

Tema A

Ejercicio 1

Un pequeño fabricante de muebles produce mesas de 2 estilos: estándar y de lujo. Las etapas necesarias para fabricar una mesa son las siguientes: cortar, montar, pintar, inspeccionar y embalar. Cada modelo de mesa requiere de una cierta cantidad de tiempo para cada una de las etapas.

Tiempos de proceso (minuto/unidad)

Modelo	Corte	Montaje	Pintura	Insp. Y emb.
Estándar	42	30	60	6
De lujo	60	50	40	15

El tiempo disponible por mes para cada departamento se ha calculado en minutos y teniendo en cuenta los turnos de trabajo, paradas por mantenimiento, roturas y cambio de producto.

Capacidad de las instalaciones

Departamento	Tiempo Disponible (minutos/mes)
Corte	12600
Montaje	12000
Pintura	14160
Inspección y embalaje	2700

Analizando los costos pertinentes a la producción y venta, se ha determinado que por cada mesa estándar fabricada y vendida se obtendrá una utilidad o beneficio de \$50. Para la mesa de lujo esta contribución se ha determinado en \$45 por unidad.

- El problema consiste en determinar un plan de producción y venta mensual que produzca el mayor beneficio total aplicando el método gráfico (grafique la solución).
- ¿Cuál es el valor óptimo del funcional?
- ¿Cuáles restricciones son activas?
- ¿Cambiaría el plan de producción si el beneficio por cada mesa estándar se incrementa a \$60? Calcule el intervalo y deje indicado los cálculos para su obtención.
- ¿Cambiaría el plan de producción si el beneficio por cada mesa de lujo se incrementa a \$75? Calcule el intervalo y deje indicado los cálculos para su obtención.
- ¿Qué ocurre, con el plan de producción y el beneficio total, si se dispusiera de 10 horas adicionales por mes en el departamento de corte? Explique.

Tema B

Ejercicio 1

Teniendo en cuenta el siguiente problema lineal:

$$\text{Max } 10S + 9D$$

Sujeto a:

$$0.7S + 1D \leq 630$$

$$0.5S + 0.83D \leq 600$$

$$1S + 0.66D \leq 708$$

$$1S + 0.25D \leq 135$$

$$S, D \geq 0$$

1a) Genere la tabla inicial para la aplicación del algoritmo simplex.

1b) Plantee para el problema presentado el problema dual asociado.

2. A continuación se presenta una tabla óptima del algoritmo Simplex aplicado a un problema lineal.

		3	2	0	0	0	
Cj	VARIABLES BÁSICAS	A	B	H1	H2	H3	B
3	A	1	0	1	0	0	4
0	H2	0	0	3	1	-1	6
2	B	0	1	-1.5*	0	0.5	3
	zj	3*	2	0	0	1	18
	cj-zj	0	0	0	0	-1*	

2a) Encuentre el valor óptimo de las variables directas e indirectas del problema dual asociado.

2b) Interprete los tres valores indicados en la tabla con un asterisco (*).

Tema C

Ejercicio 1

Teniendo en cuenta el siguiente problema lineal:

$$\text{Max } 3S + 2D$$

Sujeto a:

$$S \leq 4$$

$$2D \leq 12$$

$$3S + 2D \leq 18$$

$$S, D \geq 0$$

1a) Genere la tabla inicial del algoritmo simplex para este problema.

1b) Plantee para el problema presentado el problema dual asociado.

2. A continuación se presenta una tabla óptima del algoritmo Simplex aplicado a un problema lineal.

		10	9	0	0	0	0	
Cj	Variables básicas	A	B	H1	H2	H3	H4	B
9	B	0	1	1.8587	0	-1.3011	0	249.8141
0	H2	0	0	-0.9294*	1	0.1506	0	121.0929
10	A	1	0	-1.2268	0	1.8587	0	543.1227
0	H4	0	0	-0.342	0	0.1394	1	18.2342
	zj	10*	9	4.461	0	6.8773	0	7,679.55
	cj-zj	0	0	-4.461	0	-6.8773*	0	

2a) Interprete los tres valores indicados en la tabla con un asterisco (*).

2b) Encuentre el valor óptimo de las variables directas e indirectas del problema dual asociado.

Tema A

Ejercicio 2

La empresa forestal Wirehouse Lumber Cía. se dispone a desmontar ocho rodales de sus plantaciones. Previo al desmonte, la empresa debe construir un sistema de caminos de tierra entre estos ocho rodales que permita que cada rodal sea accesible desde todos los demás. La distancia (en kilómetros) entre cada par de rodales se presenta en la siguiente tabla:

		Distancia entre rodales (en kilómetros)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Rodales	1	-	0,5	1,5	1,3	2,3	1,9	0,7	1,2
	2	0,5	-	2,3	2,0	0,6	1,9	1,6	2,4
	3	1,5	2,3	-	2,2	1,5	1,7	2,0	1,2
	4	1,3	2,0	2,2	-	2,1	1,7	0,8	1,4
	5	2,3	0,6	1,5	2,1	-	2,4	2,1	1,7
	6	1,9	1,9	1,7	1,7	2,4	-	1,9	2,4
	7	0,7	1,6	2,0	0,8	2,1	1,9	-	1,5
	8	1,2	2,4	1,2	1,4	1,7	2,4	1,5	-

La gerencia de la empresa desea construir la red de caminos con la menor longitud posible (en kilómetros) siempre y cuando esta red permita que todos los rodales a desmontar estén conectados entre sí y, por ende, los desmontadores puedan trasladarse de un rodal a otro.

A. Formule un modelo de programación lineal para resolver el problema de optimización de la empresa. Presente y explique en términos del problema las variables de decisión, las restricciones y la función objetivo.

B. Resuelva el problema formulado mediante un software o algoritmo de su elección. Interprete la solución hallada en términos del problema.

C. Suponga una situación diferente. Finalmente, la empresa Wirehouse Lumber Cía. ha decidido construir todos los caminos posibles entre los ocho rodales a desmontar. Un inspector del proceso de desmonte se encuentra en la base ubicada en el rodal 1. Para realizar su ronda de control, el inspector desea visitar los otros siete rodales (una sola vez cada uno) y retornar al origen, recorriendo la menor cantidad de kilómetros posibles. Con esta información, identifique el problema de optimización que enfrenta el inspector y proponga una solución factible de dicho problema. ¿Cuáles son las principales diferencias entre este problema de optimización y el que formuló en el inciso A?

Tema B

Ejercicio 2

La empresa Sanders Fishing Supply Cía. fabrica equipos de pesca que se comercializan en todo Estados Unidos. Para los próximos tres meses, la empresa estima la demanda de sus clientes en 150, 250 y 300 equipos (de pesca), respectivamente. La empresa puede satisfacer esta demanda produciendo en tiempo normal o en tiempo extra, que es más costoso. Las capacidades de producción y el costo de la producción son los siguientes:

	Capacidad de producción (en equipos)	Costo (en \$/equipo)
Mes 1 – Tiempo normal	275	50
Mes 1 – Tiempo extra	100	80
Mes 2 – Tiempo normal	200	50
Mes 2 – Tiempo extra	50	80
Mes 3 – Tiempo normal	100	60
Mes 3 – Tiempo extra	50	100

La producción puede almacenarse en los inventarios de la empresa a un costo de \$ 20 por equipo por mes. Al comienzo del mes 1 la empresa dispone de 150 equipos en inventario. Al finalizar el mes 3 la empresa desea mantener la misma cantidad de equipos en inventario (150) para poder afrontar la planificación del próximo trimestre.

La empresa le solicita a Usted un plan de producción para cada mes de forma que se minimice el costo conjunto de producción y de almacenar en inventario.

A. Formule un modelo de programación lineal para resolver el problema de optimización de la empresa. Presente y explique en términos del problema las variables de decisión, las restricciones y la función objetivo.

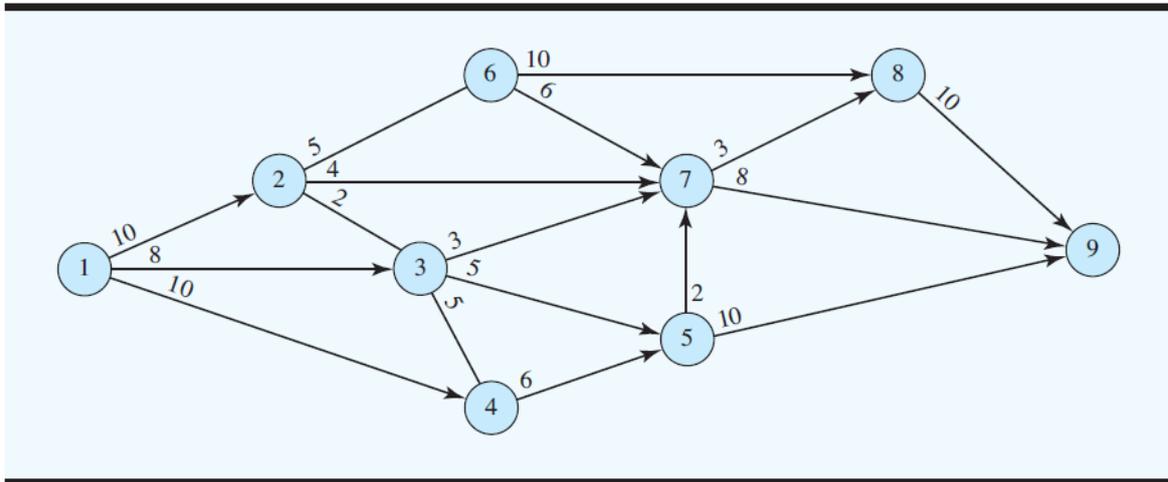
B. Resuelva el problema formulado mediante MS Excel. Interprete la solución hallada. En la entrega de este enunciado debe adjuntar la planilla de cálculo de MS Excel utilizada para resolver.

C. Si la empresa descubriera que la mitad de los equipos en el inventario inicial (75) deben descartarse por haber sido incorrectamente almacenados, ¿podría generar un plan de contingencia para cumplir con la demanda de los clientes manteniendo el objetivo de minimizar costos? Este nuevo plan de contingencia, ¿tendrá un costo menor que el plan hallado en B? Justifique su respuesta.

Tema C

Ejercicio 2

Una planta de procesamiento químico tiene una red de tuberías que se utilizan para transferir productos químicos líquidos de una parte de la planta a otra. El siguiente grafo muestra la red de tuberías entre uniones (numeradas de 1 a 9) y las capacidades de flujo en galones por minuto. Cuando las tuberías no poseen válvulas reversoras (es decir, aceptan flujo en un sólo sentido) se indican con flechas sobre el grafo.



¿Cuál es la capacidad máxima de flujo del sistema si la empresa desea transferir la mayor cantidad posible de productos químicos líquidos desde la unión 1 a la unión 9?

- Formule un modelo de programación lineal para resolver el problema de optimización de la empresa. Presente y explique en términos del problema las variables de decisión, las restricciones y la función objetivo.
- Resuelva el problema formulado mediante MS Excel. Interprete la solución hallada. En la entrega de este enunciado debe adjuntar la planilla de cálculo de MS Excel utilizada para resolver.
- Si se obstruyera la tubería que liga las uniones 3 y 5, ¿disminuiría el flujo que puede atravesar la red desde la unión 1 a la 9? Justifique su respuesta.

Tema A

Ejercicio 3

VERONICA S.A es una empresa productora de lácteos que busca minimizar sus costos en la elaboración de las raciones para vacas lecheras. Cuenta con dos tipos de alimentos expresados en kg: F (Forraje) y C (Concentrado). Además, tiene la información, en precio por kilogramo, de los tres nutrientes con los que se forman los alimentos: Fibra Cruda (FC), Energía Neta (EN), y Proteína Cruda (PC), así como las necesidades nutritivas de las vacas.

A partir de estos datos, se ha preparado el siguiente modelo de Programación Lineal:

$$\text{MIN } Z = 55 F + 108 C$$

S.T.

$$270 F + 100 C \leq 2100 \text{ (Req. máximo de FC)}$$

$$270 F + 100 C \geq 1450 \text{ (Req. mínimo de FC)}$$

$$210 F + 120 C \geq 1300 \text{ (Req. mínimo de PC)}$$

$$1.8 F + 1.6 C \geq 17 \text{ (Req. mínimo de EN)}$$

$$F, C \geq 0$$

Ingrese el problema al software de su elección para obtener los reportes del Análisis de Sensibilidad. Pegue las pantallas de resolución en este Word y, a partir del análisis, responda:

A.- ¿Cuál es la solución óptima y cuál el valor óptimo de la función objetivo? ¿Cuáles restricciones son activas?

B.- ¿Qué sucedería con el plan de elaboración de raciones actual si el requerimiento mínimo de Proteína Cruda (PC) aumentara a un valor de 1600 unidades? ¿Qué tipo de análisis se debería aplicar si aumentara a 2000 unidades? Indique el valor del funcional en ambos casos haciendo uso de las fórmulas brindadas por la cátedra.

C.- ¿Qué valores de costo reducido aparecen asociados a las variables de decisión? ¿Cómo pueden interpretarse?

D.- La empresa está considerando ampliar el requerimiento máximo de la Fibra Cruda (FC). ¿Considera que será una decisión acertada para el objetivo de minimizar sus costos? Justifique su respuesta con la interpretación del precio sombra.

E.- Recientemente, el proveedor del insumo forraje (F) ha comunicado que deberá elevar el precio en que comercializa su producto en un 8%. El ingeniero a cargo ha convocado a una reunión para analizar el plan de elaboración de raciones. ¿Deberá cambiarse el plan actual? Justifique su respuesta.

Tema B

Ejercicio 3

PROAIRE S.R.L fabrica dos tipos de ventiladores identificados, internamente, como SP y MP. La producción de cada uno requiere una cierta cantidad de materia prima y mano de obra, como se indica en la siguiente tabla:

	Materia Prima (KG)	Mano de Obra (H)
SP	250	17
MP	180	19
Total disponible	85000	9200
Costo unitario	12 (u.m/KG)	65 (u.m/h)

El área comercial ha estimado que, como máximo, pueden venderse 1500 unidades de SP a 8500 u.m. cada una y que, a lo sumo, 200 unidades de MP pueden venderse a 7000 u.m. cada una.

Se ha formulado el siguiente modelo para determinar la cantidad a fabricar de cada tipo de producto a fin de maximizar la ganancia total.

$$\text{MAX } Z = 8500 \text{ SP} + 7000 \text{ MP}$$

S.T.

$$1) 250 \text{ SP} + 180 \text{ MP} \leq 85000 \text{ [kg]}$$

$$2) 180 \text{ SP} + 19 \text{ MP} \leq 9200 \text{ [horas]}$$

$$3) \text{ SP} \leq 1500 \text{ [unidades]}$$

$$4) \text{ MP} \leq 200 \text{ [unidades]}$$

$$\text{SP,MP,} \geq 0$$

Ingrese el problema al software de su elección para obtener los reportes del Análisis de Sensibilidad. Pegue las pantallas de resolución en este Word y, a partir del análisis, responda:

A.- Identifica el plan de producción actual y las restricciones activas. ¿Cuál es el rango de variación de la ganancia unitaria de SP dentro del cual la solución actual sigue siendo óptima?

B.- Si se pudiera aumentar la utilidad de MP a 7200 u.m. por unidad, ¿cuál sería el plan de producción óptimo? ¿Cuál sería el valor óptimo del funcional?

C.- ¿Se incrementaría la utilidad total, si se dispusiera de 200 hs de mano de obra adicionales? ¿Cómo cambiaría la solución óptima actual?

D.- La empresa está considerando adquirir horas de mano de obra adicionales a 55\$/h. ¿Recomendaría aceptar estas condiciones de precios? Justifique su respuesta.

E.- La empresa está considerando producir un tercer producto YP. ¿Cuál debería ser la mínima ganancia por unidad de YP para que resultara conveniente su fabricación? Se conoce que cada unidad de producto YP requiere 170 kg de materia prima y 32 horas de mano de obra.

Tema C

Ejercicio 3

Usted ha sido contratado como Ingeniero Industrial encargado de la planificación del presupuesto de una pequeña PyME de Bahía Blanca para el año siguiente. Para ello, hará uso de los datos conocidos del presente año.

Considere el siguiente modelo de Programación Lineal donde se minimiza el costo que le representa a la empresa IMÁGENES S.R.L la compra de sus dos tipos insumos (A y B) sujeto a una serie de restricciones de utilización mínima de KGs de madera (materia prima principal de su proceso), horas de mano de obra terciarizada (MOT) y horas de mano de obra propia (MOP).

$$\text{MIN } Z = 225 A + 190 B$$

S.T.

$$30 A + 18 B \geq 3250 \text{ (KGs de MP)}$$

$$40 A + 38 B \geq 13000 \text{ (Hrs de MOT)}$$

$$22 A + 40 B \geq 8700 \text{ (Hrs de MOP)}$$

$$A, B \geq 0$$

Ingrese el problema al software de su elección para obtener los reportes del Análisis de Sensibilidad. Pegue las pantallas de resolución en este Word y, a partir del análisis, responda:

A.- ¿Cuál es la solución óptima y cuál el valor óptimo de la función objetivo? ¿Cuáles restricciones son activas?

B.- ¿Qué ocurriría con el plan de producción actual si la cantidad de horas de mano de obra terciarizada aumentara a un valor de 14800 horas? ¿Seguiría siendo factible? ¿Cuál sería el nuevo valor del funcional del plan de producción óptimo?

C.- ¿Qué ocurriría con el plan de producción actual si la cantidad de horas de mano de obra propia disminuyera en 4700 horas? ¿Seguiría siendo factible? ¿Cuál sería el nuevo valor del funcional del plan de producción óptimo?

D.- Interprete el precio dual asociado a la restricción de mano de obra propia.

E.- ¿Qué decisión tomaría usted con respecto al plan de producción ante una disminución del 4% del costo unitario del insumo A y un aumento del 5% del costo unitario del insumo B? ¿Cuál sería el valor óptimo del funcional en este caso?

Tema A

Ejercicio 4

La Unión Industrial de Bahía Blanca promueve periódicamente seminarios, talleres y otros eventos virtuales de capacitación. La difusión se realiza a través de la contratación de distintos medios de comunicación, los cuales se contratan de acuerdo a *unidades de publicidad*. En la siguiente tabla, se indican los costos y la audiencia estimada por cada unidad de publicidad contratada para cada uno de los medios disponibles. La disponibilidad de unidades de publicidad en cada medio es limitada.

	Televisión	Radio	Prensa escrita
Costo por unidad de publicidad contratada.	\$1.500	\$300	\$900
Audiencia estimada por unidad de publicidad contratada.	100.000	18.000	40.000
Cantidad máxima de unidades de publicidad disponibles.	10	20	10

Para lograr un uso balanceado de los medios, las unidades de publicidad contratadas en radio no deben exceder el 50% del total de unidades de publicidad contratadas. Además, la cantidad de unidades de publicidad solicitadas en televisión debe ser al menos 10% del total contratado. El presupuesto total para contratar publicidad es de \$21.000.

- a) Formule el modelo de programación lineal que permita obtener el plan de publicidad que maximice la audiencia estimada. Defina claramente las variables de decisión y el significado de las restricciones y la función objetivo en términos del problema.
- b) Resuelva mediante la utilización de software. Interprete la solución obtenida. Adjunte el archivo del software de resolución o capturas de pantalla del mismo junto con el examen, sea claro y prolijo.

Tema B

Ejercicio 4

Una constructora desea promocionar una nueva urbanización mediante una campaña publicitaria. Para ello dispone de 5 tipos de anuncios: anuncios en televisión al mediodía, anuncios en televisión a la noche, anuncios en periódico, anuncios en suplemento dominical y anuncios en radio por la mañana. La empresa ha reunido datos sobre la cantidad de clientes estimados que puede abarcar por unidad de publicidad contratada para cada tipo de anuncio. Además, mediante un estudio específico que analiza el tipo de cliente, se ha llevado a cabo una valoración del impacto que tiene cada unidad de publicidad en la imagen global de la empresa, en una escala de 0 a 100 (donde 0 es la peor valorización y 100 es la máxima valorización posible). Estos datos se presentan en la siguiente tabla junto con la cantidad máxima de unidades de publicidad disponibles y el costo de las mismas según cada tipo de anuncio.

	Cientes estimados por unidad de publicidad	Costo por unidad de publicidad	Impacto por unidad de publicidad en la imagen de la empresa	Cantidad máxima de unidades de publicidad disponibles
Televisión mediodía	1.000	\$1.500	65	15
Televisión noche	2.000	\$3.000	90	10
Periódico	1.500	\$400	40	25
Suplemento dominical	2.500	\$1.000	60	4
Radio mañana	300	\$100	20	30

El presupuesto máximo para la campaña publicitaria que posee la empresa es de \$30.000. Este presupuesto debe ejecutarse siguiendo los siguientes requisitos de la gerencia: i) deben adjudicarse al menos 10 unidades de publicidad a la televisión (ya sea en horario diurno o nocturno), ii) deben abarcarse por lo menos un total 50.000 clientes, iii) el gasto total en anuncios de televisión no debe ser mayor de \$18.000.

- Formule el modelo de programación lineal que permita obtener el plan de publicidad que maximice el impacto de la campaña en la imagen de la empresa. Defina claramente las variables de decisión y el significado de las restricciones y la función objetivo en términos del problema.
- Resuelva mediante la utilización de software. Interprete la solución obtenida. Adjunte el archivo del software de resolución o capturas de pantalla del mismo junto con el examen.

Tema C

Ejercicio 4

La empresa "Keroska SRL", especializada en la producción de golosinas, llegó a la conclusión de que la razón por la que uno de sus principales productos, las roscas dulces, no remonta en las ventas es porque el público, simplemente, no los conoce lo suficiente. Por esta razón, el jefe comercial propuso la idea de dar a conocer las roscas dulces de una forma distinta a la habitual, regalando roscas en algunas salas de cine. Para llevar a cabo la campaña, la empresa se plantea no gastar más de \$100.000 en la distribución de roscas de promoción. El dinero será asignado para la distribución gratuita de cuatro productos: roscas chocolatadas, roscas confitadas, roscas rellenas y roscas simples. El objetivo de la campaña es alcanzar al mayor número posible de clientes potenciales. A través de un estudio específico la empresa ha logrado estimar la cantidad de clientes potenciales que pueden esperarse por la distribución de 100 kgs (un quintal) de los distintos tipos de roscas. En la siguiente tabla se presentan los resultados de este estudio, así como el costo de distribución y la capacidad de producción disponible para cada variedad de rosca.

	Clientes potenciales por quintal de rosca distribuido	Costo de distribución por quintal (\$)	Capacidad máxima de producción disponible en quintales.
Roscas chocolatadas	5.000	8.000	12
Roscas confitadas	6.800	9.250	8
Roscas rellenas	3.600	6.800	25
Roscas simples	3.400	5.500	20

El acuerdo alcanzado por la empresa y las salas de cine obliga a que se distribuyan al menos 5 quintales entre roscas rellenas y roscas confitadas. La dirección también insiste en no invertir más de \$45.000 en la distribución conjunta de roscas rellenas y roscas confitadas; y que al menos un 10% del total fabricado sean roscas simples.

- a) Formule el modelo de programación lineal que permita obtener el plan de distribución que maximice la cantidad de clientes potenciales de la campaña. Defina claramente las variables de decisión y el significado de las restricciones y la función objetivo en términos del problema.
- b) Resuelva mediante la utilización de software. Interprete la solución obtenida. Adjunte el archivo del software de resolución o capturas de pantalla del mismo junto con el examen.