de operaciones a través de programación de proyectos, programación dinámica, análisis de decisiones, inventarios determinísticos, líneas de espera y simulación, para resolver problemas de asignación de los recursos económicos, optimizarlos y/o mejorar sus medidas de desempeño que se establezcan en cada caso.

## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

### Unidad temática 1. Programación de proyectos

**Objetivo:** Calcular la ruta crítica de un proyecto y su diagrama de Gantt, mediante la aplicación de la estrategia del tiempo de inicio más próximo y tiempo de terminación más tardío, con la finalidad de planificar el tiempo total de terminación de un proyecto.

- Construir la gráfica PERT/COSTO del proyecto, usando las estrategias del tiempo de inicio más próximo y tiempo de terminación más tardío, para una toma de decisiones asertiva, con base en las demandas presupuestales según la planificación de éste.

- Formular el modelo de programación lineal entera, considerando las restricciones de reducción del tiempo de las actividades y las condiciones particulares en un proyecto, para minimizar el costo total óptimo, mediante el uso de software especializado.

#### Temas:

#### 1.1 Programación de proyectos.

1.1.1 Requerimientos para elaborar una red de proyecto.

1.1.2 Redes de proyecto con actividades en los arcos y actividades en los nodos.

#### 1.2 Redes con PERT y CPM.

1.2.1. Regla del tiempo de inicio más próximo y regla del tiempo de inicio más tardío.

1.2.2. Determinación del tiempo total de terminación del proyecto, con duraciones determinísticas.

1.2.3. Diagrama de Gantt, con duraciones determinísticas.

1.2.4. Gráfica de PERT/Costo con tiempo de inicio más próximo y con tiempo de inicio más tardío, con duraciones determinísticas.

1.2.5. Intercambio de tiempo-costo para reducir el tiempo de terminación de un proyecto.

#### 1.3 Variabilidad en el tiempo de las actividades.

1.3.1. Regla del tiempo de inicio más próximo y regla del tiempo de inicio más tardío para actividades con tiempos de terminación variable.



- 1.3.2. Determinación del tiempo total de terminación del proyecto, con duraciones estocásticas.
- 1.3.3. Diagrama de Gantt.
- 1.3.4. Gráfica de PERT/Costo con tiempo de inicio más próximo y con tiempo de inicio más tardío.
- 1.4. Uso de Microsoft Project.

## Unidad temática 2. Programación dinámica determinista

**Objetivo:** Calcular la solución de problemas de optimización, mediante el uso de la programación dinámica determinista, así como un método heurístico y de enumeración exhaustiva, así como corroborar la solución por medio del uso de software, para obtener la forma óptima de cómo: llenar un mochila, distribuir la asignación de recursos, realizar una inversión, resolver modelos de programación lineal y no lineal entera, incrementar la probabilidad de uso de un dispositivo, determinar el camino que estando en un punto de origen se llegue un punto destino de forma más rápida posible.

### Temas:

- 2.1 Programación dinámica determinista.
  - 2.1.1. Elementos básicos de un problema de programación dinámica.
  - 2.1.2. Proceso hacia atrás (retroceso) y hacia adelante (avance).
  - 2.1.3. El principio de optimalidad de Bellman.
- 2.2 Problema de la mochila.
  - 2.2.1. Planteamiento.
  - 2.2.2. Solución por retroceso y por avance.
- 2.3 Problema de asignación o presupuesto de capital.
  - 2.3.1. Planteamiento.
  - 2.3.2. Solución por retroceso y por avance.
- 2.4 Problema del inversionista.
  - 2.4.1 Planteamiento.
  - 2.4.2 Solución por retroceso y por avance.
- 2.5 Problema del tamaño de la fuerza de trabajo.
  - 2.5.1. Planteamiento.
  - 2.5.2. Solución por retroceso y por avance.
- 2.6 Problema de dimensionalidad.
  - 2.6.1 Planteamiento.
  - 2.6.2 Solución por retroceso y por avance.



- 2.7 Problema de confiabilidad.
  - 2.7.1. Planteamiento.
  - 2.7.2. Solución por retroceso y por avance.
- 2.8 Problema de la ruta más corta.
  - 2.8.1. Planteamiento.
  - 2.8.2. Solución por retroceso y por avance.
- 2.9 Uso de software.

### Unidad temática 3. Análisis de decisiones

**Objetivo:** Seleccionar la(s) mejor(es) alternativa(s) de decisión, bajo condiciones de certeza, riesgo e incertidumbre, usando el enfoque del valor monetario esperado sin experimentación y con experimentación, así como el concepto de función de utilidad, el análisis de riesgo y el criterio de la utilidad esperada, para la reducción de riesgos, corroborando la solución mediante el uso de software

#### Temas:

- 3.1 Análisis de decisiones.
  - 3.1.1. Clasificación general del análisis de decisiones.
- 3.2 Toma de decisiones bajo certeza.
  - 3.2.1 Proceso de jerarquía analítica (AHP).
  - 3.2.2 Uso de software.
- 3.3 Toma de decisiones bajo riesgo.
  - 3.3.1. Toma de decisiones sin experimentación.
    - 3.3.1.1. El valor monetario esperado con árbol de decisión en forma manual y con uso de software.
    - 3.3.1.2. El valor monetario esperado de la información perfecta.
    - 3.3.1.2. Análisis de sensibilidad.
  - 3.3.2. Toma de decisiones con experimentación.
    - 3.3.2.1. El teorema de Bayes.
    - 3.3.2.2. El valor monetario esperado de la información muestral con árbol de decisión en forma manual y con uso de software.
- 3.4. Toma de decisiones bajo incertidumbre.
  - 3.4.1. Criterio de Laplace.
  - 3.4.2. Criterio de Minimax/Maximin.
  - 3.4.3. Criterio de Savage.
  - 3.4.4. Criterio de Hurwicz.



### 3.5 La Función de utilidad

- 3.5.1 La utilidad del dinero.
- 3.5.2 Dinero real transformado a una utilidad de este.
- 3.5.3 Decisiones que se toman con base en el enfoque de la utilidad esperada y con el valor monetario esperado.
- 3.5.4 Gráfica de un individuo que es propenso al riesgo.
- 3.5.5 Gráfica de un individuo que es adverso al riesgo.
- 3.5.6 Gráfica de un individuo que es indiferente al riesgo.

## Unidad temática 4. Inventarios determinísticos

**Objetivo:** Diseñar un plan de requerimiento de materiales mediante el enfoque justo a tiempo y el análisis ABC, el cálculo de la cantidad a ordenar y el tiempo entre órdenes, el costo unitario, costo de la compra y costo del inventario, modelos básicos de inventarios determinísticos y un modelo de inventario con demandas probabilísticas, para facilitar la organización de cualquier proceso, mejorar la administración de los inventarios y minimizar su costo total; corroborando la solución mediante el uso de software.

### Temas:

- 4.1 Inventarios determinísticos.
  - 4.1.1 Modelo de inventarios de compra sin déficit.
    - 4.1.1.1 La cantidad óptima de pedido, el tiempo entre pedidos y su costo total.
  - 4.1.2 Modelo de inventarios de manufacturación sin déficit.
    - 4.1.2.1 La cantidad óptima de pedido, el tiempo entre pedidos y su costo total.
  - 4.1.3 Modelo de descuento por cantidad.
    - 4.1.3.1 La cantidad óptima de pedido y su costo total.
  - 4.1.4 Modelo de inventarios de manufacturación con déficit.
    - 4.1.4.1 La cantidad óptima de manufacturación, el tiempo entre manufacturación y su costo total.
- 4.2 Planeación de requerimiento de materiales.
  - 4.2.1 Programa detallado de entrega de perdidos en las cantidades requeridas y cada cuando.
  - 4.2.2 Programa detallado de entrega de manufactura en las cantidades requeridas y cada cuando.
- 4.3 Enfoque justo a tiempo para administrar inventarios.
  - 4.3.1 Sistema Push
  - 4.3.2 Sistema Pull



#### 4.4 Análisis ABC.

##### 4.4.1 El análisis ABC

##### 4.4.2 Clasificación de los inventarios según el análisis ABC.

#### 4.5 Ideas básicas de modelos probabilísticos de inventario.

##### 4.5.1 Sistema de revisión continua.

##### 4.5.2 Sistema de revisión periódica.

### Unidad temática 5. Líneas de espera

**Objetivo:** Calcular las medidas de desempeño, mediante el uso de los modelos  $M/M/1$ ,  $M/M/k$ ,  $M/G/1$  y  $M/D/1$ ; en condiciones de estado estable, para idear una posible mejora en el sistema de línea de espera.

•Modelar el comportamiento de ciertos fenómenos como procesos estocásticos, mediante una cadena de Markov, para mejorar la toma de decisiones de forma anticipada y evitar el mal comportamiento de los fenómenos analizados, en la medida de lo posible corroborar los resultados obtenidos haciendo uso de software.

#### Temas:

##### 5.1 Líneas de espera.

##### 5.2 Medidas de desempeño en un modelo $M/M/1$ y su análisis económico.

##### 5.3 Medidas de desempeño en un modelo $M/M/k$ y su análisis económico.

##### 5.4 Medidas de desempeño en un modelo $M/G/1$ y su análisis económico.

##### 5.5 Medidas de desempeño en un modelo $M/D/1$ y su análisis económico.

##### 5.6. Modelos Markovianos de decisión.

##### 5.6.1. Aprendizaje por refuerzo.

##### 5.6.1.1. Procesos y propiedad de Markov.

##### 5.6.1.2. Matriz de transición de estados.

##### 5.6.1.3. Aplicación.



### Unidad temática 6. Simulación

**Objetivo:** Formular un modelo de simulación que ayude a imitar el comportamiento de cierto fenómeno de la vida real, a través de modelos estadísticos generadores de posibles escenarios, para calcular las medidas de desempeño en que operaría ese fenómeno y corroborar los resultados obtenidos haciendo uso de software.

#### Temas:

- 6.1. Generalidades de simulación.
- 6.2. Sistemas discretos y continuos.
- 6.3. Modelos y tipos de simulación.
- 6.4. La simulación de eventos discretos.
- 6.5. Metodología general para la solución de un problema por simulación.
- 6.6. Generación de variables aleatorias según una distribución: uniforme continua, exponencial, normal y triangular.
- 6.7. La simulación Montecarlo.
- 6.8. Obtención de medidas de desempeño para evaluar el comportamiento de un sistema o proceso del mundo real.
- 6.9. Revisión y mejora de algunas medidas de desempeño.

## VII. Acervo bibliográfico.

### Básica:

- Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones*. México D. F.: Pearson.
- S. Hiller, F. & J. Lieberman, G. (2015). *Introducción a la investigación de operaciones*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Winston, W. L. (2005). *Investigación de operaciones. Aplicaciones y algoritmos*. 4ta. Edición. México D.F.: Thompson Learning.

### Complementaria:

- Roscoe, K. D., & Patrick McKeown, G. (1996). *Modelos cuantitativos para administración*. México D.F.: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, K. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México D. F.: Cengage Learning.
- Eppen G. D., & Gould, F. J. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas*. México D. F.: Pearson educación.



**Software obligatorio:**

Excel

Microsoft Project

Pom QM for Windows

Tora

**Software sugerido:**

Win QSB

Expert Choice

PrecisionTree y/o TreePlan Decision

OR Brainware Decision Tools

@Risk

JaamSim y/o Arena