



# UTPL

*La Universidad Católica de Loja*

**Modalidad Abierta y a Distancia**

# Investigación Operativa para la Toma de Decisiones

**Guía didáctica**



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Ciencias Empresariales

---

# Investigación Operativa para la Toma de Decisiones

*Guía didáctica*

Carrera	PAO Nivel
▪ Administración de Empresas	VIII

**Autor:**

Flores Tábara Vismar Gonzalo



D I P P \_ 3 0 0 1

Asesoría virtual  
[www.utpl.edu.ec](http://www.utpl.edu.ec)

Universidad Técnica Particular de Loja

## Investigación Operativa para la Toma de Decisiones

Guía didáctica

Flores Tábara Vismar Gonzalo

### Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

[www.ediloja.com.ec](http://www.ediloja.com.ec)

[edilojacialtda@ediloja.com.ec](mailto:edilojacialtda@ediloja.com.ec)

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-409-5



Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: **Reconocimiento-** debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial-** no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual-** Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

25 de marzo, 2022

# Índice

<b>1. Datos de información.....</b>	<b>7</b>
1.1. Presentación de la asignatura.....	7
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	7
1.3. Competencias específicas de la carrera.....	7
1.4. Problemática que aborda la asignatura.....	8
<b>2. Metodología de aprendizaje.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....</b>	<b>10</b>
<b>Primer bimestre .....</b>	<b>10</b>
<b>Resultado de aprendizaje 1.....</b>	<b>10</b>
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje .....	10
<b>Semana 1 .....</b>	<b>10</b>
<b>Unidad 1. Introducción .....</b>	<b>11</b>
1.1. Introducción: orígenes y conceptos de la ciencia administrativa ....	11
1.2. ¿Qué es un modelo?.....	13
1.3. Solución de problemas y toma de decisiones.....	14
Actividad de aprendizaje recomendada .....	15
<b>Semana 2 .....</b>	<b>15</b>
1.4. Análisis cuantitativo y toma de decisiones .....	15
Actividad de aprendizaje recomendada .....	16
Autoevaluación 1.....	18
<b>Semana 3 .....</b>	<b>20</b>
<b>Unidad 2. Análisis de decisiones .....</b>	<b>20</b>
2.1. Formulación del problema.....	20
2.2. Toma de decisiones sin probabilidades .....	22
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	25
<b>Semana 4 .....</b>	<b>26</b>
2.3. Toma de decisiones con probabilidades.....	26
2.4. Análisis de riesgo y análisis de sensibilidad .....	28

Actividad de aprendizaje recomendada .....	29
Autoevaluación 2.....	30
<b>Semana 5 .....</b>	<b>32</b>
<b>Unidad 3. Programación lineal.....</b>	<b>32</b>
3.1. Introducción a la programación lineal continua.....	32
3.2. Método gráfico .....	33
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	40
<b>Semana 6 .....</b>	<b>41</b>
3.3. Problema de maximización.....	41
Actividad de aprendizaje recomendada .....	44
<b>Semana 7 .....</b>	<b>45</b>
3.4. Puntos extremos y solución óptima .....	45
3.5. Problemas de minimización.....	47
Actividad de aprendizaje recomendada .....	50
Autoevaluación 3.....	52
<b>Semana 8 .....</b>	<b>53</b>
Actividades finales del bimestre.....	53
<b>Segundo bimestre .....</b>	<b>54</b>
<b>Resultado de aprendizaje 2.....</b>	<b>54</b>
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje .....	54
<b>Semana 9 .....</b>	<b>54</b>
<b>Unidad 4. Teoría de redes .....</b>	<b>54</b>
4.1. Introducción a la teoría de redes.....	55
Actividad de aprendizaje recomendada .....	55
<b>Semana 10 .....</b>	<b>56</b>
4.2. Modelo de redes para el problema de flujo máximo .....	56
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	57

<b>Semana 11</b> .....	<b>58</b>
4.3. Modelo de redes para el problema de costo mínimo .....	58
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	59
<b>Semana 12</b> .....	<b>60</b>
4.4. Modelo de redes para problemas de asignación .....	60
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	61
Autoevaluación 4.....	63
<b>Semana 13</b> .....	<b>64</b>
<b>Unidad 5. Programación de proyectos</b> .....	<b>64</b>
5.1. La programación de un proyecto con tiempos de actividad ..... conocidos .....	65
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	68
<b>Semana 14</b> .....	<b>69</b>
5.2. La programación de un proyecto con tiempos de actividad ..... inciertos .....	69
Actividad de aprendizaje recomendada .....	69
Autoevaluación 5.....	71
<b>Semana 15</b> .....	<b>73</b>
<b>Unidad 6. Modelo de distribución y de red</b> .....	<b>73</b>
6.1. Modelo de redes para el problema de transporte .....	73
6.2. Problema de transbordo .....	78
6.3. Problema de la ruta más corta .....	79
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	80
Autoevaluación 6.....	81
<b>Semana 16</b> .....	<b>83</b>
Actividades finales del bimestre .....	83
<b>4. Solucionario</b> .....	<b>84</b>
<b>5. Referencias bibliográficas</b> .....	<b>90</b>



## 1. Datos de información

### 1.1. Presentación de la asignatura



### 1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Comunicación oral y escrita.
- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Trabajo en equipo.
- Comportamiento ético.
- Organización y planificación del tiempo.

### 1.3. Competencias específicas de la carrera

Identifica técnicas e instrumentos de las ciencias administrativas y de la investigación, que permitan optimizar el uso de recursos dentro de la organización para determinar escenarios óptimos de desarrollo empresarial a través de estrategias de innovación y gestión del conocimiento empresarial.

## 1.4. Problemática que aborda la asignatura

La investigación de operaciones es una de las herramientas más sobresalientes a la hora de intervenir en el análisis de las operaciones de una empresa o planta de producción, en ella se pone de manifiesto la aplicabilidad de diferentes métodos matemáticos, problemas de transporte, cadena de suministros, así como la programación lineal y teoría de redes, orientadas a validar diferentes opciones futuras propias de la actividad de manufactura que conlleva a la toma de decisiones, con las que se determina objetivos de mejora en la competitividad, productividad y evidentemente la reducción de costo. La ausencia de la misma decae en una disminución radical en el óptimo desarrollo de la empresa, pues se aleja de los escenarios formales de análisis y crecimiento empresarial. Sin ella, no se establece un sistema técnico cuantitativo que permita resolver los problemas internos relacionados con la operación, cadena de suministro, logística y procesos. Lo que devenga que la tarea de toma de decisiones se vuelva un camino pedregoso, resbaladizo y lleno de graves riesgos, ya que al dejar el soporte a la impericia es desdibujar un camino con un mal panorama fácil de predecir, fracaso. Por ello, es deber de toda administración fundamentar sus decisiones en técnicas probadas que disminuyan el riesgo y maximicen la utilidad, velando siempre por el futuro de la empresa a largo plazo.





---

## 2. Metodología de aprendizaje

---

La modalidad de estudios para la que fue concebida esta asignatura, estructura como principal metodología de aprendizaje el autoaprendizaje, en él se diseña una serie de planteamientos que coadyuven al desarrollo del conocimiento, tales como: la lectura, la investigación, la indagación previa, la observación y a través de ella la descomposición de los hechos, para con esto llegar a las conclusiones que luego al ser compartidas y sometidas a valoraciones definen un aprendizaje validado y apegado a la realidad, resaltando como condición la autodisciplina, cuya ventaja es que le permite adaptar técnicas, desarrollar un análisis de forma crítica de los contenidos, convierte al estudiante en un ente de carácter dinámico y proactivo lo que posibilita mayor asimilación y reflexión del conocimiento.

Sin embargo, al ser una asignatura teórico-práctica, facilita la implementación de algunas técnicas de aprendizaje adicionales, entre ellas cabe mencionar la resolución de casos prácticos y ejercicios propuestos, donde se establece un ambiente de análisis, interpretación de resultados y revisión de problemas en particular. Así mismo, resulta importante la implementación del entorno virtual de aprendizaje (EVA) como plataforma de interacción educativa, solventada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que además es el alojamiento de múltiples recursos de aprendizaje, textuales, audiovisuales e interactivos con actividades como chat académico, tareas, foros, entre otro, sin desligar la inclusión de herramientas digitales externas como aporte adicional al proceso antes descrito. Siempre en toda esta estructura colocando al estudiante en el centro como objetivo máximo de desarrollo del aprendizaje.



### 3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



#### Primer bimestre

##### Resultado de aprendizaje 1

- Conoce las herramientas y aplicaciones de la programación lineal y modelos de redes.

Este primer resultado de aprendizaje, establece al estudiante el poder reconocer y aplicar las diferentes herramientas encaminadas al uso de modelos matemáticos que permitan representar condiciones propias de la realidad que deben ser analizadas en una empresa o planta de manufactura, así como también la ejecución de métodos de programación lineal orientados a la maximización de los resultados y/o la minimización de gastos, que son escenarios que se pueden presentar en el quehacer empresarial y que dan la oportunidad de fundamentar técnicamente la toma decisiones.

#### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



##### Semana 1

Estimado estudiante, reciba usted un cordial saludo y bienvenida al inicio de estudios de la materia. A continuación, conozca las orientaciones iniciales.

La presente guía ha sido estructurada en dos bimestres, distribuyendo los contenidos de forma semanal para facilitar su estudio y el logro de los resultados de aprendizaje.

Usted dispondrá de instrucciones para facilitar el estudio de los contenidos, se le propondrá actividades basadas en la información de su texto básico y complementario, para que pueda desarrollar aplicaciones y ejercicios. Se le

proporcionará videos y recursos para diversificar ciertos temas, se propone actividades de aprendizaje y autoevaluaciones que permitirán obtener una retroalimentación de su nivel de conocimientos.

Para completar el desarrollo de los resultados de aprendizaje se ha sugerido algunas actividades como talleres, chat, foro, trabajos de aplicación, que le proporcionarán destreza y aplicación práctica de sus conocimientos.

Iniciamos el curso, sea usted. ¡Bienvenido!

## **Unidad 1.    Introducción**

---

Estimado/a estudiante

¡Bienvenidos a esta nuestra primera unidad de estudio!

En esta primera semana abordaremos algunos temas interesantes concernientes a los fundamentos de los modelos matemáticos, entre ellos puedo mencionar:

- Introducción: orígenes y conceptos de la ciencia administrativa
- ¿Qué es un modelo?
- Metodología de la investigación de operaciones

En tal virtud, es necesario que revise el texto base y realice la lectura de forma analítica de la unidad 1, en las páginas 1 y 2, relacionadas con ¿Qué es un modelo?, y la Metodología de la investigación de operaciones.

Con dicha información usted podrá:

1.    Identificar los elementos de la investigación operativa
2.    Reconocer los conceptos fundamentales sobre lo que es un modelo
3.    Ubicar la metodología de la investigación operativa y las etapas básicas para la investigación operativa.

### **1.1. Introducción: orígenes y conceptos de la ciencia administrativa**

La investigación operativa para la toma de decisiones, es una asignatura práctica que guarda una estrecha relación con el análisis presente y futuro de las operaciones, procesos y actividades propias del área de manufactura. Involucra para su estudio la inclusión de algunas temáticas como el

modelamiento matemático, la programación lineal, teoría de redes y el análisis para la toma de decisiones.

Cuando hablamos de la metodología de la investigación de operaciones, se hace alusión a que la ciencia administrativa utiliza un enfoque científico, (Pág. 4 y 5) esto fundamentado a que para recolectar la información, desarrollar y probar las hipótesis, utilizará una investigación sistemática, que luego seguirá un patrón lógico para su análisis. En ese sentido, por lo general se sigue el siguiente esquema:

Paso 1. Definición del problema y recopilación de información.- en este paso resulta importante definir de manera clara el problema que se va a analizar y los objetivos a alcanzar, por lo que luego se debe levantar la información relevante con relación al problema.

Paso 2. Formulación de un modelo (típicamente matemático) para representar el problema.- la formulación de modelos es una de las técnicas que posibilita en gran medida, la representación de la realidad y el abordaje de problemas, pues abstrae la esencia misma de la investigación detallando interrelaciones y facilitando el análisis. Cabe en este paso, mencionar que el modelo matemático de un problema de negocios, constituye el sistema de ecuaciones con las expresiones matemáticas relacionadas que describen la naturaleza del problema.

Paso 3. Desarrollo de un procedimiento basado en computadora para derivar soluciones al problema a partir del modelo.- aquí es necesario la integración de los modelos matemáticos y el uso de software específico que ayudará al amplio cálculo que demanda este tipo de estudios.

Paso 4. Prueba del modelo y afinación del mismo.- el objetivo en esta etapa es comprobar la precisión suficiente en la representación del problema que tiene el modelo, por lo que debe ser verificado y comprobado de manera exhaustiva.

Paso 5. Aplicación del modelo para analizar el problema y desarrollar recomendaciones para la administración.- el modelo es ejecutado para la resolución del problema, se suele realizar la utilización de valores supuestos, estos orientados a ubicar la mejor opción posible, lo que dará el soporte necesario a la toma de decisiones.

Paso 6. Colaboración en la instrumentación de las recomendaciones del equipo que la gerencia ha adoptado.- luego de ejecutado el paso anterior y de haber seleccionado la mejor opción, se mantiene un monitoreo y seguimiento de tales actividades supervisando su puesta en práctica.

Para dimensionar la investigación operativa y tener más claro su campo de análisis, resulta necesario revisar el siguiente recurso de aprendizaje que consiste en un video sobre [REA1. Investigación de operaciones ¿En qué consisten?](#), lo que le facilitará aterrizar más el concepto en el contexto de aplicación.

## 1.2. ¿Qué es un modelo?

Cuando se habla de modelos matemáticos no podemos dejar de mencionar que estos tienen como principal objetivo la representación de una realidad, a través de la lógica y la utilización de las relaciones matemáticas, orientada al soporte en la toma de decisiones. Lo que nos lleva a tomar en cuenta la interacción de cierta simbología e interacción con operaciones de carácter matemático para interpretar una situación o problema, para esto el modelo deberá trabajar con el uso de ecuaciones y/o desigualdades algebraicas.

Tales ecuaciones están constituidas por algunos elementos como: Variable, constante, coeficiente y operador (Revisar pág. 3 del texto base). En el mismo criterio, un modelo matemático para que sea completo debe abarcar tres elementos:

1. Alternativas de donde debe tomar una decisión: son aquellas posibilidades u opciones que puede tomar un gerente, administrador o líder de un proyecto con relación a un problema en particular.
2. Las restricciones presentes en el problema: son las limitaciones que puede presentar una determinada empresa u organización frente a un escenario específico. Por lo general guardan relación con la capacidad actual con que cuenta la empresa sea esta capital, materia prima, maquinaria, mano de obra, etc.
3. La medida con que se evaluarán las alternativas, conforme el objetivo planteado: en esta parte aparece el uso de variables a través de las cuales se pretende plantear los aspectos que el tomador de decisiones puede manejar.

Para un detalle práctico sobre el modelo matemático, revise en el texto base el problema resuelto de la página 3, en él podrá identificar de manera clara los elementos antes mencionados.

De acuerdo a los problemas que se pueden encontrar en una determinada empresa u organización y para un mejor tratamiento, se ha decidido agruparlos en modelos clásicos, por lo tanto, es menester que pueda revisar algunos de ellos. Sin embargo, se recomienda la lectura del texto base en la temática *1.4 Modelos matemáticos clásicos* para un análisis a mayor profundidad.

En definitiva, el uso de modelos matemáticos en el sector empresarial no es nuevo. Sin embargo, ha ido tomando cada vez una notoriedad más pronunciada, esto debido a la necesidad recurrente de implementar sistemas más eficientes, más rápidos, más competitivos y de menor utilización del gasto.

En el mismo sentido, nuestro texto complementario denominado *Métodos cuantitativos para los negocios de los autores Williams, T. A. Sweeney, D. J. y Anderson, D. R.*, nos dará un soporte adicional en la fundamentación de algunos conceptos, por lo que será también un elemento sustancial en el desarrollo de la asignatura. Para la temática actual es necesario revisar el capítulo 1, Introducción en las páginas 3 al 15. Aquí encontraremos importantes como los que detallaremos a continuación:

### **1.3. Solución de problemas y toma de decisiones**

Como bien se menciona en el texto complementario, la solución a problemas surge como una respuesta a la percepción de una diferencia entre en el estado actual y el estado deseado de una situación en particular, en ese sentido, se busca establecer los posibles pasos necesarios que nos lleven desde una identificación del problema hasta la selección de la mejor alternativa. De manera general la solución a un problema sigue la siguiente estructura (Pág.3):

1. Identificar y definir el problema.
2. Determinar el conjunto de soluciones alternas.
3. Determinar el criterio o criterios que se utilizarán para evaluar las alternativas.
4. Evaluar las alternativas.

5. Elegir una alternativa.
6. Implementar la alternativa seleccionada.
7. Evaluar los resultados para determinar si se ha obtenido una solución satisfactoria.



## Actividad de aprendizaje recomendada

El estudio de esta unidad nos permite tener una apreciación general e introductoria sobre la investigación de operaciones y los modelos matemáticos en la investigación operativa y su aporte a la toma de decisiones. En ese sentido, es necesario inicialmente que realice una lectura comprensiva de los principales conceptos mencionados es en esta semana, luego de esto proceda realizar la siguiente actividad que nos permitirá afianzar la temática tratada.

**Actividad de aprendizaje 1:** Le invito a realizar la actividad interactiva a continuación:

[Actividad orígenes y conceptos de la ciencia administrativa](#)



## Semana 2

---

### 1.4. Análisis cuantitativo y toma de decisiones

El enfrentarse a situaciones donde se tenga que tomar decisiones, es un escenario que a diario los gerentes, jefes departamentales y/o otras unidades deben llevar a cabo. Para esto, se pueden apoyar en varias herramientas de análisis, como lo es el análisis cuantitativo el cual se fundamenta en el soporte que prestan los números (datos) o cantidades en una determinada situación o problema. Con los datos provistos diseñará expresiones de carácter matemático que permitan representar tales condiciones incluyendo sus respectivas restricciones, acercando su análisis a la solución óptima.

La metodología cuantitativa provee un marco de datos que da paso a una mejor comprensión del problema en estudio, por ello el gerente puede partir de un análisis cuantitativo que permita un mejor abordaje inicial y luego

aplicar un método cualitativo que introduce variables más de calidad. Como bien se menciona en el texto base existen algunas razones que apoyan el uso del método cuantitativo, así podemos encontrar:

1. El problema tiene un alto nivel de complejidad.
2. El problema es relevante es importante (por ejemplo, hay mucho dinero involucrado) lo que requiere de un análisis exhaustivo.
3. El problema es nuevo, no se ha presentado anteriormente y quizá no existe la suficiente experiencia para resolverlo.
4. El problema es recurrente y el fundamentarse en los procedimientos cuantitativos permiten el ahorro en parámetros de tiempo y esfuerzo.

En el siguiente recurso se muestra, el modelo costo, ingreso y utilidad, como parte del quehacer empresarial.

[Modelo costo, ingreso y utilidad.](#)



### Actividad de aprendizaje recomendada

Antes de poder desarrollar la actividad de aprendizaje planteada, es necesario revisar los temas explicados en este espacio, orientados al modelo de costo, ingreso y utilidad, principalmente debe reconocer el proceso de cálculo aplicando las fórmulas proporcionadas en el texto complementario y así determinar el modelo matemático requerido, la utilidad y el punto de equilibrio para los siguientes ejercicios.

**Actividad de aprendizaje 2:** Desarrolle los siguientes ejercicios propuestos, para esto diríjase a la página 21 del texto complementario, ejercicios 12 y 13.

- Para el ejercicio 12 se habla de la empresa O'Neill Shoe Manufacturing orientada a la producción de zapatos, de respuesta a los siguientes literales.
  - a. Sea  $x$  el número de pares de zapatos producidos. Desarrolle un modelo matemático para el costo de producir  $x$  pares de zapatos.
  - b. Sea  $P$  la utilidad total. Desarrolle un modelo matemático para la utilidad total obtenida por un pedido de  $x$  pares de zapatos.



- c. ¿Cuál es el punto de equilibrio?
- Con relación al ejercicio 13, donde la empresa Micromedia ofrece seminarios de capacitación en varios de temas de computación, responda lo siguiente:
    - a. Desarrolle un modelo del costo total por organizar el seminario. Sea  $x$  el número de estudiantes inscritos en el seminario.
    - b. Desarrolle un modelo para la utilidad total si  $x$  estudiantes se inscriben en el seminario.
    - c. Micromedia ha previsto una matrícula de 30 estudiantes para el seminario. ¿Qué utilidad obtendrá si su previsión es precisa?
    - d. Calcule el punto de equilibrio.

Una vez trabajados los contenidos de la unidad, lo invitamos a realizar la autoevaluación como mecanismo de refuerzo a los temas revisados.



## Autoevaluación 1

Instrucciones: en la columna de respuesta escriba una V o F según sea verdadero o falso.

1. (    )      Un modelo matemático es un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja.
2. (    )      Las etapas básicas para aplicar la investigación de operaciones son: la solución del modelo y la validación del modelo.
3. (    )      En el modelo matemático los elementos de una ecuación son: variable, constante, coeficiente y operador.
4. (    )      Un modelo matemático debe necesariamente incluir en su totalidad las alternativas entre las cuales se deberá tomar la decisión, las restricciones que existen y la medida con la que se evaluarán las alternativas, de acuerdo al objetivo que se quiere lograr.
5. (    )      En un modelo matemático, la función objetivo representa las limitaciones en los recursos o características de la naturaleza del sistema a modelar.
6. (    )      Minimizar costos, maximizar ganancias, minimizar desperdicio, minimizar el número de trabajadores, entre otros, son metas que representan en la función objetivo del modelo matemático.
7. (    )      El costo de manufactura o fabricación de un producto es una función del volumen producido.
8. (    )      El modelo de costo y volumen para producir por unidades, está representado por:  $Rx = 5x$
9. (    )      El modelo de ingresos y volumen está dado por:  $C(x) = 3000 + 2x$

10. (     )     Cuando la utilidad es \$0 y este es resultado de cuando los ingresos totales son iguales a los costos totales, se lo conoce como punto de equilibrio.

¡Felicitaciones!, estimado estudiante ha finalizado el estudio de la presente semana, estoy seguro de que habrá podido conocer ciertos términos y fundamentos de la administración de operaciones y procesos.

[Ir al solucionario](#)



### Unidad 2. Análisis de decisiones

Bienvenidos seguimos avanzando, ahora nos encontramos en la semana 3 de nuestra asignatura, por lo que estamos empezando una nueva unidad denominada *Análisis de decisiones*. Por lo tanto, es importante que se dirija a nuestro texto complementario en el capítulo 4 y pueda revisar las páginas 97-110. Lo que nos permitirá abordar los temas propuestos.

#### 2.1. Formulación del problema

En el ambiente natural de las empresas se presentan por lo general condiciones externas e internas que hacen que se creen entornos inciertos, en estos entornos se articulan probabilidades y cambios que las decisiones a ser tomadas demanden un estudio más minucioso. En tal virtud, el tomador de decisiones debe evaluar un conjunto de alternativas y un patrón de eventos futuros inciertos con probabilidades de ocurrencia.

Para poder representar de una mejor manera las condiciones antes descritas, se puede hacer uso de algunas herramientas tales como los diagramas de influencia, las tablas de resultados y los árboles de decisión estos últimos con relación a la naturaleza secuencias de los problemas de decisión, finalmente el análisis de sensibilidad que da a conocer como los cambios en varios aspectos del problema afectan la alternativa de solución.

Como aporte a lo expuesto, resulta necesario revisar nuestro recurso educativo para este tema que es la [REA 3. Aplicando probabilidades para la toma de decisiones](#), el cual nos permitirá tener una apreciación dinámica, amena y sencilla de las probabilidades y la toma de decisiones.

Como bien se expresa en el libro, el primer paso en proceso de análisis de decisiones es la formulación del problema, para esto se parte de la formulación verbal y luego determinar las alternativas, los eventos fortuitos y las consecuencias. Para tener una mejor apreciación debe revisar el ejercicio sobre la empresa Pittsburgh Development Corporation (PDC), de la página 99 del texto complementario. En el cual se plantea la construcción

de condominios bajo tres escenarios, cuyo objetivo es la mayor utilidad presentada por la incertidumbre de la demanda.

El ejercicio de PDC, establece las siguientes alternativas:

$d1$  = un complejo pequeño con 30 condominios

$d2$  = un complejo mediano con 60 condominios

$d3$  = un complejo grande con 90 condominios

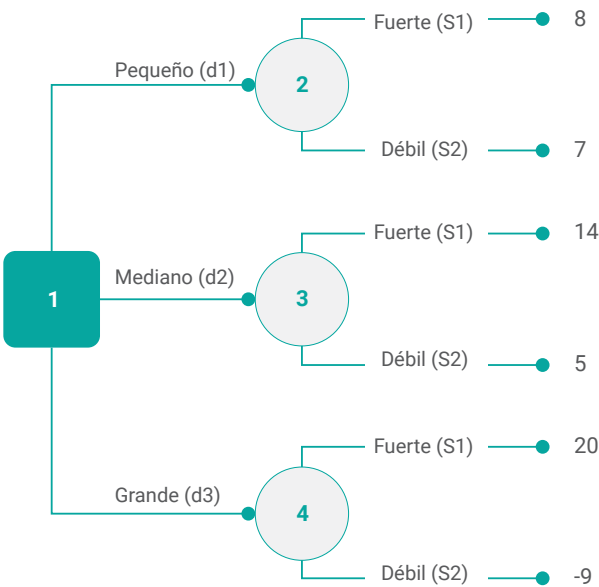
Así mismo, evaluando los eventos fortuitos se determinó:

$S1$  = demanda fuerte para los condominios

$S2$  = demanda débil para los condominios

La representación de este problema lo puede encontrar en la figura 4.1 y en la tabla 4.1 del texto básico, donde se muestra el diagrama de influencia y la tabla de resultados respectivamente. Con respecto al árbol de decisiones el gráfico queda como sigue

**Figura 1.**  
*Representación gráfica del árbol de decisión*



*Nota.* Adaptado de Anderson et al., (2011). Métodos cuantitativos para los negocios.

## 2.2. Toma de decisiones sin probabilidades

Una de las situaciones que se pueden presentar a la de evaluar la toma de decisiones es que el tomador de decisiones no conozca o no sepa apreciar de manera cierta las probabilidades de ocurrencia, en ese contexto se habla de toma de decisiones sin probabilidades. Para esto lo que se hace es establecer una serie de enfoques en escenarios probables, para luego poder decidir la alternativa más conveniente en función de la meta a alcanzar.

Los enfoques que se manejan son:

- Enfoque optimista: evalúa las alternativas concibiendo el mejor resultado que pueda ocurrir.
- Enfoque conservador: evalúa las alternativas concibiendo el peor resultado que pueda ocurrir.
- Enfoque de arrepentimiento: plantea dos posiciones, solo optimista o solo conservador.

Para explicar mejor este proceso, tomemos el ejercicio #1 de la página 132 del texto complementario.

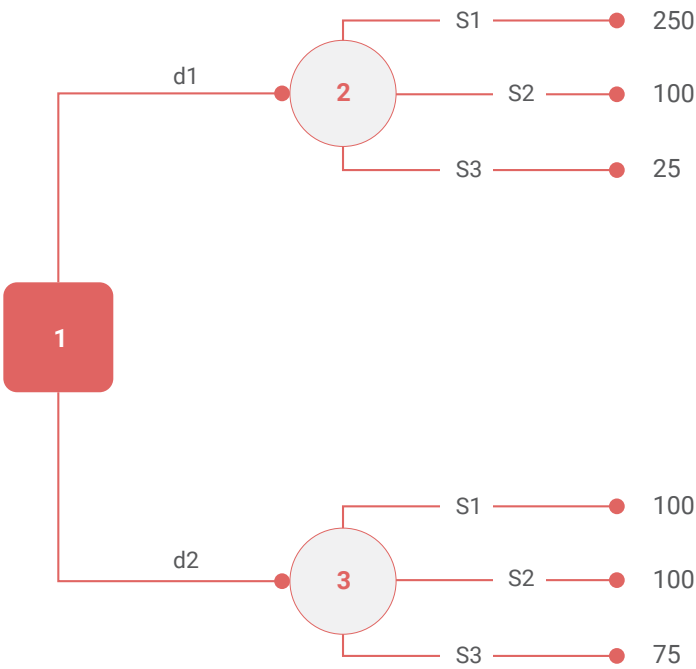
Enunciado: La tabla de resultados siguiente muestra las utilidades para un problema de análisis de decisiones con dos alternativas de decisión y tres estados de la naturaleza.

**Tabla 1.**  
*Problema de análisis de decisiones*

Alternativas de solución	Estados de naturaleza		
	S1	S2	S3
d1	250	100	25
d2	100	100	75

Una vez dados los datos se procede a la representación gráfica de los mismos:

**Figura 2.**  
*Diagrama de decisiones*



Evaluando los datos proporcionados, los resultados y decisiones son las siguientes:

**Tabla 2.**  
*Resultados máximos y mínimos para el problema*

Decisión	Ganancia Máxima	Ganancia Mínima
d1	250	25
d2	100	75

Decisiones:

- Enfoque optimista: para este enfoque se toma la ocurrencia del estado de naturales S1, por lo tanto, la alternativa seleccionada será la de mejor ganancia, es decir 250 representada por d1.

- Enfoque conservador: desde el punto de vista pesimista se asume que pueden ocurrir los estados de naturaleza S2 y S3, siendo así los resultados sería 100 para S2. Para S3 sería 25, 75 de estos últimos 75 representa el resultado más factible, la decisión tomada en d2.
- Enfoque Arrepentimiento.

Para calcular esta tabla nos fijamos en la máxima ganancia posible para cada estado de la naturaleza, a continuación se muestra la tabla de arrepentimiento.

**Tabla 3.**

*Tabla de arrepentimiento*

	S1	S2	S3
d1	0	0	50
d2	150	0	0

1. La máxima ganancia posible es 250 para s1, 100 para s2 y 75 para s3
2. Decisión d1 y ocurre s1 la ganancia será de 250 que restada de la ganancia máxima nos da 0. Es decir, la pérdida de oportunidad es cero, no hemos dejado de ganar nada.
3. Decisión d2 y ocurre un estado s1, la ganancia obtenida es 100, que restada de 250 (ganancia máxima posible), nos da 150. Dejamos de ganar 150 (pérdida de oportunidad).
4. Decisión d1 o d2 y ocurre el estado s2, el resultado es de 100 que restado de 100 (ganancia máxima posible si ocurre s2), nos da una pérdida de oportunidad de 0 para ambas decisiones.
5. Decisión d1 y ocurre s3, el resultado es 25 que restado de 75, no da una pérdida de oportunidad de 50.
6. Decisión d2 y ocurre s3, la pérdida de oportunidad es de 0.

Si tomamos la decisión d1, el arrepentimiento máximo es 0; y si tomamos la decisión d2, el arrepentimiento máximo es de 150. Queremos que nuestra equivocación (arrepentimiento) no sea mayor, por lo tanto, tomamos la decisión d1 y esperamos que en el peor de



los casos ocurra el estado  $s_3$  con lo que solo habríamos dejado de ganar 50.



### Actividad de aprendizaje recomendada

La presente actividad busca consolidar su apreciación sobre la temática de la toma de decisiones sin probabilidades, las mismas que nos dan un soporte necesario a la hora de evaluar diferentes alternativas y escenarios posibles, la toma de decisiones sin probabilidades plantea tres escenarios *optimista, conservador y de arrepentimiento*.

**Actividad de aprendizaje 3:** Revise el proceso a seguir en la página 102 del texto complementario, luego de esto proceda a resolver el ejercicio propuesto.

Resuelva el siguiente ejercicio:

La decisión de Southland Corporation de fabricar una nueva línea de productos recreativos acarrea la necesidad de construir una planta, ya sea pequeña o grande. La mejor selección del tamaño de la planta depende de cómo reaccione el mercado ante la nueva línea de productos. Para realizar un análisis, la gerencia de marketing ha decidido calificar la posible demanda a largo plazo como baja, media o alta. La tabla de resultados siguiente muestra las utilidades proyectadas en millones de dólares:

**Tabla 4.**  
*Utilidades proyectadas*

Alternativa de decisión	Baja	Media	Alta
Pequeño	150	200	200
Grande	50	200	500

- a. ¿Qué decisión se debe tomar y cuál es el evento fortuito para el problema de Southland?
- b. Construya un diagrama de influencia.

- c. Elabore un árbol de decisión.
- d. recomiende una decisión con base en el uso de los enfoques optimista, conservador y de arrepentimiento minimax.



## Semana 4

### 2.3. Toma de decisiones con probabilidades

Resulta también importante destacar que en algunos escenarios, se conoce las probabilidades con las que puede ocurrir un evento, en ese sentido el cálculo para la toma de decisiones demanda de un proceso particular, para esto es necesario revisar el texto complementario, en el apartado 4.3 de la página 105.

Retomando nuevamente el ejercicio de PDC, proporcionado la semana anterior, suponga que se establece una probabilidad inicial de 0.8 de que la demanda será fuerte ( $s_1$ ) y una probabilidad de 0.2 de que la demanda será débil ( $s_2$ ). Por tanto,  $P(s_1) = 0.8$  y  $P(s_2) = 0.2$ . Al utilizar los valores de resultados de la tabla 4.1 del texto básico y la ecuación (4.4), calculamos el valor esperado para cada una de las tres alternativas:

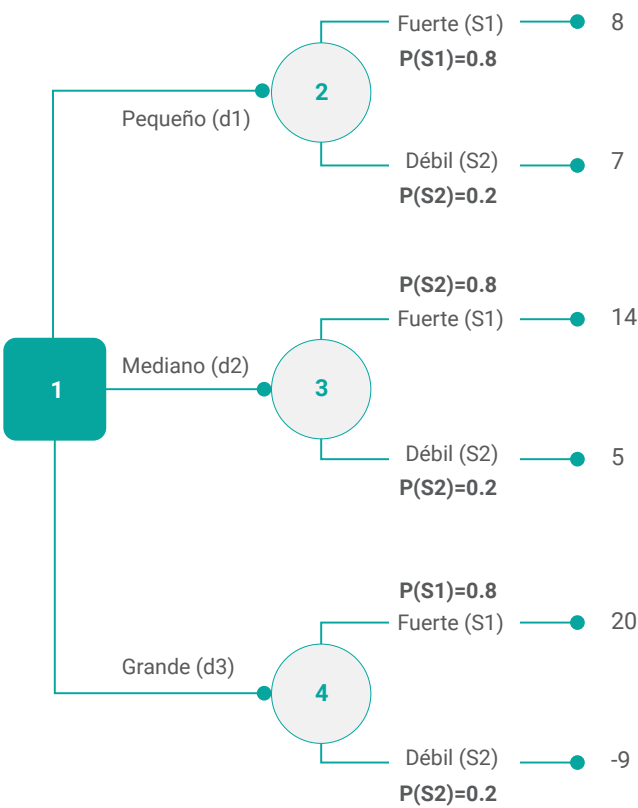
$$VE(d_1) = 0.8(8) + 0.2(7) = 7.8$$

$$VE(d_2) = 0.8(14) + 0.2(5) = 12.2$$

$$VE(d_3) = 0.8(20) + 0.2(9) = 14.2$$

Al utilizar el método del valor esperado que consiste en la suma de los resultados ponderados para la alternativa de decisión, podemos encontrar como resultado al ejercicio anterior que el complejo de condominios grande, con un valor esperado de \$14.2 millones, es la decisión recomendada. La representación gráfica de este problema queda de la siguiente manera:

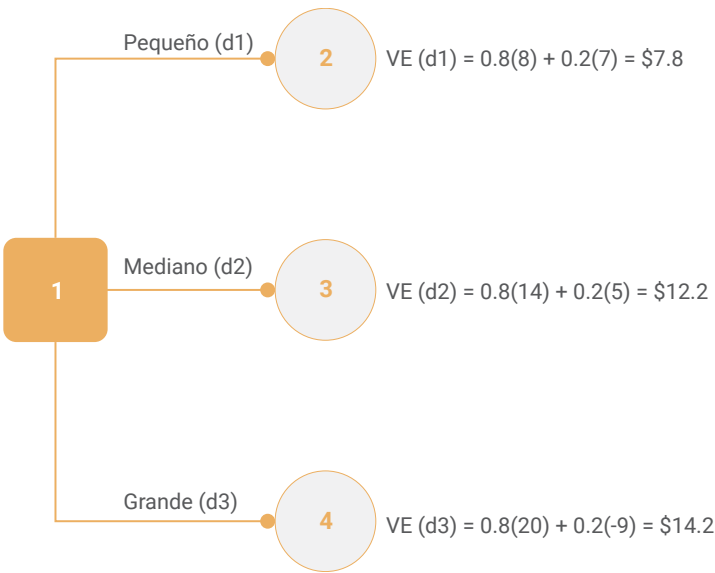
**Figura 3.**  
Árbol de decisión de PDC con las probabilidades de la rama de estados de la naturaleza



*Nota.* Adaptado de Anderson et al., (2011). Métodos cuantitativos para los negocios.

Una vez aplicado el método del valor esperado la gráfica denota lo siguiente:

**Figura 4.**  
*Aplicación del método del valor esperado utilizando un árbol de decisión*



*Nota.* Adaptado de Anderson et al., (2011). Métodos cuantitativos para los negocios.

**2.4. Análisis de riesgo y análisis de sensibilidad**

Para tener una apreciación más clara debe revisar la figura 4.5 del texto complementario ubicado en la página 110. Donde se concibe que el **análisis de riesgo** consiste en comparar los resultados de una decisión con los estados de la naturaleza que podrían darse en la realidad. Así mismo, el *análisis de sensibilidad* puede utilizarse para determinar cómo los cambios en las probabilidades para los estados de la naturaleza o los cambios en los resultados afectan la alternativa de decisión recomendada.

Para tener en claro la aplicación del análisis de riesgo y análisis de sensibilidad, revise las páginas 109-114 del texto complementario, ahí se podrá tener en claro su aplicación y desarrollo adicional.



## Actividad de aprendizaje recomendada

En el transcurso de esta temática, se ha podido observar que la toma de decisiones se puede presentar de dos formas sin probabilidades y con probabilidades, estas últimas se caracterizan por presentar un porcentaje de ocurrencia de un determinado acontecimiento, el método del valor esperado surge como una alternativa para ser aplicado en este tipo de problemas. Apóyese en los gráficos 4.2 y 4.3 del texto complementario, para así realizar la siguiente actividad.

**Actividad de aprendizaje 4:** Con el fin de poner en práctica lo aprendido se recomienda realizar el siguiente ejercicio.

La empresa Harris SA. Se ve en la necesidad de diseñar nuevos componentes eléctricos para bombillas. En tal caso, se le presentan tres estrategias de diseño. El pronóstico de la demanda (mercado) es de 150 000 unidades. Tomando en cuenta que mientras mejor sea la estrategia y el mayor el tiempo, menor será el costo variable. En tal virtud se ha evaluado los costos fijos y variables para cada estrategia planteada:

- a. Baja tecnología y bajo costo: costo de esta posibilidad \$60000 y probabilidad de costo variable de 0.25 para \$0.60 cada unidad, 0.5 para \$0.55 y 0.25 para \$0.50.
- b. Subcontratar: mediano costo de estrategia, \$75000 de costo inicial, costo variable de 0.6 para \$0.55 cada unidad, 0.3 para \$0.50 y 0.1 para \$0.45.
- c. Implementar alta tecnología: Tiene con costo inicial de \$75000 con una probabilidad de costo variable de 0.8 para \$0.50 y 0.20 para \$0.45.

Lo que se necesita determinar ¿Cuál es la mejor decisión para tener un costo más bajo?

Para comprobar sus conocimientos, le invito a desarrollar la siguiente autoevaluación:



## Autoevaluación 2

Instrucciones: en la columna de respuesta escriba una V o F según sea verdadero o falso.

1. (    ) El análisis de decisiones se utiliza para desarrollar una estrategia óptima cuando un tomador de decisiones enfrenta varias alternativas de decisión, y a un patrón de eventos futuros incierto.
2. (    ) El siguiente enunciado es un ejemplo de análisis de decisiones: El estado de Carolina del Norte usó el análisis de decisiones cuando evaluó implementar o no un examen médico para detectar desórdenes metabólicos en los recién nacidos.
3. (    ) El primer paso en el proceso del análisis de decisiones es identificar las y las consecuencias asociadas con los resultados de cada alternativa de decisión.
4. (    ) En el análisis de decisiones los resultados posibles para un evento fortuito se conocen como estados de la decisión.
5. (    ) En el problema PDC, planteado en la página 100 del texto básico, el tamaño del complejo es el nodo de decisión, la demanda es el nodo fortuito y la ganancia es el nodo de consecuencia.
6. (    ) El árbol de decisión de la figura 4.2 tiene cuatro nodos, numerados del 1 al 4. Los cuadrados se utilizan para representar los nodos fortuitos y los círculos para representar los nodos de decisión.
7. (    ) En el problema de PDC (pág. 100), utilizando el enfoque optimista, primero se determina el resultado máximo para cada alternativa de decisión; luego se selecciona la alternativa de decisión que proporciona el resultado máximo general.

- 8. ( ) En el enfoque conservador la alternativa de decisión recomendada es aquella que proporciona el mejor de los peores resultados posibles.
- 9. ( ) Tomando como análisis el problema de PDC, la diferencia entre el resultado de la mejor alternativa de decisión (\$20 millones) y el resultado de la decisión de construir un complejo de condominios pequeño (\$8 millones) es la pérdida de oportunidad, o arrepentimiento.
- 10. ( ) En palabras, el valor esperado de una alternativa de decisión es la suma de los resultados reales para la alternativa de decisión.

[Ir al solucionario](#)



### Unidad 3. Programación lineal.

Ahora estamos ya en la quinta semana de su programa de estudios, tomemos con entusiasmo el avance en nuestros contenidos, recurra a su texto base en la página 33 de la segunda unidad, realice lectura de forma razonada de este capítulo orientado a la *Programación lineal*. Tome en cuenta los siguientes apartados:

- ¿Qué es la programación lineal?
- Prerrequisitos de la programación lineal continua.
- Formas de representación de un modelo de programación lineal continua
- Método gráfico.

#### 3.1. Introducción a la programación lineal continua

Es conocido por todos que siempre en cualquier empresa u organización, ya sea de productos o servicios, los administradores o gestores se verán en la situación de tomar decisiones, decisiones que guarden relación con el nivel óptimo de operatividad de la empresa. Tales preocupaciones demandan el análisis de cómo distribuir, organizar y utilizar los recursos en función de alternativas a futuro. Así, la programación lineal constituye una herramienta que presta un gran beneficio a la hora de analizar el uso de materiales, personas, dinero, maquinaria, etc.

Muchas de las veces la programación lineal no solo acusa el determinar la cantidad apropiada de recursos a utilizar, sino también el cómo se puede hacer un mix de estas para alcanzar los objetivos planteados por la empresa. Para ello, hace uso de modelos matemáticos que representan las circunstancias en las cuales se toman tales decisiones y su relación con el problema en estudio, el término *lineal* guarda referencia con el tipo de ecuaciones empleadas en esta representación, en cambio, que por *programación* entendemos como sinónimo de planeación, en ese sentido, entendemos la programación lineal como planeación de actividades que hacen uso de representaciones matemáticas.



Resulta importante que pueda revisar el contenido desde la página 34 en el texto complementarios, donde se describe cuáles son los prerrequisitos de la programación lineal continua. Continuando podemos encontrar uno de los modelos de programación lineal más conocidos, como lo es el caso del *método gráfico* este método está orientado la resolución de problemas donde intervienen solo dos variables, lo que permite tener una apreciación geométrica intuitiva de la programación lineal. Páginas 482-483 texto complementario, en él podrá conocer los aspectos generales soluciones gráficas y por computadora para un programa lineal solo con enteros, las partes y la aplicación del mismo como vía de resolución, la particularidad de este método es que presenta las soluciones factibles como puntos en una gráfica.

La programación lineal continua, representa en definitiva una herramienta de mucha aplicación a la hora de evaluar una problemática en función con los recursos actuales, considerando claro está sus posibles restricciones, lo invito a revisar el siguiente recurso [REA 4. Investigación operativa método gráfico](#), el cual le permite asimilar el proceso para aplicar el método gráfico y obtener la solución a un determinado problema.

### 3.2. Método gráfico

Para poder fundamentar la parte práctica, procedemos a realizar el empleo del método gráfico con el siguiente ejercicio.

- Dada la necesidad de una fábrica de telas, donde elabora dos tipos de tejido A y B. La fábrica dispone de 500Kg de hilo a, 300Kg de hilo b y 108 kg de hilo c.
- Para obtener un metro de tejido A diariamente se necesita; 125 gr de hilo a, 150 gr de hilo b y 72 gr de hilo c.
- Para obtener un metro de tejido B diariamente se necesita; 200 gr de hilo a, 100 gr de hilo b y 27 gr de hilo c.
- El Tejido A se vende el metro en \$40. Y el tejido B en \$50.
- Si se desea obtener el mayor beneficio; ¿Cuántos metros del tejido A y del tejido B se deben fabricar?

Paso 1. Determinar el objetivo del ejercicio, en este caso es maximizar

Paso 2. Identificar las variables:       $X$  = Cantidad de metros de tejido A;

$Y$  = Cantidad de metros de tejido B

Paso 3. Diseñar la función objetivo:  $F(x, y) = 40x + 50y$

Paso 4. Una vez dispuestos los pasos anteriores, es necesario ubicar las restricciones del ejercicio planteado, así encontramos lo siguiente:

**Tabla 5.**

*Restricciones*

	Hilo a	Hilo b	Hilo c
Tejido A	125gr	150gr	72gr
Tejido B	200gr	100gr	27gr
Disponibilidad	500000 gr	300000 gr	108000 gr

La tabla anterior nos detalla las cantidades necesarias de hilo (a, b, o c) para poder producir un determinado tipo de tejido, en este caso el tejido A y el tejido B. Finalmente muestra la disponibilidad en gramos con que cuenta la empresa actualmente. Con la relación de estas variables se procede a la representación matemática de las mismas, expresadas como restricciones.

R1.                     $125x + 200y \leq 500000$

R2.                     $150x + 100y \leq 300000$

R3.                     $72x + 27y \leq 108000$

R4.     $x, y \geq 0$

En ese sentido, R1 que es la restricción #1, nos dice que la desigualdad para el tipo de hilo a está dada por las cantidades que necesita el tipo de tejido A ( $x$ ) y las cantidades que necesita el tipo de tejido B ( $y$ ) donde sumadas no pueden sobrepasar la cantidad actual disponible en este caso 500000gr. Así respectivamente para R2 y R3. Finalmente, R4 representa la restricción para valores positivos, es decir que para poder ejecutar las anteriores restricciones, las variables ( $x$ ) y ( $y$ ) deben ser superiores a 0.

Para poder encontrar los puntos para el plano cartesiano, se parte de la conversión de desigualdades a igualdades para luego ubicar un valor de 0 y proceder a encontrar la variable.

### **R1. $125x + 200y \leq 500000$**

Se ubica el valor de  $X = 0$ , en la igualdad.

$$(125 \cdot 0) + 200y = 500000$$

Se despeja y:

$$y = 500000/200$$

$$y = 2500$$

Luego se procede de igual forma para  $y = 0$ ;

$$125x + (200 \cdot 0) = 500000$$

Se despeja x:

$$x = 4000$$

Lo que finalmente nos permite ubicar el punto 1 como resultado:

P1 (4000, 2500)

### **R2. $150x + 100y \leq 300000$**

Se ubica el valor de  $X = 0$ , en la igualdad.

$$(150 \cdot 0) + 100y = 300000$$

Se despeja y:

$$y = 300000/100$$

$$y = 3000$$

Luego se procede de igual forma para  $y = 0$ ;

$$150x + (100 \cdot 0) = 300000$$

Se despeja x:

$$x = 2000$$

Lo que finalmente nos permite ubicar el punto 1 como resultado:

P2 (2000, 3000)

### **R3. $72x + 27y \leq 108000$**

Se ubica el valor de  $X = 0$ , en la igualdad.

$$(72 \cdot 0) + 27y = 108000$$

Se despeja y:

$$y = 108000/27$$

$$y = 4000$$

Luego se procede de igual forma para  $y = 0$ ;

$$72x + (27 \cdot 0) = 108000$$

Se despeja x:

$$x = 108000/72$$

$$x = 1500$$

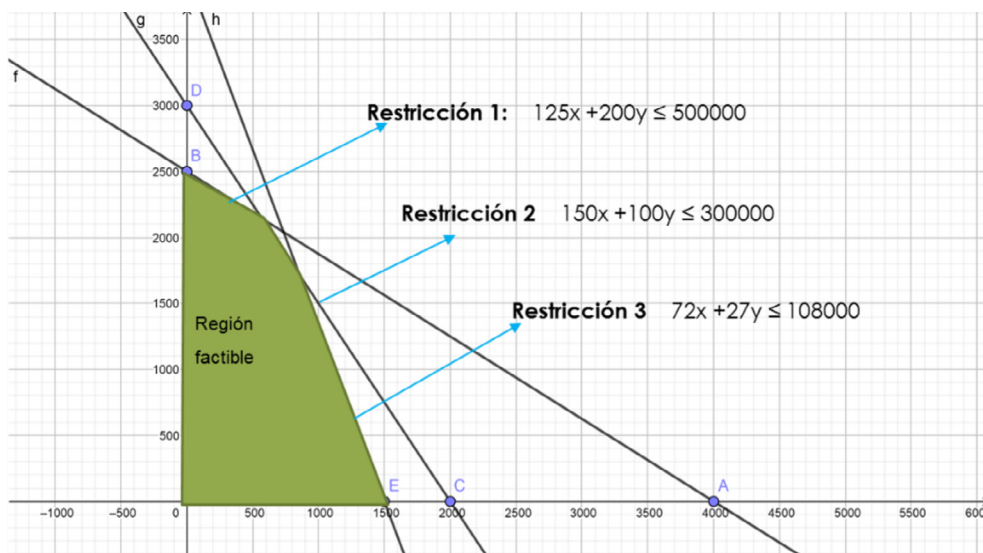
Lo que finalmente nos permite ubicar el punto 1 como resultado:

P3 (1500, 4000)

La siguiente figura nos muestra la ubicación de las restricciones de acuerdo a la gráfica, la zona que está pintada de verde representa la región factible de las restricciones. Esta región cumple con todas las restricciones o limitaciones que tiene actualmente la empresa frente al objetivo que busca solucionar el problema, por ende todos los datos que se encuentren en esta región cumplirán con la meta ya sea de maximización o minimización.

### Figura 5.

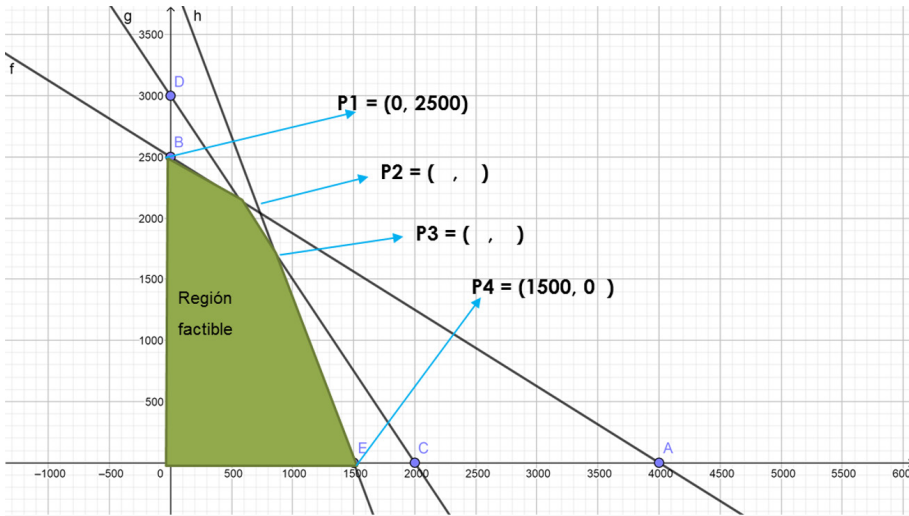
*Representación gráfica de las restricciones*



Luego de representar las restricciones en la gráfica, se procede a ubicar los puntos encontrados en los cálculos anteriores, esto con el fin de poder luego determinar qué puntos cumplen de mejor manera lo deseado en la función objetivo.

**Figura 6.**

*Representación gráfica de los puntos encontrados*



Así se observa que los puntos P2 y P3 aún están pendientes de obtener sus resultados, para esto se utiliza las restricciones que se intersectan en cada punto. Para calcular el punto P2, se observa que las restricciones uno y dos son las que se intersectan en este punto, en cambio, para el punto P3 se observa que las restricciones dos y tres son las que se intersectan en este punto. Luego se procede a realizar el siguiente proceso.

### **Para obtener el punto P2:**

La intersección que está en este punto la forman la restricción 1 y la restricción 2.

$$\text{Restricción 1: } 125x + 200y \leq 500000$$

$$\text{Restricción 2: } 150x + 100y \leq 300000$$

Multiplicamos la ecuación de abajo por (-2), quedando:

$$125x + 200y = 500000$$

$$- 300x - 200y = - 600000$$

---

$$-175x + 0y = - 100000 \quad \text{despejamos } x = 100000/175; x = 571,43$$

Posteriormente, se sustituye el valor de  $x = 571,43$ ; en cualquier de las dos ecuaciones. Y despejamos el valor  $y$

$$(150 \cdot 571,43) + 100y = 300000$$

$$Y = (300000 - 85714,29) / 100$$

$$Y = 2142,86$$

Quedando finalmente los valores del Punto  $P2$  (571.43; 2142.86)

### Para obtener el punto $P3$ :

La intersección que está en este punto la forman la restricción 2 y la restricción 3.

$$\text{Restricción 2: } 150x + 100y \leq 300000$$

$$\text{Restricción 3: } 72x + 27y \leq 108000$$

Multiplicamos la ecuación de arriba por  $(-72)$  y la de abajo por 150

$$- 10800x - 7200y = -21600000$$

$$10800x + 4050y = 16200000$$

---

$$0x + 3150y = 5400000$$

$$\text{despejamos } y = 5400000 / 3150;$$

$$y = 1714,27$$

Posteriormente, se sustituye el valor de  $y = 1714,27$ ; en cualquier de las dos ecuaciones. Y despejamos el valor  $x$

Sustituimos el valor de  $y = 1714,27$ ; en cualquier de las dos ecuaciones.

$$72x + 27y = 108000$$

Y despejamos el valor  $x$

$$x = (108000 - 27y) / 72$$

$$x = (108000 - 46285,71) / 72$$

$$x = 857,14$$

Quedando finalmente los valores del Punto  $P_3$  (857.14; 1714.27)

El último paso que determina el método gráfico es el reemplazar cada uno de los puntos encontrado y evaluar cuál es la cumple de mejor manera la función objetivo.

Luego que tenemos los puntos, vamos a evaluar cada punto en función del objetivo.

Aquel valor que genera más ganancia; es la solución óptima

$$F_o: Z = 40x + 50y \text{ (maximizar)}$$

**Punto 1:(0, 2500)**

$$F(0, 2500) = 40 \cdot 0 + 50 \cdot 2500 = 0 + 125000 = \$125000$$

**Punto 2: (571,43; 2142,86)**

$$F(571,43; 2142,86) = (40 \cdot 571,43) + (50 \cdot 2142,86) = 22857,2 + 107143 = \$130000,2$$

**Punto 3:(857,14; 1714,27)**

$$F(857,14; 1714,27) = (40 \cdot 857,14) + (50 \cdot 1714,27) = 34285,6 + 85713,5 = \$119999,1$$

**Punto 4:(1500, 0)**

$$F(1500, 0) = (40 \cdot 1500) + (50 \cdot 0) = 60000 + 0 = \$60000$$

Tomando en cuenta los cálculos proporcionados se determina que la mejor opción es el punto 3 ya que cumple con lo especificado en la función objetivo, siendo el valor máximo de \$130000,2



## Actividad de aprendizaje recomendada

La siguiente actividad tiene como objetivo afianzar sus conocimientos luego de la revisión de los contenidos propuestos para la presente semana, nos referiremos a la programación lineal específicamente al método gráfico, para tener en claro debe revisar el proceso descrito en la guía y en el texto base y texto complementario el cual le permitirá diferenciarlas y conocer sus características principales. Con el proceso ya definido debe realizar los siguientes ejercicios propuestos.

**Actividad de aprendizaje 5:** Realice los siguientes ejercicios del texto base 2.1, 2.2. , 2.3. Mismos que se detallan a continuación:

- Aplicar el método gráfico para hallar la solución óptima del siguiente MPLC (Modelo de programación lineal continua).

$$\text{Min } w = 50y_1 + 100y_2$$

$$\text{s.a } 7y_1 + 2y_2 \geq 28$$

$$2y_1 + 12y_2 \geq 24$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

- Aplicar el método gráfico para hallar la solución óptima del siguiente MPLC.

$$\text{Max } z = 3x_1 + 2x_2$$

$$\text{s.a}$$

$$2x_1 + x_2 \leq 100$$

$$x_1 + x_2 \leq 80$$

$$x_1 \leq 40$$

$$x_2 \geq 0$$

- Aplicar el método gráfico para hallar la solución óptima del siguiente MPLC.

$$\text{Max } z = 5x_1 + 3x_2$$

$$\text{s.a}$$

$$x_1 + x_2 \leq 50$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 60$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$



¡Enhorabuena!, ha finalizado con éxito la presente temática, felicito su empeño en el desarrollo de esta asignatura, lo invitó a continuar con los próximos contenidos.



## Semana 6

En esta sexta semana continuamos en esta unidad, realizando un trabajo de lectura comprensiva y análisis detallado del capítulo 7 del texto complementario, tomando en cuenta las páginas 236-251.

Para la presente se inicia con el estudio referente a la formulación del modelo de programación lineal:

[Formulación del modelo de Programación Lineal.](#)

### 3.3. Problema de maximización

Luego que hemos establecido el planteamiento del problema, es oportuno abordar la resolución del mismo, para esto partimos del modelo matemático que reúne todas las expresiones antes descritas.

$$\text{Max } 40F + 30S$$

Sujeto a (s.a.)

$$0.4F + 0.5S \leq 20 \quad \text{Material 1}$$

$$0.2S \leq 5 \quad \text{Material 2}$$

$$0.6F + 0.3S \leq 21 \quad \text{Material 3}$$

$$F, S \geq 0$$

Para resolver este problema de maximización se decidió utilizar el método gráfico descrito anteriormente, en tal virtud, trataremos la representación de las restricciones en el plano cartesiano.

#### **R1. $0.4F + 0.5S \leq 20$**

Se ubica el valor de  $F = 0$ , en la igualdad.

$$(0.4 \cdot 0) + 0.5S = 20$$

Se despeja S:

$$S = 20/0.5$$

$$S = 40$$

$$(0, 40)$$

Luego se procede de igual forma para  $S = 0$ ;

$$0.4F + 0.5(0) = 20$$

Se despeja F:

$$F = 20/0.4$$

$$F = 50$$

$$(50, 0)$$

## **R2. $0.2S \leq 5$**

Se despeja S:

$$S = 5/0.2$$

$$S = 25$$

## **R3. $0.6F + 0.3S \leq 21$**

Se ubica el valor de  $F = 0$ , en la igualdad.

$$(0.6 \cdot 0) + 0.3S = 21$$

Se despeja S:

$$S = 21/0.3$$

$$S = 70$$

$$(0, 70)$$

Luego se procede de igual forma para  $S = 0$ ;

$$0.6F + 0.3(0) = 21$$

Se despeja F:

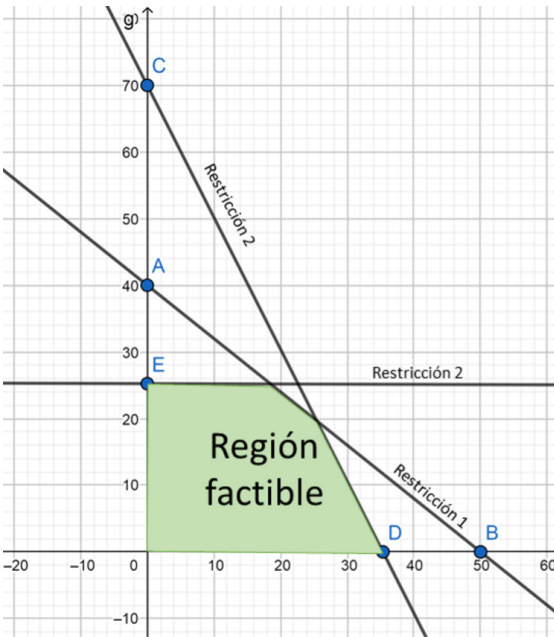
$$F = 21/0.6$$

$$F = 35$$

$$(35, 0)$$

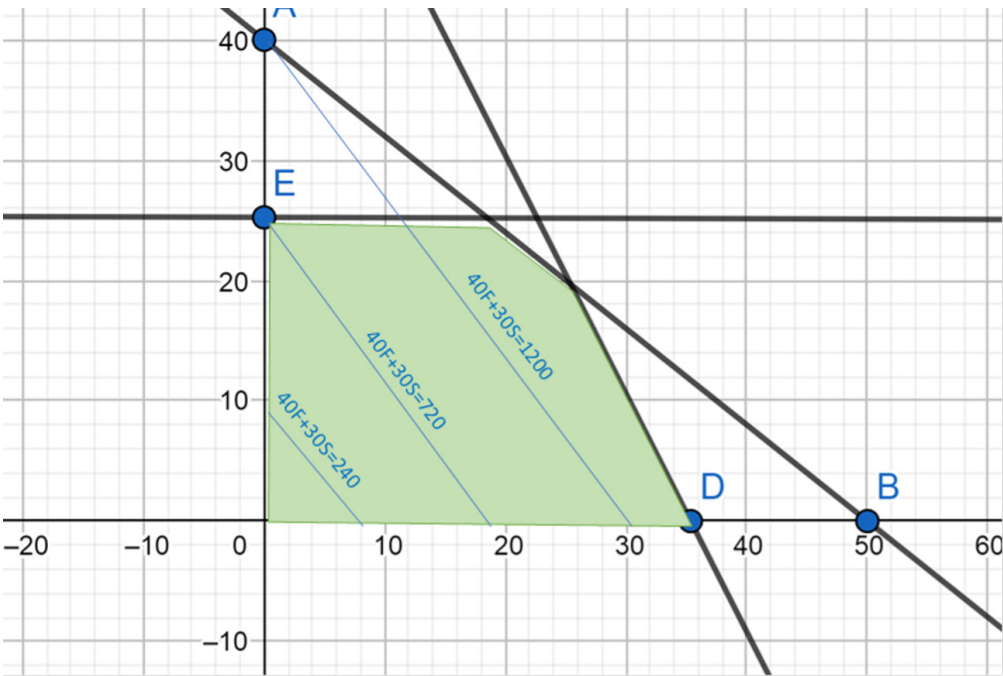
El siguiente gráfico representa las restricciones en el plano cartesiano, así mismo podemos encontrar la región factible que es el área donde deben estar los cálculos correctos de la función objetivo y se cumple con todas las restricciones.

**Figura 7.**  
*Representación gráfica de las restricciones*



Para tener una mayor apreciación del proceso de maximización se recomienda la revisión del texto complementario en las páginas 240-249. Ahora se procede a presentar los valores óptimos de la función.

**Figura 8.**  
*Rectas de utilidades seleccionadas para el problema de RMC*



Como resultado, la solución óptima se encuentra en el punto F 25 y S 20. Esta ubicación proporciona las cantidades de producción óptimas necesarias para el ejercicio de la empresa RMC tomando 25 toneladas de aditivo para combustible y 20 toneladas de base para solvente y produce una maximización de contribución a las utilidades que reemplazando en la función objetivo nos queda:  $40(25) + 30(20) = \$1600$ .



**Actividad de aprendizaje recomendada**

Usted ha culminado la revisión de los contenidos de esta semana, es conveniente afianzar sus conocimientos, para esto revise a detalle el proceso de programación para problemas de maximización explicado en la guía didáctica y en nuestro texto complementario, posteriormente resuelva los siguientes ejercicios de maximización a través del método gráfico.

## Actividad de aprendizaje 6:

- Para el programa lineal

$$\text{Max } 2A + 3B$$

s. a.

$$1A + 3B \leq 6$$

$$5A + 3B \leq 15$$

$$A, B \geq 0$$

Encuentre la solución óptima mediante el procedimiento de solución gráfica.  
¿Cuál es el valor de la función objetivo en la solución óptima?

- Resuelva el programa lineal siguiente mediante el procedimiento de solución gráfica:

$$\text{Max } 5A + 5B$$

s. a.

$$1A \leq 100$$

$$1B \leq 80$$

$$2A + 4B \leq 400$$

$$A, B \geq 0$$



## Semana 7

Damos inicio a una nueva semana y con esta a un nuevo tema de estudio denominado “Puntos extremos y solución óptima, Problemas de minimización”, en tal virtud es conveniente que realice la lectura comprensiva del texto complementario páginas 253-260 con los temas:

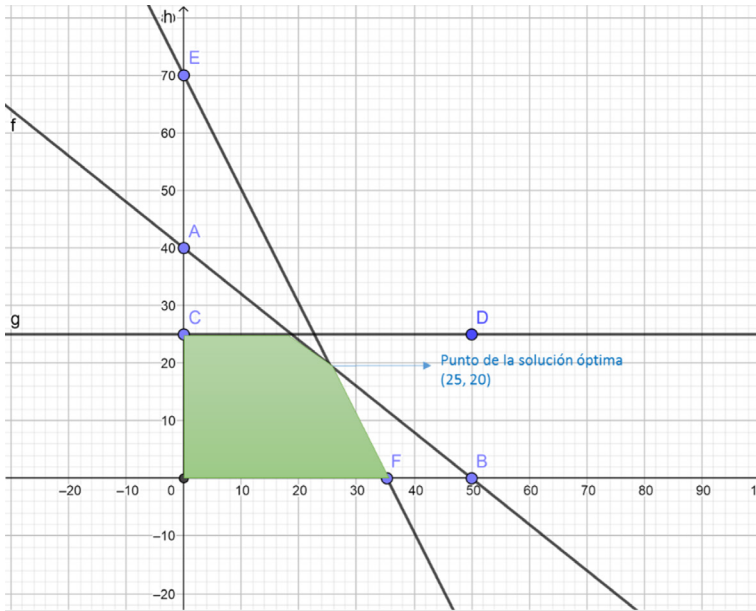
- Puntos extremos y solución óptima
- Problemas de minimización

### 3.4. Puntos extremos y solución óptima

Cuando se revisó el ejercicio sobre el problema de la empresa RMC, pudimos notar que la solución óptima se encuentra en unos de los vértices de la región factible, tal como se indica en la siguiente figura.

**Figura 9.**

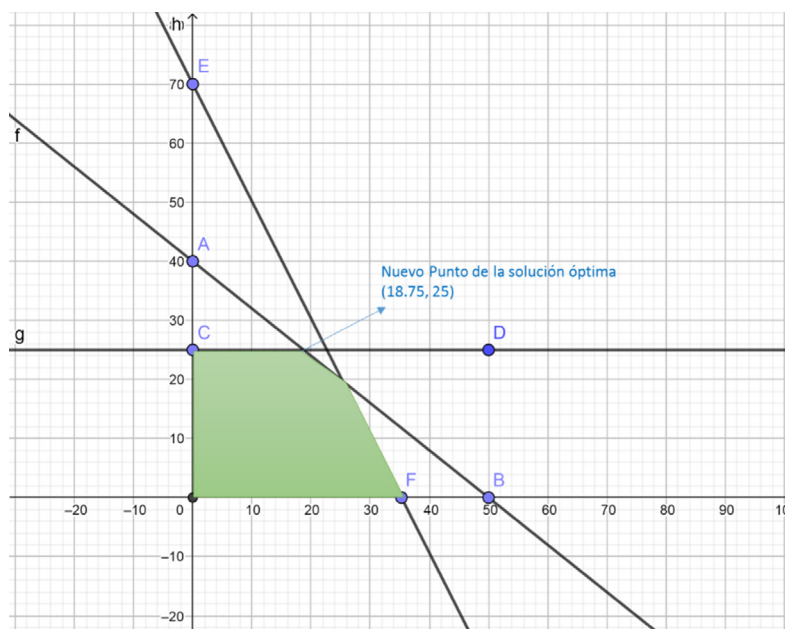
*Punto de la solución óptima para el problema de RMC*



Resulta importante ahora analizar qué sucede si los valores de las contribuciones asociadas a la utilidad cambian en la función objetivo. En el ejercicio de RMC, se planteó inicialmente una función objetivo de  $\text{Max } 40F + 30S$ , si se aumenta el valor de base para solvente de 30 a 60 la nueva función objetivo quedaría  $\text{Max } 40F + 60S$ . Si consideramos que las restricciones y el resto de valores se mantienen ¿Qué pasa con el punto de la solución óptima?

**Figura 10.**

*Nuevo punto de la solución óptima para el problema de RMC*



Las anteriores gráficas nos permiten concluir que la solución óptima va a estar siempre en uno de los vértices o extremos de la región factible, por lo que no es necesario evaluar todos los posibles puntos dentro de la región factible, sino solo aquellos que se encuentran en sus puntos externos.

### 3.5. Problemas de minimización

Dentro de la programación lineal muchas de las veces los problemas estarán orientados a la maximización de la utilidad, sin embargo, habrá ocasiones donde el objetivo sea diferente, es decir, se buscará la minimización de los costos. En ese sentido, para abordar estos problemas como se expone en el texto complementario se deben seguir los siguientes pasos:

1. Prepare una gráfica para cada restricción que muestre las soluciones que satisfacen la restricción.
2. Determine la región factible al identificar las soluciones que satisfacen todas las restricciones de forma simultánea.

3. Trace una recta de la función objetivo que muestre los valores de las variables de decisión que producen un valor específico de la función objetivo.
4. Mueva las rectas paralelas de la función objetivo hacia valores menores de la función objetivo hasta que, al moverlas más, queden completamente fuera de la región factible.
5. Cualquier solución factible en la recta de la función objetivo con el valor menor es la solución óptima.

Para tener una mejor apreciación revisar el ejercicio de la página 257 del texto complementario, en él se propone el problema de la empresa M&D Chemicals, que elabora un par de materias primas para jabón y detergente, se ha decidido determinar que la producción combinada de los productos A y B debe sumar un total de 350 galones como mínimo. Se tiene el pedido de 125 galones del producto A con un cliente importante. El tiempo por galón requerido tanto del producto A como del producto B son 2 y 1 hora respectivamente adicional se cuenta con 600 horas de tiempo de procesamiento disponibles. Por lo que se busca determinar un costo de producción total mínimo. El producto A tiene un costo de producción de \$2 el galón y el producto B de \$3 por galón.

El proceso para resolver el presente ejercicio no difiere mucho del problema de maximización, inicialmente partimos de la formulación de la función objetivo, para luego establecer las restricciones y los cálculos posteriores, así obtenemos lo siguiente:

$$\text{Min } 2A + 3B$$

s. a

$$1A \geq 125$$

$$1A + 1B \geq 350$$

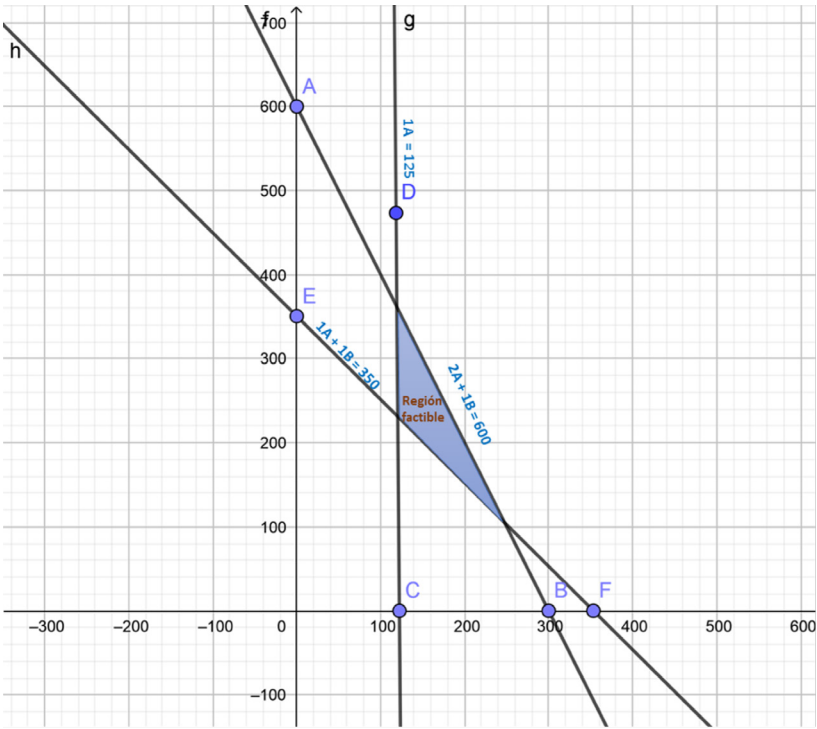
$$2A + 1B \leq 600$$

$$A, B \geq 0$$

Para el presente problema se determinó el uso del método gráfico, para esto continuamos con su representación.

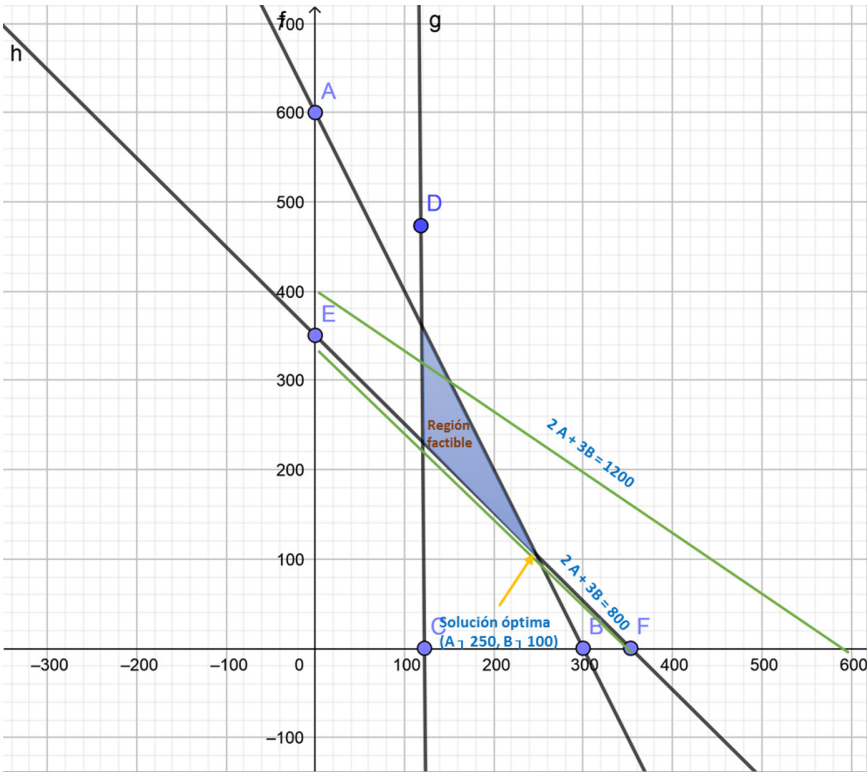


**Figura 11.**  
*Representación gráfica de las restricciones*



En la figura anterior se muestra la representación de las restricciones a través de sus desigualdades, en ese sentido se puede ubicar la región factible en cada uno de los puntos externos o vértices, luego se procederá trazar las líneas de las funciones con el fin de luego poder ubicar cuál es la solución óptima.

**Figura 12.**  
*Representación gráfica de la solución óptima*



Así se concluye que la recta de la función objetivo  $2A + 3B = 800$  se interseca con la región factible en el punto extremo  $A = 250$  y  $B = 100$ . Este punto extremo proporciona la solución de costo mínimo con un valor de la función objetivo de 800.



**Actividad de aprendizaje recomendada**

Hemos culminado la semana concerniente a los temas de puntos externos, solución óptima y problemas de minimización. Antes de desarrollar la actividad de aprendizaje, es necesario que afiance su conocimiento revisando en casa el proceso detallado en la guía didáctica y nuestro texto complementario, con el proceso ya asimilado proceda a realizar la siguiente actividad de aprendizaje.

## Actividad de aprendizaje 7

- Considere el programa lineal siguiente:

$$\text{Min } 3A + 4B$$

s. a.

$$1A + 3B \geq 6$$

$$1A + 1B \geq 4$$

$$A, B \geq 0$$

- Identifique la región factible y encuentre la solución óptima mediante el procedimiento de solución gráfica. ¿Cuál es el valor de la función objetivo? Considere el programa lineal siguiente:

$$\text{Min } 2A + 2B$$

s. a.

$$1A + 3B \leq 12$$

$$3A + 1B \geq 13$$

$$1A - 1B = 3$$

$$A, B \geq 0$$

- a. Muestre la región factible.
- b. ¿Cuáles son los puntos extremos de la región factible?
- c. Encuentre la solución óptima mediante el procedimiento de solución gráfica

Le invito a comprobar lo aprendido, desarrollando la siguiente autoevaluación:



## Autoevaluación 3

Instrucciones: ubique de manera correcta cada término en el cajón de la característica que corresponde.

- Región factible
- Línea de frontera de restricción
- La programación lineal consiste
- Función objetivo de minimización
- Programación lineal
- Método gráfico
- Puntos externos
- Función objetivo de maximización
- Restricción
- Restricción de no negatividad

No.-	Término	Descripción
1		Se utiliza un modelo matemático para representar el problema bajo estudio.
2		Pueden mostrar las soluciones posibles como puntos en una gráfica de dos dimensiones.
3		Parte de la gráfica de dos dimensiones donde están todas las soluciones factibles.
4		Línea que forma el límite de lo que está permitido por una restricción en ocasiones.
5		Describe una limitante en los valores posibles para los niveles de las actividades.
6		Ejemplo $A, B \leq 0$ .
7		Puntos o vértices que están en la región factible, de los cuales se puede obtener la solución óptima.
8		$\text{Max } 40F + 30S$ .
9		En elegir un curso de acción cuando el modelo matemático del problema contiene solo funciones lineales.
10		$\text{Min } 35F + 27S$ .

[Ir al solucionario](#)



## Semana 8

---



### Actividades finales del bimestre

Estimado estudiante, felicito su esfuerzo mostrado en todo este primer bimestre, en tal virtud, le invito a realizar una revisión de los temas abordados realizando una lectura comprensiva con el objetivo de mantener actualizados sus conocimientos, ayúdese en los resúmenes y actividades de aprendizaje recomendadas durante el bimestre.

Ahora se desarrollará la verificación del nivel de conocimiento alcanzado, para esto se utilizará las autoevaluaciones, por favor es imperativo que usted previo al examen revise una vez más todos los contenidos del presente bimestre.



## Segundo bimestre

### Resultado de aprendizaje 2

- Aplica la investigación operativa en la toma de decisiones.

El presente resultado de aprendizaje le permitirá revisar algunos métodos y herramientas para el análisis y toma de decisiones, esto a través de la aplicación de temáticas como la teoría de redes que busca como tal la maximización del flujo máximo, así como abordar los problemas de costo mínimo, costo fijo. Por otro lado, también se implementa el estudio de los pronósticos como vía de análisis a futuro, como también, metodologías como análisis de tiempos determinísticos tanto de PERT como CPM. Lo antes mencionado provee de sólidas herramientas para la toma de decisiones orientadas a la optimización de sus resultados, para esto es necesario ir integrando variables actuales de la empresa las cuales serán validadas en diferentes escenarios, para luego determinar la solución más viable sea ya para encontrar la ruta crítica, el camino más corto, el problema de transporte y costo mínimo de flujos.

### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



#### Semana 9

### Unidad 4. Teoría de redes

Es meritorio destacar su avance en este periodo, ahora iniciamos nuestro segundo bimestre, estoy seguro de que nos irá de lo mejor. Para ello, lo invito a mantener el mismo esfuerzo y entusiasmo del bimestre anterior. En esta semana trataremos la unidad 4 sobre la *Teoría de redes*, realice la lectura comprensiva de:

- Introducción a la teoría de redes.
- Ejemplos de modelos de investigación de operaciones para redes.
- Modelos de redes.

Los conocimientos adquiridos de estos temas le permitirán:

1. Identificar las antecedentes de la teoría de redes, sus características y beneficios.
2. Reconocer los diferentes problemas prácticos donde se puede hacer uso de la teoría de redes y sus modelos.

El siguiente recurso educativo le permite tener una introducción sobre la teoría de redes, así como de sus principales elementos y objetivos. Lo invito a revisarlo [REA 5. Modelos de Redes 01 Introducción](#)

#### 4.1. Introducción a la teoría de redes

Para esta unidad es importante apoyarse en nuestro libro complementario titulado Métodos cuantitativos para los negocios de los autores Anderson, D. R. Sweeney, D. J. y Williams, T. A, en el capítulo 10 de este libro se trata sobre problemas de optimización de redes, páginas 418-450 esta temática esto le permitirá facilitar su comprensión de que áreas pueden verse beneficiadas tras la aplicación de la teoría de redes.

En tal virtud, se precisa mencionar que la teoría de redes posee un amplio campo de aplicación desde procesos de producción, administración, logística, distribución, administración de recursos, transporte, planeación financiera, entre otros, para esto hace uso de algunos modelos de solución que se revisarán en esta unidad. Cabe mencionar que en nuestro libro base también encontramos esta temática en la unidad 3 página 79, por lo que será necesario revisar este libro.



#### Actividad de aprendizaje recomendada

Luego del análisis de los contenidos de esta unidad en la semana nueve, le invito a desarrollar una lectura y un análisis crítico previo de la temática abordada, se sugiere revisar nuevamente el texto complementario en el capítulo 6 orientado a la programación lineal, con los fundamentos revisados proceda con la actividad propuesta.

#### Actividad de aprendizaje 8

##### Actividad teorías de redes



En la segunda semana del presente bimestre nos compete revisar el tema de la unidad 4 denominado *Modelo de redes para el problema de flujo máximo*, es recomendable el análisis de los contenidos:

- Problemas de flujo máximo
- Características generales
- Ejemplos

La lectura dinámica y comprensiva de estos temas le permitirá adquirir conocimientos con los cuales usted podrá:

1. Identificar qué características presenta un problema de flujo máximo.
2. Qué metas busca alcanzar un problema de flujo máximo.

### 4.2. Modelo de redes para el problema de flujo máximo

En el quehacer diario de las empresas o plantas de manufactura, se presentan situaciones con relación a la movilización y distribución de sus productos o mercancías, esto demanda el implementar medidas en algunos casos que permita minimizar los costos, pero también se buscará en sentido contrario definir formas que maximicen el flujo de cierta cantidad en la red de distribución, para esto se tendrá que tomar en cuenta algunas variables que permita ejecutar tal análisis.

El problema de flujo máximo tiene como principal objetivo encontrar un plan de flujo que maximice el flujo desde la fuente al destino, entendiendo como fuente al nodo donde se origina y destino al nodo final, por lo que deberá medirse la cantidad objetivo en función de la cantidad que sale de la fuente o de la cantidad que llega al destino, para esto es necesario la revisión del arco, que constituye todos los posibles caminos o rutas que se pueden seguir.

En nuestro texto complementario podemos encontrar en el capítulo seis llamado problemas de optimización de redes, en la página 192 un estudio de caso sobre *el problema de flujo máximo de la BMZ Co.* Esta revisión le permitirá a usted conocer cómo se puede presentar un problema de flujo máximo, aquí reconocerá los antecedentes y necesidades de esta empresa,



para luego poder ejecutar el desarrollo del método y llegar a la solución de maximización.

Para poder tener una mayor fundamentación del tema impartido en esta semana, resulta necesario la revisión del siguiente recurso educativo, denominado [REA 6: Modelos de Redes 05 El Problema de Flujo Máximo](#), mismo que esclarece un poco más lo antes expuesto, lo invito a revisar este contenido.



### Actividad de aprendizaje recomendada

Le invito a participar de la siguiente actividad de aprendizaje cuya meta es que afiance esta temática. Que pretende que usted reconozca las principales características de los *métodos de transporte* y verifique el más adecuado según el tipo de producto, para esto realice la revisión de los contenidos compartidos en esta semana, apóyese en el texto complementario.

### Actividad de aprendizaje 9

Encuentre en la sopa de letras los términos que corresponden a los problemas de flujo máximo:

K	O	W	G	D	V	E	D	H	A	B	D	H	K	S
O	E	C	G	L	B	X	B	E	W	G	Z	H	M	M
W	S	X	C	J	A	M	S	M	S	F	T	J	R	S
U	X	N	O	W	B	M	S	S	T	T	P	B	J	M
B	B	S	O	O	H	N	D	O	Q	M	I	M	I	U
R	H	A	U	D	V	K	G	F	D	D	P	N	S	A
T	A	E	O	L	O	V	L	K	O	E	C	D	O	I
L	D	L	L	B	I	S	W	L	C	J	B	F	E	U
X	R	R	V	A	S	L	O	U	R	U	U	V	U	T
A	B	T	I	U	A	C	S	E	A	O	I	L	P	G
M	T	X	C	D	N	O	O	X	S	Q	Y	L	F	J
F	A	F	U	E	N	T	E	Q	Q	V	P	E	D	L
I	T	N	A	X	W	H	M	H	B	C	Z	O	O	V
Q	B	R	Y	Z	A	B	Q	V	J	M	U	K	O	X
Y	Q	P	Q	P	D	Z	F	I	H	Y	M	S	T	N

ARCO  
FUENTE  
DESTINO  
NODO  
FLUJO



Estimado estudiante, avanzamos a la semana 3 del segundo bimestre, Teoría de redes, en la cual revisaremos los contenidos respecto al *Modelo de redes para el problema de costo mínimo*, para esto debe apoyarse tanto en el texto básico (Pág. 94), como en el texto complementario (Páginas 185-192), de lectura a los siguientes puntos:

- Problemas de costo mínimo
- Ejemplos
- Características generales
- Supuestos en un problema de flujo a costo mínimo

Luego de la lectura de los temas expuestos usted podrá:

1. Establecer como se presentan los problemas de costo mínimo.
2. Estudiar algunos ejemplos de este método
3. Determinar las características y los supuestos previos en que se puede presentar el problema de costo mínimo.

### 4.3. Modelo de redes para el problema de costo mínimo

En nuestro texto complementario en las páginas 185-192, se parte de la revisión de un ejemplo práctico sobre el Problema de la *Distribution Unlimited Co.* Esta información facilita la percepción de cómo aparece un problema de costo mínimo (PCM) y cómo se puede resolver. Avanzando en la lectura encontrará las características del PCM, lo que promueve a encontrar aquellos elementos que la conforman y que vale pena tenerlos presente en la resolución del mismo.

Luego se establece los supuestos en se presentan en el problema que determinan el camino a seguir para encontrar la solución más factible, en definitiva lo que se busca es minimizar el costo total de abastecer los nodos de demanda.



## Actividad de aprendizaje recomendada

En la presente actividad de aprendizaje aplicaremos el modelo de redes para el problema de costo mínimo, para esto deberá ejecutar los pasos de este modelo y encontrar la mejor opción, el texto complementario resultará de gran ayuda específicamente en las páginas 185-192. Con esto usted conocerá la aplicación y la importancia práctica de este modelo.

### Actividad de aprendizaje 10

Una empresa familiar tiene tres almacenes hacia donde embarcó muebles de una nueva fábrica, cuya ubicación será decidida después. La fábrica recibirá materia prima de sus abastecedores de madera y tejido. El número anual de embarques, costos y localización de los abastecedores y depósitos (almacenes) se muestran en la tabla.

**Tabla 6.**

*Ejercicio actividad de aprendizaje 10*

	Carga anual para o de la fábrica	Costo/Carga(Mil para o de la fábrica	Coordenadas de localización (x,y) en millas
Abastecedora de madera	120	\$ 8	(100, 400)
Abastecedora de tejido	200	\$ 6	(800, 700)
Almacén 1	60	\$ 5	(300, 600)
Almacén 2	40	\$ 5	(200, 100)
Almacén 3	70	\$ 5	(600, 200)

Nota: Tabla 3.14 del Texto básico

¿Dónde debe ubicarse la fábrica para minimizar los costos anuales de transportación?



Continuando con nuestro estudio, hemos llegado ya a la semana número doce, donde nos compete revisar el tema *Modelos de redes para problemas de asignación*. En este caso, es necesario la revisión del texto base para abordar este tema, realice la lectura comprensiva sobre los siguientes contenidos:

1. Ejemplos de modelos de investigación de operaciones para redes.
2. Resumen de aplicaciones de modelos de redes.
3. Modelo de redes para el problema de asignación número 1, 2 y 3.

Con esta lectura usted podrá asimilar de mejor manera, el modelo de redes dentro de la programación lineal, claro está tomando en cuenta los diferentes escenarios de aplicación, que van desde asignación de personal, control de inventarios, hasta la programación de producción.

### 4.4. Modelo de redes para problemas de asignación

Es oportuno comentar que las empresas y fábricas por lo general, están en una constante evaluación de las decisiones en torno a los sujetos o interesados que intervienen en sus actividades diarias de manufactura. Así, podemos mencionar que se pueden presentar casos a la hora de distribuir a su personal cuando la empresa tiene algunas ubicaciones, así mismo el problema de asignación puede aparecer cuando se requiera evaluar el inventario y su rotación con relación a una demanda del mercado, o para balancear las líneas de producción dentro de la fábrica. En cualquier de las situaciones antes mencionadas, resulta importante hacer uso de los modelos de redes para definir la mejor solución, orientadas a la optimización.

El estudio de dichos contenidos le permitirán a usted desarrollar competencias como:

1. Reconocer los problemas donde es necesario aplicar los modelos de redes
2. Identificar los diferentes pasos que se deben seguir para el modelo de redes y cada uno de los problemas de asignación.

En el texto básico, en las páginas 80-86 podrá encontrar los contenidos relacionados con el modelo de redes para problemas de asignación. Ese tipo de problemas se encuentra dividido en tres partes, el primero de ellos guarda relación con el transporte, donde por ejemplo se necesita asignar desde  $m$  centros de una oferta de una necesidad de una unidad hacia  $n$  destinos, el segundo caso hace referencia a la asignación de cierta cantidad personal para  $x$  cantidad de actividades y finalmente el punto 3 que abarca la asignación de recursos.



### Actividad de aprendizaje recomendada

El texto base en las páginas 80-86 provee un ejemplo de la aplicación de los modelos de redes para problemas de asignación, revise los pasos para llevar a cabo este proceso, luego de ello proceda a realizar la siguiente actividad de aprendizaje.

**Actividad de aprendizaje 11:** Resuelva el siguiente ejercicio sobre el problema de asignación.

Supóngase que una compañía tiene tres empleados que pueden ser asignados a tres solicitudes de reparación distintas. Las órdenes de reparación implican que los empleados viajen directamente hasta el domicilio del cliente. Dado que la empresa cubre el gasto del combustible del vehículo de los operarios, desea minimizar este gasto al máximo. Para ello, requiere identificar la forma óptima de asignar los operarios a los clientes, de tal manera que se obtenga la menor distancia total posible. La tabla 7 muestra las distancias incurridas desde la ubicación actual de cada empleado hasta el domicilio de cada cliente.

**Tabla 7.**  
*Distancias incurridas de cada cliente.*

Empleado	Cliente		
	1	2	3
1	10	22	14
2	20	10	8
3	14	12	6

Ha finalizado el estudio de la presente unidad, en tal virtud, es necesario afianzar su conocimiento por esto lo invito a desarrollar la siguiente autoevaluación, recuerde que al final de esta guía encontrará el solucionario a fin de que pueda comprobar sus respuestas y tener seguridad sobre las mismas.

Compruebe lo aprendido, desarrollando la siguiente autoevaluación:



## Autoevaluación 4

Tipo de aplicación	Planteamiento del problema
	1. ¿Cuál es la cantidad óptima necesaria de operadores para cumplir al menos con el 90 % de eficiencia en la preparación de cables?
	2. Hoy, las líneas se encuentran sub utilizadas. La meta es del 90 % de utilización, pero en la actualidad está alrededor del 80 %, ¿qué etapas del proceso afectan directamente la eficiencia de utilización de la línea?
	3. ¿Cuál es el programa de producción que cumple con la demanda en el año en la elaboración de quesos?
	4. Determinación de la capacidad de producción máxima del sistema de pollitas por día, considerando las pérdidas por muertes durante el proceso de producción y por nacimiento de pollitos machos.
	5. No existe un programa de producción para las herramientas que se utilizan con mayor frecuencia en la producción de terminales, por lo que estas llegan a presentar cero inventarios.

Opciones:

- a. Asignación de personal.
- b. Control de inventarios.
- c. Programación de producción diaria.
- d. Balanceo de líneas de producción.
- e. Programación de producción.

[Ir al solucionario](#)



### Unidad 5. Programación de proyectos

En esta semana estamos empezando nuestra quinta unidad, lo que nos invita a mantener nuestras ganas de aprender y seguir con nuestro ímpetu en alto. Por ello, es necesario seguir apoyándonos en nuestro texto complementario.

Lo invito a leer el capítulo 13 sobre *Programación de proyectos: PERT/CPM*, en esta parte encontrará algunos temas importantes como:

Programación de un proyecto con tiempos de actividad conocidos.

- Concepto de una ruta crítica, Determinación de la ruta crítica,
- Contribuciones del proceso de programación PERT/CPM
- Resumen del procedimiento de ruta crítica PERT/CPM-Pronósticos en la RED

Programación de un proyecto con tiempos de actividad inciertos.

- Tiempos de actividad inciertos
- Ruta crítica
- Variabilidad del tiempo de terminación de un proyecto

La lectura comprensiva y el respectivo análisis de los temas indicados, le permitirá dar respuesta a preguntas como:

1. ¿Cuál es el tiempo total para completar el proyecto?
2. ¿Cuáles son las fechas de inicio y terminación programadas de cada actividad específica?
3. ¿Cuáles actividades son “críticas” y deben ser completadas exactamente como se programaron para mantener el proyecto dentro del programa?
4. ¿Qué tanto se pueden demorar las actividades “no críticas” antes de que incrementen el tiempo total de terminación del proyecto?

Uno de los principales retos a los que se puede enfrentar el gerente de una compañía es la dirección y administración de un proyecto, en este tendrá el desafío de planear, programar y controlar proyectos compuestos de diversos



trabajos o tareas distintas realizadas por varios departamentos e individuos. Con relación a la magnitud, el gerente no podrá recordar toda información pertinente, como avances, hitos, planes, programas o actividades. Para esta necesidad aparece la técnica de revisión y evaluación de programas (PERT) y el método de ruta crítica (CPM) quienes prestan un aporte valioso para alcanzar los objetivos deseados, que como bien se expresa en el libro complementario (Pág. 571), la PERT y el CPM pueden utilizarse para planear, programar y controlar varios proyectos:

1. Investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos.
2. Construcción de plantas, edificios y carreteras.
3. Mantenimiento de equipo grande y complejo.
4. Diseño e instalación de sistemas nuevos.

En el contexto antes mencionado, cabe destacar que la programación de proyectos tanto de PERT/CPM, se pueden enfrentar en dos escenarios reales, los cuales conviene revisar, estos son con una *programación de un proyecto con tiempos de actividad conocidos* y con *programación de un proyecto con tiempos de actividad inciertos*.

### **5.1. La programación de un proyecto con tiempos de actividad conocidos**

El desarrollo de este tipo de proyectos tiene la especial característica que el administrador del proyecto conoce el tiempo que se requiere para ejecutar cada actividad, lo que permite conocer a ciencia cierta el tiempo que llevará cumplir el proyecto. Para tener un panorama más claro lo invito a revisar el ejercicio 13.1 en la página 572 del texto complementario, cuyos datos se listan en la siguiente tabla.

**Tabla 8.**

*Lista de actividades del proyecto del centro comercial Western Hills*

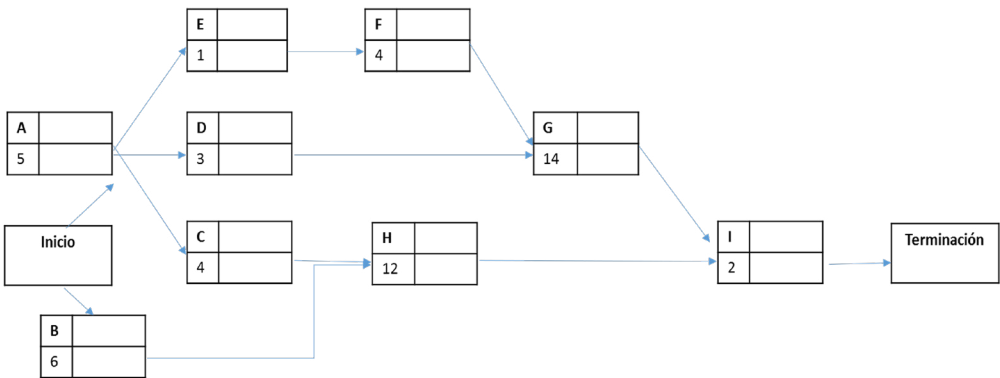
Actividad	Descripción de la actividad	Predecesora inmediata	Tiempo de actividad
A	Preparar los planos arquitectónicos	-	5
B	Identificar los nuevos arrendatarios potenciales	-	6
C	Desarrollar prospectos como arrendatarios	A	4
D	Seleccionar el contratista	A	3
E	Preparar los permisos de construcción	A	1
F	Obtener aprobación para los permisos de construcción	E	4
G	Realizar la construcción	D,F	14
H	Finalizar contratos con los arrendatarios	B,C	12
I	Los arrendatarios se cambian	G,H	2

*Nota. **tabla13.1 en** Williams, T. A. Sweeney, D. J. y Anderson, D. R. (2011). Métodos cuantitativos para los negocios.*

En esta tabla se puede reconocer que existen 9 actividades representadas desde la letra A hasta la letra I, en la segunda columna se describe cuál es la actividad a realizar, por otro lado, se describe la actividad predecesora en la tercera columna, aquí se indica qué actividad se debe cumplir primero antes de que pueda iniciar otra, así mismo qué actividades se pueden desarrollar en paralelo o en serie y finalmente en la última columna se describe el tiempo que llevará cada actividad.

Los datos antes mencionados pueden ser representados a través de un diagrama, lo que permite tener una mejor apreciación de los mismos. En la siguiente figura se muestra la red de este proyecto.

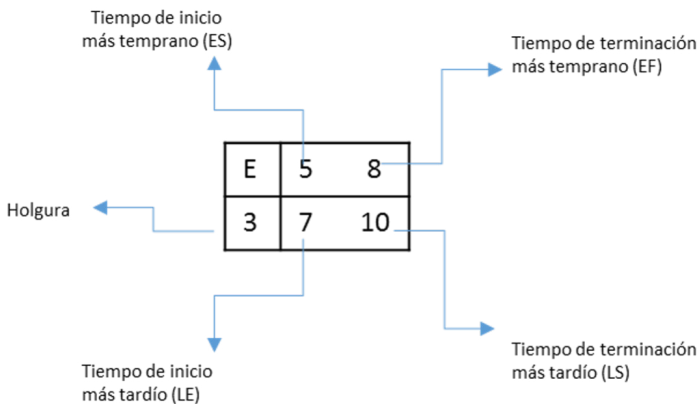
**Figura 13.**  
*Red del proyecto del centro comercial Western Hills con tiempos de actividad*



*Nota.* Williams, T. A. Sweeney, D. J. y Anderson, D. R. (2011). Métodos cuantitativos para los negocios.

Una vez realizada la representación gráfica de las actividades del proyecto, resulta importante identificar la *ruta crítica* del mismo, la cual consiste en la ruta más larga del proyecto constituida por las actividades que mayor tiempo llevan. Inicialmente, debemos reconocer cuáles son los valores presentes en cada nodo, para esto se detalla la siguiente figura.

**Figura 14.**  
*Elementos de un nodo de red PERT/CPM*



*Nota.* Adaptado de Williams, T. A. Sweeney, D. J. y Anderson, D. R. (2011). Métodos cuantitativos para los negocios.

Así en el ejemplo descrito la ruta crítica está conformada por los nodos: A-E-F-G-I es la ruta crítica en la red del proyecto del centro comercial Western Hills. Para mayor detalle revisar las páginas 574-578 del texto complementario.



Actividad de aprendizaje recomendada

La siguiente actividad de aprendizaje involucra la aplicación de la programación de proyectos con tiempos de actividad conocidos, para esto es necesario revisar previamente el proceso descrito en la guía y en el texto complementario, el ejemplo de ejercicio 13.1 da la pauta de cómo ejecutar este proceso. Con ello debe desarrollar la actividad de aprendizaje propuesta.

Actividad de aprendizaje 12

- Ejercicio propuesto a. Construya una red para el siguiente proyecto, el cual se completa cuando las actividades F y G se terminan.

Tabla 9.

Actividad de aprendizaje 12a

Actividad	A	B	C	D	E	F	G
Predecesora inmediata	-	-	A	A	C,B	C,B	D,E

- Ejercicio propuesto b. Suponga que el ejercicio anterior tiene los siguientes tiempos de actividad (en meses):

Tabla 10.

Actividad de aprendizaje 12b

Actividad	A	B	C	D	E	F	G
Predecesora inmediata	4	6	2	6	3	3	5

- a. Determine la ruta crítica
- b. El proyecto debe ser completado en 1 año y medio ¿Se prevé alguna dificultad para cumplir con el plazo? Explique.



## Semana 14

---

### 5.2. La programación de un proyecto con tiempos de actividad inciertos

El ejercicio descrito la semana anterior, plantea un escenario donde se conoce el tiempo de cada actividad del proyecto, lo que permite tener apreciaciones de tiempo exactas. Sin embargo, cuando se presentan proyectos nuevos normalmente no se conocen los tiempos de las actividades, lo que dificulta determinar a ciencia cierta el tiempo total del proyecto. En tal virtud, se plantean tres estimaciones pertinentes con tres tiempos optimista, probable y pesimista, para esto es necesario trabajar con la ecuación 13.4 que se muestra en la página 583 del texto complementario.

Luego se sigue la elaboración de la red PERT, el cálculo de la ruta crítica y el programa de actividades.



### Actividad de aprendizaje recomendada

Para poder desarrollar la siguiente actividad de aprendizaje, es necesario afianzar el proceso para trabajar la programación de proyectos con tiempos de actividad inciertos, para esto debe apoyarse en el ejemplo del Proyecto de la aspiradora *Porta –Vac de Daugherty* descrito en el texto complementario página 582. Luego de ello proceda a realizar la actividad propuesta.

### Actividad de aprendizaje 13

- Ejercicio propuesto. Suponga que las estimaciones de los tiempos de actividad (en días) para el proyecto de construcción de la piscina del problema 11 son los siguientes:

**Tabla 11.**  
*Ejercicio Actividad de aprendizaje 13*

Actividad	Optimista	Más probable	Pesimista
A	3	5	6
B	2	4	6
C	5	6	7
D	7	9	10
E	2	4	6
F	1	2	3
G	5	8	10
H	6	8	10
I	3	4	5

- a. ¿Cuáles son las actividades críticas?
- b. ¿Cuál es el tiempo esperado para completar el proyecto?
- c. ¿Cuál es la probabilidad de que el proyecto se termine en 25 o menos días?

¡Felicitaciones!, ha culminado con éxito su quinta unidad, para consolidar los conocimientos adquiridos lo invitamos a desarrollar la siguiente autoevaluación, la misma que permitirá a través de la interacción fundamentar su aprendizaje.



## Autoevaluación 5

Instrucciones: en la columna de respuesta escriba una V o F según sea verdadero o falso.

1. (    )      Un retraso en una actividad crítica, incrementa el tiempo de duración del proyecto.
2. (    )      Para reducir el tiempo de duración de un proyecto se deben reducir los tiempos de ejecución de las actividades críticas.
3. (    )      Los recursos agregados para reducir el tiempo de duración de las actividades no aumentan los costos de un proyecto.
4. (    )      Los elementos de un nodo son el tiempo de inicio más temprano y el tiempo de terminación más temprano.
5. (    )      La holgura es el resultado de la suma del tiempo de inicio más temprano y el tiempo de inicio más tardío.
6. (    )      En un proyecto la ruta crítica está dada por la ruta más corta de inicio a fin, la cual no tiene demoras previsibles u holguras.
7. (    )      El procedimiento PERT se desarrolló para manejar tiempos inciertos de actividad.
8. (    )      CPM se creó principalmente para proyectos industriales con tiempos de actividad conocidos, lo que ofreció la opción de reducir los tiempos de actividad al agregar más trabajadores y/o recursos.
9. (    )      La columna predecesora inmediata identifica las actividades que deben terminarse inmediatamente después del inicio de dicha actividad.

10. (     )     Una ruta es una secuencia de nodos conectados que conduce del nodo Inicio al nodo de terminación.

[Ir al solucionario](#)





### Unidad 6. Modelo de distribución y de red

Iniciamos con beneplácito nuestra última unidad de la asignatura, felicito por el empeño y esfuerzo que han realizado. Están próximos a su meta, sigan con las mismas ganas.

En esta unidad trataremos los temas relacionados a:

- Modelo de redes para el problema de transporte
- Problema de transbordo.
- Problema de la ruta más corta.
- Modelo de programación lineal del problema de transporte

#### 6.1. Modelo de redes para el problema de transporte

El problema de transporte es un escenario real que se presenta en el ambiente de las empresas u organizaciones, su requerimiento se da cuando se necesita movilizar cierta cantidad de productos desde m origen a una cantidad n de destinos, buscando como principal meta el minimizar los costos, llegando a satisfacer una demanda mediante la oferta presentada.

Antes de abordar las condiciones previas que se necesitan establecer en el problema de transporte, lo invito a revisar el siguiente recurso audiovisual el cual permitirá aclarar y tener una idea más sólida sobre el problema de transporte y sus características. [REA 7. Modelos de Redes 02 El Problema de Transporte](#)

Así un origen se puede distribuir a varios destinos. Como se menciona en el texto base existen algunas condiciones que necesitan establecer previamente:

Datos y propiedades:

1. Nivel de oferta de cada fuente.
2. Cantidad de demanda de cada destino.
3. Costo unitario de transporte de la mercancía de cada fuente a cada destino.

4. El costo de transporte en una ruta es directamente proporcional al número de unidades transportadas.
5. Las unidades de transporte deben ser consistentes entre las ofertas y las demandas.
6. Las unidades de transporte pueden ser piezas, granel, cargas, etcétera.
7. Debe haber equilibrio entre lo que se despacha y lo que se recibe y viceversa (suposición de requerimientos).
8. Se requieren obtener soluciones enteras.

Para explicar simbólicamente la relación entre origen y destinos cabe partir de: sea  $X_{ij}$  = un número de unidades que han salido de un origen (nodo)  $i$  hasta un nodo  $j$ . Mismas que se someten a unas restricciones.

Oferta

$$\sum_{j=1}^{i=n} X_{ij} \leq a_i ; i = 1, 2, 3 \dots, m$$

Demanda

$$\sum_{j=1}^{i=m} X_{ij} \geq b_i ; j = 1, 2, 3 \dots, n$$

Esto para toda variable  $X_{ij} \geq 0$

Lo que nos lleva a establecer una función objetivo del tipo:

$$\text{Min} Z = \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} C_{ij} X_{ij}$$

Donde el costo unitario viene representado por  $C$  desde un origen  $i$  hasta un nodo  $j$ , tomando en cuenta ese criterio para que el modelo sea balanceado debe ajustarse a las siguientes condiciones, esto se muestra en la figura 3.1 del texto base.

Oferta

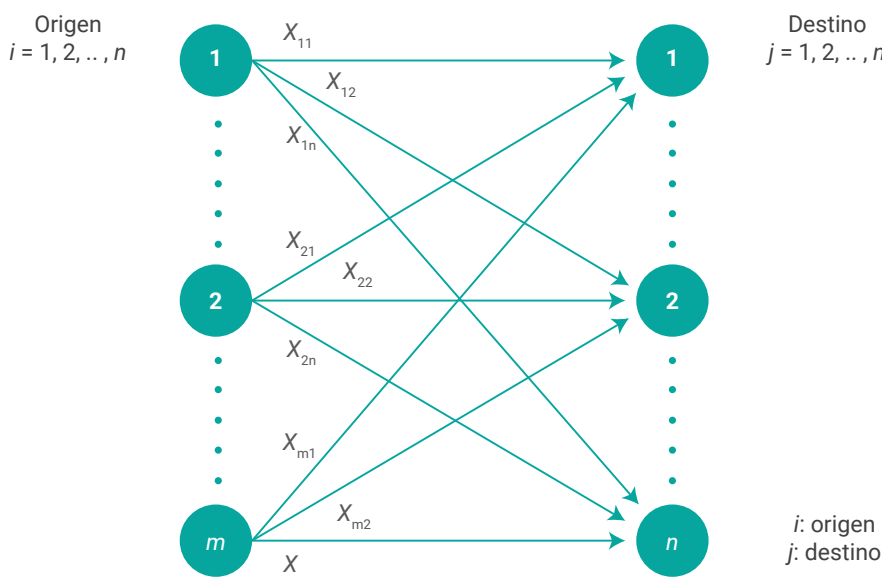
$$Oferta \sum_{j=1}^{j=n} X_{ij=ai};$$

$$Demanda \sum_{i=1}^{j=m} X_{ij=bj}$$

Adicional

$$\sum_{\forall_i} a_i = \sum_{\forall_j} b_j$$

**Figura 15.**  
*Problema de transporte balanceado*



Nota. Martínez Salazar, I. A. y Vértiz Camarón, G. (2015). Investigaciones de operaciones.

Para poder facilitar la comprensión del método para el problema de transporte, diríjase al texto complementario denominado Métodos cuantitativos para los negocios de los autores Anderson, D. R. Sweeney, D. J. y Williams, T. A, en la página 419 se plantea un ejercicio de la empresa Foster Generators. En esta empresa se requiere movilizar productos desde sus plantas de origen Cleveland, Bedford y York hasta sus centros de distribución ubicados en las ciudades de Boston, Chicago, St. Louis y Lexington, para esto se detalla a continuación las cantidades disponibles desde la oferta y las cantidades requeridas desde la demanda.

**Tabla 12.**  
*Oferta (Capacidad de producción)*

Origen	Planta	Capacidad de Producción en tres meses (Unidades)
1	Cleveland	5000
2	Boston	6000
3	York	2500
	Total	13500

**Tabla 13.**  
*Demanda (Unidades requeridas)*

Destino	Centro de distribución	Pronóstico de la demanda para tres meses (Unidades)
1	Boston	6000
2	Chicago	4000
3	St. Louis	2000
4	Lexington	1500
	Total	13500

**Tabla 14.**  
*Costo de transporte por unidad*

Origen	Destino			
	Boston	Chicago	St. Louis	Lexington
Cleveland	3	2	7	6
Boston	7	5	2	3
York	2	5	4	5

Con los datos proporcionados se procede a realizar el proceso para la solución a este problema de transporte. Inicialmente, es necesario establecer cada una de las restricciones, para esto se utiliza un modelo de programación lineal con variables de decisión del tipo  $X_{ij}$  dónde  $i$  representa el origen y  $j$  el destino, así por ejemplo  $X_{11}$  son las salidas de los productos del origen Cleveland hacia el destino Boston,  $X_{12}$  son las salidas de los productos del origen Cleveland hacia el destino Chicago, son las salidas de los productos del origen Cleveland hacia el destino St. Louis, así sucesivamente.

Tomando en cuenta los costos de transporte por unidad, se diseña las expresiones para el ejercicio:

$$\text{Cleveland} = 3X_{11} + 2X_{12} + 7X_{13} + 6X_{14}$$

$$\text{Boston} = 7X_{21} + 5X_{22} + 2X_{23} + 3X_{24}$$

$$\text{York} = 2X_{31} + 5X_{32} + 4X_{33} + 5X_{34}$$

Por tanto, la función objetivo que en este caso es de minimización de costos, está determinada por la suma de las expresiones anteriores quedando:

$$\text{Min} = 3X_{11} + 2X_{12} + 7X_{13} + 6X_{14} + 7X_{21} + 5X_{22} + 2X_{23} + 3X_{24} + 2X_{31} + 5X_{32} + 4X_{33} + 5X_{34}$$

Para poder determinar las restricciones se toman en cuenta las cantidades de oferta y demanda.

Oferta:

$$\text{Cleveland:} \quad X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} \leq 5000$$

$$\text{Boston:} \quad X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} \leq 6000$$

$$\text{York:} \quad X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} \leq 2500$$

Demanda:

$$\text{Boston:} \quad X_{11} + X_{21} + X_{31} = 6000$$

$$\text{Chicago:} \quad X_{12} + X_{22} + X_{32} = 4000$$

$$\text{St. Louis:} \quad X_{13} + X_{23} + X_{33} = 2000$$

$$\text{Lexington:} \quad X_{14} + X_{24} + X_{34} = 1500$$

La solución para este problema de transporte se detalla en el texto complementario en la figura 10.2 de la página 423. Así la respuesta final del ejercicio, como lo muestra el libro queda de la siguiente manera:

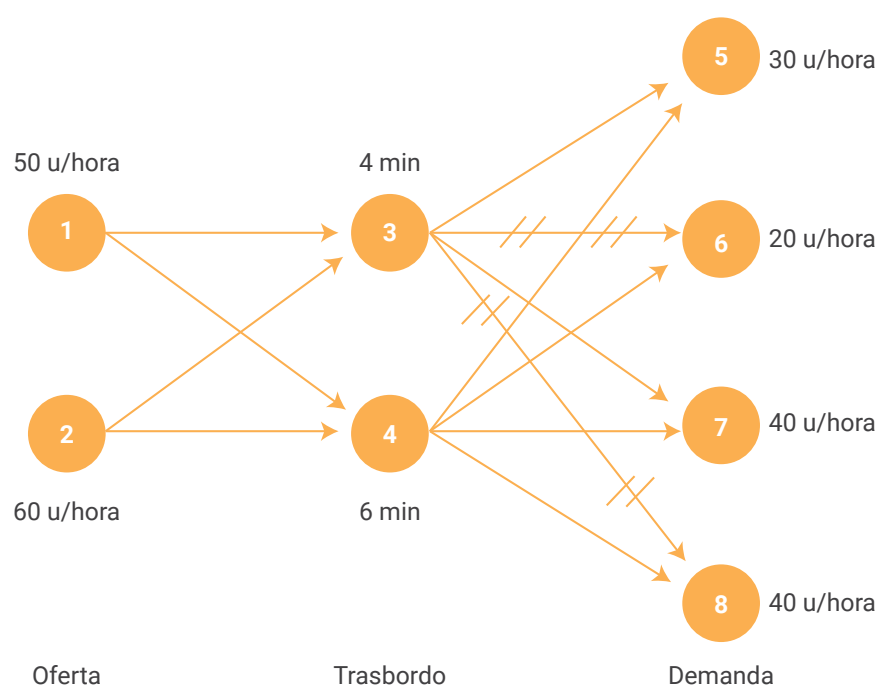
**Tabla 15.**  
*Respuesta*

Ruta				
Desde	Hasta	Unidades enviadas	Costo por unidad	Costo total
Cleveland	Boston	3500	\$ 3.00	\$ 10,500
Cleveland	Chicago	1500	\$ 2.00	\$ 3,000
Bedford	Chicago	2500	\$ 5.00	\$ 12,500
Bedford	St. Louis	2000	\$ 2.00	\$ 4,000
Bedford	Lexington	1500	\$ 3.00	\$ 4,500
York	Boston	2500	\$ 2.00	\$ 5,000
			Total	\$ 39,500

**6.2. Problema de transbordo**

El problema del transbordo surge como una variante del problema de transporte, esto ya que entre el nodo origen y destino, incorpora nodos intermedios denominados nodos transbordos. Con esta configuración se puede realizar intercambios en par de tres tipos de nodos, sean origen, transbordo o destino. En ese sentido, podemos encontrar envíos de nodos origen a transbordo y de estos a destino, de origen a otro origen, de origen a transbordo, de transbordo a transbordo, de origen a destino y de un destino a otro. Para tener una idea más clara a continuación se muestra la gráfica 3.2 del texto base (Página 91).

**Figura 16.**  
*Problema de transbordo*



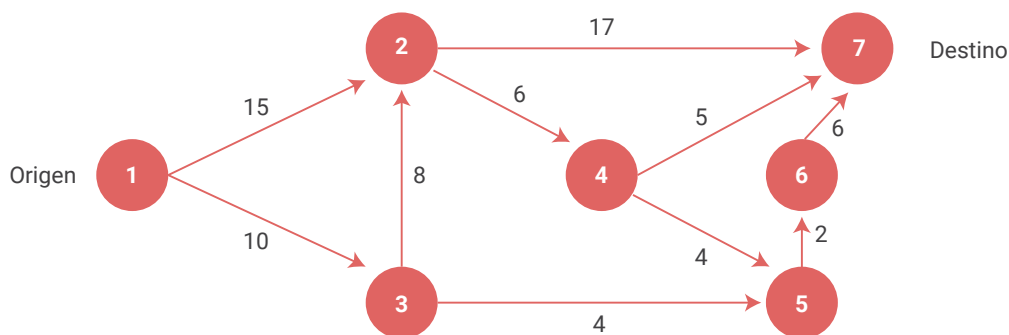
*Nota.* Martínez Salazar, I. A. y Vértiz Camarón, G. (2015). Investigaciones de operaciones.

### 6.3. Problema de la ruta más corta

El problema de la ruta más corta, tiene como especial requerimiento el encontrar la ruta que menos tiempo lleve o la más económica desde un nodo considerado inicio hasta un nodo considerado fin, tomando en cuenta la relación existente entre m nodos y n arcos, junto con un costo de  $C_{ij}$ , en ese sentido el resultado a evaluar será la suma de los costos da cada arco que ha tenido que recorrer. Para poder representar de mejor manera se reproduce la figura 3.3 del texto base. Misma que se detalla a continuación.

**Figura 17.**

*Problema de la ruta más corta*



*Nota.* Martínez Salazar, I. A. y Vértiz Camarón, G. (2015). Investigaciones de operaciones.

Para tener una idea al detalle del proceso para resolver el problema de la ruta más corta, es necesario revisar detenidamente el texto base en las páginas 92 y 93. Y de ser necesario el texto complementario en el tema 10.4 Problema de la ruta más corta.



### Actividad de aprendizaje recomendada

Para poder desarrollar la actividad de aprendizaje, primero revise detenidamente los ejemplos desarrollados, oriente su estudio al proceso para determinar la maximización de utilidades y la ruta más corta, con esto puede realizar la actividad.

### Actividad de aprendizaje 13

1. Diríjase la página 454 del texto complementario y resuelva el ejercicio # 6, relacionado con la empresa Klein Chemicals, Inc.
2. Resuelva el ejercicio #26 sobre la empresa Morgan Trucking Company de la página 463 del texto complementario.





## Autoevaluación 6

Instrucciones: en la columna de respuesta escriba una V o F según sea verdadero o falso.

1. (    )      Un problema de transporte se puede identificar cuando se tienen  $m$  orígenes que ofertan un cierto producto y  $n$  destinos que demandan el mismo producto ofertado.
2. (    )      En un problema de transporte el objetivo es encontrar la manera más efectiva, en términos de costos, para transportar bienes.
3. (    )      El problema de transporte busca determinar el máximo costo posible de transportes dados, los costos por unidad a transportar entre el depósito  $i$  y el centro de distribución  $j$ .
4. (    )      El problema de la ruta más corta plantea determinar la mejor manera de cruzar una red para encontrar la forma más costosa de ir de origen a un destino.
5. (    )      El costo del camino es la suma de los costos de cada arco recorrido.
6. (    )      Los nodos transbordos son aquellos nodos que se encuentran como destinos en una determinada red.
7. (    )      En un nodo transbordo podemos encontrar envíos de nodos origen a transbordo y de estos a destino.
8. (    )      En un problema de transbordo se pueden plantear las siguientes configuraciones: de origen a transbordo, de transbordo a transbordo, de origen a destino y de un destino a otro.
9. (    )      En un problema de transbordo los nodos intermedios se consideran siempre como nodos destino.

10. (     )     La solución para el ejemplo de la empresa Foster Generators, propuesta en el texto complementario, plantea un valor de \$45.000 como resultado de la ruta más corta.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 16

---



### Actividades finales del bimestre

¡Felicitaciones!, ha terminado con el estudio de los contenidos del segundo bimestre, es un gran logro, recuerde que en la presente semana debe rendir la prueba bimestral por lo cual es necesario verificar su actual nivel de aprendizaje mediante un repaso de los contenidos estudiados, efectúe una lectura comprensiva, revise las actividades de trabajo y actividades de aprendizaje realizadas durante el bimestre.

Un ejercicio práctico previo al examen bimestral es revisar y repetir las autoevaluaciones, pueden ser de mucha utilidad y practicidad ya que le permiten verificar su desempeño mediante comprobación de su respuesta en el solucionario.



## 4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Solución	Retroalimentación
1	V	Un modelo matemático es un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja.
2	F	Las etapas básicas para aplicar la investigación de operaciones son: 1. Formulación del modelo matemático. 2. Solución del modelo matemático. 3. Validación del modelo.
3	V	En el modelo matemático los elementos de una ecuación son: variable, constante, coeficiente y operador.
4	V	Un modelo matemático debe, necesariamente, incluir en su totalidad las alternativas entre las cuales se deberá tomar la decisión, las restricciones que existen y la medida con la que se evaluarán las alternativas, de acuerdo al objetivo que se quiere lograr.
5	F	La función objetivo representa la meta que se quiere lograr: maximizar ganancia, minimizar costos, entre otros.
6	V	De acuerdo con lo que consta en el C. Civil.
7	V	Según el objeto social son civiles o mercantiles.
8	F	Es una característica de la compañía de tipo personalista.
9	F	En el COIP está establecido aquello.
10	V	Art. 20 de la Ley de Compañías.

Ir a la  
autoevaluación

Autoevaluación 2		
Pregunta	Solución	Retroalimentación
1	V	El análisis de decisiones se utiliza para desarrollar una estrategia óptima cuando un tomador de decisiones enfrenta varias alternativas de decisión, y a un patrón de eventos futuros incierto.
2	V	El ejemplo cumple con los requisitos para ser considerado dentro del análisis de decisiones.
3	F	El primer paso, en el proceso del análisis de decisiones, es la formulación del problema que comienza con la declaración verbal del mismo.
4	F	En el análisis de decisiones los resultados posibles para un evento fortuito se conocen como estados de la naturaleza.
5	V	En el problema PDC, planteado en la página 100 del texto básico, el tamaño del complejo es el nodo de decisión, la demanda es el nodo fortuito y la ganancia es el nodo de consecuencia.
6	F	El árbol de decisión de la figura 4.2 tiene cuatro nodos, numerados del 1 al 4. Los cuadrados se utilizan para representar los nodos de decisión y los círculos para representar los nodos fortuitos.
7	V	En el problema de PDC (Pág. 100) utilizando el enfoque optimista, primero se determina el resultado máximo para cada alternativa de decisión; luego se selecciona la alternativa de decisión que proporciona el resultado máximo general.
8	V	En el enfoque conservador la alternativa de decisión recomendada es aquella que proporciona el mejor de los peores resultados posibles.
9	V	Tomando como análisis el problema de PDC, la diferencia entre el resultado de la mejor alternativa de decisión (\$20 millones) y el resultado de la decisión de construir un complejo de condominios pequeño (\$8 millones) es la pérdida de oportunidad, o arrepentimiento.
10	F	El valor esperado de una alternativa de decisión es la suma de los resultados ponderados para la alternativa de decisión.

Ir a la  
autoevaluación

### Autoevaluación 3

Pregunta	Solución	Retroalimentación
1	Programación lineal	En la programación lineal se utiliza un modelo matemático para representar el problema bajo estudio.
2	Método gráfico	En el método gráfico se pueden mostrar las soluciones posibles como puntos en una gráfica de dos dimensiones.
3	Región factible	Región factible parte de la gráfica de dos dimensiones donde están todas las soluciones factibles.
4	Línea de frontera de restricción	La línea de frontera de restricción es la línea que forma el límite de lo que está permitido por una restricción en ocasiones.
5	Restricción	Una restricción describe una limitante en los valores posibles para los niveles de las actividades.
6	Restricción de no negatividad	Un ejemplo de restricción de no negatividad es: $A, B \geq 0$ .
7	Puntos externos	Los puntos externos son puntos o vértices que están en la región factible y de los cuales se puede obtener la solución óptima.
8	Función objetivo de maximización	Una función objetivo de maximización está dada por: $\text{Max } 40F + 30S$ .
9	La programación Lineal consiste	La programación lineal consiste en elegir un curso de acción cuando el modelo matemático del problema contiene solo funciones lineales.
10	Función objetivo de minimización	Una función objetivo de minimización está dada por: $\text{Min } 35F + 27S$ .

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 4		
Pregunta	Solución	Retroalimentación
1	Literal a. con planteamiento 1	Asignación de personal es la cantidad óptima necesaria de operadores para cumplir al menos con 90 % de eficiencia en la preparación de cables.
2	Literal d. con planteamiento 2	Balanceo de líneas de producción: Hoy día, las líneas se encuentran sub utilizadas. La meta es de 90 % de utilización, pero en la actualidad está alrededor de 80 %. ¿Qué etapas del proceso afectan directamente la eficiencia de utilización de la línea?
3	Literal e. con planteamiento 3	Programación de producción: ¿Cuál es el programa de producción que cumple con la demanda en el año en la elaboración de quesos?
4	Literal c. con planteamiento 4	Programación de producción diaria: Determinación de la capacidad de producción máxima del sistema de pollitas por día, considerando las pérdidas por muertes durante el proceso de producción y por nacimiento de pollitos machos.
5	Literal b. con planteamiento 5	Control de inventarios: No existe un programa de producción para las herramientas que se utilizan con mayor frecuencia en la producción de terminales, por lo que estas llegan a presentar cero inventarios.

*Nota: para la resolución de esta autoevaluación tome como referencia la tabla 3.1 del texto base, la cual hace referencia a ejemplos de modelos de investigación de operaciones para redes.*

Ir a la  
autoevaluación

### Autoevaluación 5

Pregunta	Solución	Retroalimentación
1	V	Un retraso en una actividad crítica que incrementa el tiempo de duración del proyecto.
2	V	Para reducir el tiempo de duración de un proyecto se deben reducir los tiempos de ejecución de las actividades críticas.
3	F	Los recursos agregados para reducir el tiempo de duración de las actividades aumentan los costos de un proyecto.
4	V	Los elementos de un nodo son el tiempo de inicio más temprano y el tiempo de terminación más temprano. Además, el tiempo de inicio es más tardío y el tiempo de terminación también.
5	F	La holgura es el resultado de la resta del tiempo de inicio más tardío y el tiempo de inicio más temprano.
6	F	En un proyecto la ruta crítica está dada por la ruta más larga de inicio a fin y la cual no tiene demoras previsibles u holguras.
7	V	El procedimiento PERT se desarrolló para manejar tiempos de actividad inciertos.
8	V	CPM se creó principalmente para proyectos industriales con tiempos de actividad conocidos, lo que ofreció la opción de reducir los tiempos de actividad al agregar más trabajadores y/o recursos.
9	F	La columna predecesora inmediata identifica las actividades que deben terminarse inmediatamente después del inicio de dicha actividad.
10	V	Una ruta es una secuencia de nodos conectados que conduce del nodo inicio al nodo terminación.

[Ir a la autoevaluación](#)



Autoevaluación 6		
Pregunta	Solución	Retroalimentación
1	V	Un problema de transporte se puede identificar cuando se tienen $m$ orígenes que ofertan un cierto producto, y $n$ destinos que demandan el mismo producto ofertado.
2	V	En un problema de transporte el objetivo es encontrar la manera más efectiva, en términos de costos, para transportar bienes.
3	F	El problema de transporte busca determinar el mínimo costo posible de transportes dados, los costos por unidad a transportar entre el depósito $i$ y el centro de distribución $j$ .
4	F	El problema de la ruta más corta plantea determinar la mejor manera de cruzar una red para encontrar la forma menos costosa de ir de origen a un destino.
5	V	El costo del camino es la suma de los costos de cada arco recorrido.
6	F	Los nodos transbordo son aquellos nodos que se encuentran como intermedios en una determinada red.
7	V	En un nodo transbordo podemos encontrar envíos de nodos origen a transbordo y de estos a destino.
8	V	En un problema de transbordo se pueden plantear las siguientes configuraciones: de origen a transbordo, de transbordo a transbordo, de origen a destino y de un destino a otro.
9	F	En un problema de transbordo los nodos intermedios pueden ser origen o destino.
10	F	La solución para el ejemplo de la empresa Foster Generators propuesto en el texto complementario, plantea un valor de \$39.500 como resultado de la ruta más corta.

Ir a la  
autoevaluación



---

## 5. Referencias bibliográficas

---

Texto básico:

Martínez Salazar, I. A. y Vértiz Camarón, G. (2015). Investigaciones de operaciones. México D.F, México: Grupo Editorial Patria.

Texto complementario:

Anderson, D. R. Sweeney, D. J. y Williams, T. A. (2019). Métodos cuantitativos para los negocios (13a. ed.). Cengage Learning.